Kvaliteta konzumnih jaja u odnosu na dob nesilica

Pavičić, Nera

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josip Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:223005

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nera Pavičić, apsolvent

Diplomski studij, Specijalna Zootehnika

KVALITETA KONZUMNIH JAJA U OVISNOSTI O DOBI NESILICA

Diplomski rad

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Nera Pavičić, apsolvent

Diplomski studij, Specijalna Zootehnika

KVALITETA KONZUMNIH JAJA U OVISNOSTI O DOBI NESILICA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. doc.dr.sc. Zlata Kralik – predsjednik
2. Izv. prof. dr.sc Zoran Škrtić – mentor _____
3. doc.dr.sc. Dalida Galović - član

Osijek, 2014.

SADRŽAJ: **STR.**

1. **UVOD** -1-
2. **PREGLED LITERATURE** -2-
   - **2.1. PERADARSKA PROIZVODNJA** -2-
     - **2.1.1. PROIZVONJA MESA** -3-
     - **2.1.2. PROIZVODNJA KONZUMNIH JAJA** -6-
       - **2.1.2.1. DRŽANJE NESILICA** -8-
       - **2.1.2.2. MIKROKLIMA OBJEKTA** -14-
       - **2.1.2.3. HRANIDBA NESILICA** -17-
   - **2.2. KVALITETA JAJA** -19-
3. **MATERIJALI I METODE** -25-
4. **REZULTATI I RASPRAVA** -31-
5. **ZAKLJUČAK** -37-
6. **LITERATURA** -38-
7. **SAŽETAK** -46-
8. **SUMMARY** -47-
9. **POPIS TABLICA** -48-
10. **POPIS SLIKA** -49-
11. **POPIS GRAFIKONA** -50-

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA -51-

BASIC DOCUMENTATION CARD -52-

1. UVOD

Peradarska proizvodnja predstavlja u svijetu i u Hrvatskoj jedan od glavnih proizvodnih sustava prehrambene industrije. Finalni peradarski proizvodi na tržištu su jaja i meso. Perje i gnoj smatraju se sekundarnim proizvodima. Moderna proizvodnja bazira se na uzgoju u zatvorenim sistemima, u kontroliranim uvjetima. Karakterizira ju duga tradicija, te visok stupanj industrijalizacije. Obuhvaća sve faze proizvodnje u koju su uključeni uzgoj i držanje rasplodnih nesilica lakih hibrida, uzgoj pilenki za konzumna jaja, uzgoj rasplodnih nesilica teških hibrida, proizvodnja jednodnevnog podmlatka, tov pilića, purića, pačića i guščića i klaonice peradi (Kralik i sur. 2013). U današnjoj proizvodnji genetika i selekcija predstavljaju neizostavni dio kod odabira jedinki. Procesi selekcije obavljaju se u svrhu izdvajanja najboljeg genetskog potencijala, koji će potom dati najbolje, visokovrijedne završne proizvode. Također na temelju genetike omogućeno je izdvajanje onih gena koji će stvoriti otporne životinje na negativne vanjske uvjete i smanjiti pojave bolesti (Kralik i sur. 2013). Meso i jaja kao glavni proizvodi imaju visoku hranjivu i biološku vrijednost, bogati su bjelančevinama i to u najdostupnijem obliku. Meso i jaja kokoši predstavljaju najpovoljnije animalne proizvode na tržištu. Jaja kao i svi prehrambeni proizvodi imaju svoju kvalitetu koja se odnosi na promjenjive vrijednosti u različitim uvjetima. Prema podacima državnog zavoda za statistiku od 1.12. 2013. u Hrvatskoj je zabilježeno 9 307 000 grla od čega su većina kokoši i pilići a nešto manji broj pure, patke te potom guske (DZS, 2014.). Od navedenog broja peradi, također prema podacima državnog zavoda za statistiku, za proizvodnju komercijalnih nesilica izvaljeno je 75 000 jedinki od 330 000, a za tovne 4 556 000 jedinki od 5 436 000 u 2014. godini (DZS, 2014). Jaja predstavljaju najbogatije prehrambene proizvode i izvor hranjivih tvari. Najbolje kvalitete su ona jaja koja su svježa, neoplođena i određene veličine te čiste i neoštećene ljuske.

U ovom radu prikazana je kvaliteta jaja u odnosu na uvjete i vrijeme držanja i njezine promjene u razdoblju od dva tjedna. Cilj istraživanja je prikazati na koji način i u kojim vrijednostima dolazi do opadanja kvalitete jaja u uvjetima sobne temperature i temperature u hladnjaku u razdoblju od 0, 7 i 14 dana.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. PERADARSKA PROIZVODNJA

Peradarska proizvodnja predstavlja uzgoj peradi u svrhu proizvodnje mesa ili jaja kao glavnih prehrambenih proizvoda. Današnja intenzivna proizvodnja odnosi se na uzgoj u stajskim uvjetima, čiji su objekti izgrađeni iz više različitih nastambi ili kompleksa koji su međusobno povezani u cjeline. Pri izgradnji takvih objekata potrebno je voditi računa o više čimbenika kao što su izbor lokacije, kapacitet farme, izbor građevinskog materijala, a poslije izgradnje i mikroklima objekta (Nemanič i Berić, 1995). Oprema koja se koristi mora osigurati dobrobit životinja i očuvanje proizvodnih sposobnosti. Razvojem peradarstva razvili su se i sustavi hranjenja. Izbor sustava ovisi o veličini objekta, kategoriji životinja, tehnologiji uzgoja i držanja (Nemanič i Berić, 1995). U svijetu je zastupljena u svim djelatnostima, od uzgajivačke do prerađivačke. Kao jedna od najznačajnijih proizvodnja u stočarstvu većim dijelom je organizirana industrijski s velikim proizvodnim jedinicama, a manje kao obiteljska poljoprivredna gospodarstva (MPS, 2011). Kao sekundarni proizvodi koriste se gnoj za izgnojavanje polja i perje u tekstilnoj industriji. Osim proizvoda koji nastaju uzgojem za prehranu ljudi, peradarska proizvodnja se odnosi i na proizvodnju jednodnevnih pilića i rasplodnih jaja. Najzastupljenije su kokoši, tj. pilići, potom purići, pačići i guščići. Porastom broja stanovnika, povećava se i potreba za hranom. Upravo hranom ljudi mogu kontrolirati svoj metabolizam, i osigurati si dovoljno hranjivih tvari za održavanje imuniteta. Za zdravu i pravilu ljudsku prehranu potrebno je voditi računa o pravilnom omjeru hranjivih tvari, bjelančevina, masti i sl. Bjelančevine predstavljaju jedan od glavnih sastojaka kojim se odlikuju peradarski proizvodi, meso i jaja. Osim visoke kvalitete proizvoda u korist peradarske proizvodnje govori i brza proizvodnja. To se odnosi na razvoj zametka izvan majke u inkubatorima ali i na prijevoz jednodnevnih pilića na veće udaljenosti što omogućava intenzivnu i industrijaliziranu proizvodnju. Također ključan je i brz metabolizam peradi koji omogućava brzi rast (Nemanič i Berić 1995). Moderna peradarska proizvodnja odvija se primarno u zatvorenim objektima kako bi se jedinke zaštitile od divljih ptica, vremena, predatora i raznih bolesti. Proizvodnja je organizirana u velikim proizvodnim jedinicama koji surađuju sa specijaliziranim obiteljskim gospodarstvima, naročito u proizvodnji peradarskog mesa. Ovisno o tipu proizvodnje koriste se različite pasmine, točnije hibridi koji nastaju križanjem najboljih u svrhu poboljšanja kvalitete mesa i jaja. Uzgoj se vrši

ovisno o tipu proizvodnje, tj. radi li se o uzgoju za meso ili jaja. Sama proizvodnja dijeli se na uzgoj i držanje rasplodnih nesilica hibrida lakih pasmina, uzgoj pilenki za proizvodnju konzumnih jaja, uzgoj i držanje nesilica hibrida teških pasmina, proizvodnju jednodnevnog podmlatka, tov pilića, purića, pačića i guščića (HPA, 2014.). Kako je većina proizvodnog sustava uspostavljena prije ulaska u Europsku Uniju, potrebno je izvršiti rekonstrukciju kako bi se udovoljilo svim zahtjevima za dobrobit životinja ali i okoliša (MPS, 2011). Kada govorimo o proizvodnji konzumnih jaja koriste se najčešće hibridne nesilice, s visokim genetskim potencijalom, ako je riječ o kombiniranoj proizvodnji koriste se srednje teške pasmine, dok se za proizvodnju mesa upotrebljavaju teške i kombinirane pasmine koje koriste za stvaranje hibrida (Agroklub, 2008). Glavni koncept kojega se treba pridržavati u svrhu dobivanja profitabilne i konkurentne proizvodnje je poštivanje uvjeta koji intenziviraju proizvodnju. Na taj način se ona može držati na visokom nivou s maksimalnim iskorištenjem genetskog materijala (Meso, 2004). U našim uvjetima držanje peradi se odnosi na kooperantske odnose s većim tvrtkama, slično mljekarskoj proizvodnji. U peradarskoj proizvodnji kooperant osigurava farmu, tj. objekt i osnovne uvjete za proizvodnju dok uzgajatelj hranu, dobrobit i zdravstvenu zaštitu životinje te same jedinke (Janječić, 2004).

2.1.2 PROIZVODNJA MESA

Proizvodnja mesa peradi temelji se na uzgoju brojlera. Uključuje niz procesa koji su povezan kako bi dobili hranu spremnu za tržište. Upravo o proizvodnom procesu ovisi prihvatljivost mišića peradi, što se odnosi na njihove kemijske, fizikalne i strukturalne promjene (Janječić, 2004). Uzgajaju se uglavnom na podnom načinu uzgoja, na stelji od piljevine najčešće u kontroliranim uvjetima do vremena klanja. Pilići se uzgajaju u prostorima koji su opremljeni sistemima za hranidbu i napajanje, ali i sistemima ventilacije i održavanja optimalnih uvjeta. Drže se na dubokoj stelji koja uvijek mora biti suha kako bi se održalo zdravstveno stanje životinja (NCK, 2012). Izbor lokacije peradnjaka vrlo je važan čimbenik uspješne peradarske proizvodnje. Lokacijom se može utjecati na organizaciju, zdravstveno stanje životinja a zajednički i na finalni proizvod (Berić i Senčić, 1997). Proizvodnja mesa temelji se na jednoj cjelini koja se sastoji od uzgoja jednodnevnog podmlatka, držanjem matičnih jata za rasplodna jaja, valjenje pilića, tov i klanje s hlađenjem i preradom (Nemanič i Berić, 1995). Tov pilića predstavlja jedne od

najbržih i najunosnijih oblika proizvodnje bjelančevina životinjskog porijekla. Lako je probavljivo, visoke hranjive vrijednosti ali i niske energetske. Što se cijene tiče niža je od drugih vrsta (Berić i Senčić, 1997). Uzgoj podmlatka odnosi se na razdoblje od prijema do najkasnije 20. tjedna. To razdoblje služi za pripremu pilenki za proizvodnju. Sva oprema mora biti u funkciji i sa što manje buke kako bi se spriječili negativni utjecaji stresa. Nepoznavanje čimbenika može dovesti do raslojavanja i neujednačenosti jata. Uzgoj se temelji na mehanizmu sve unutra sve van kao i u svakom tipu peradarske proizvodnje.

Prije unosa novih jedinki obavlja se priprema objekta. Priprema se temelji na sanaciji, te potom odmoru od minimalno 14 dana. Za vrijeme sanacija obavlja se čišćenje, pranje objekta i sustava te dezinfekcija. O navedenoj tehnologiju ujedno i ovisi hoće li određeni proizvodni ciklus biti uspješan ili ne (Nemanič i Berić, 1995). Čišćenje i dezinfekcija se provode kombinirano. Proces čišćenja se odnosi na struganje, metenje, četkanje i pranje u cilju uklanjanja vidljivih grubih nečistoća. Tim postupkom se uklanja 25 – 60% prisutnih mikroorganizama (Tofant, 2003). Prethodi dezinfekciji upravo kako bi dezinfekcijska sredstva mogla pravilno djelovati jer neke organske tvari mogu neutralizirati njihov učinak. U praksi se koriste suho čišćenje ili u kombinaciji s mokrim, i postoje četiri osnovna koraka, namakanje, pranje, ispiranje i sušenje (Matković i Matković, 2006). Za razliku od čišćenja, dezinfekcija predstavlja postupak kojim se neki predmet ili materijal oslobađa zaraznosti tj. čini ga nesposobnima za prenošenje infekcije (Tofant, 2003). Navedenim postupkom se uklanjaju, onesposobljavaju ili uništavaju mikroorganizmi i smanjuje njihov broj ispod infektivne doze. Nakon procesa dezinfekcije potrebno je objekt odmarati jedan do tri tjedna (Matković i Matković, 2006). Nakon pripreme objekta dolazi do prijema životinja. Teške hibridne linije treba što prije istovariti u ograđene prostore. Nakon vađenja životinje se važu i potom prazne kutije. Svi zakržljali, uginuli i deformirani pilići se u startu odvajaju. Nakon unošenja pilića potrebno je konstantno regulirati temperaturu kroz tjedne, tri puta dnevno. Kako tjedni prolaze tako se i temperatura smanjuje sa 26 u prostoriji na 18. Najbolji pokazatelj temperature je ponašanje pilića. Također se vrši kontrola svijetla, prvi dan 24 sata, a nakon toga propisani program. (Nemanič i Berić, 1995). S obzirom da se u današnjem peradarstvu većinom koriste hibridne linije one su izgubile nagon sjedenja na jajima pa se valjenje pilića mora omogućiti umjetno. Prednosti takvog valjenja su velike, jer omogućavaju povećani broj dobivenih jedinki ali i proizvodnju pilića u svim razdobljima godine. Za pravilnu tehnologiju proizvodnje potrebno je, osim mikroklimatskih uvjeta, kvalitetna hranidba, dob jata i odnos spolova. Veliki značaj inkubatorske proizvodnje je u zdravstvenom i zootehničkom stajalištu

(Nemanič i Berić, 1995). Ona mora biti izdvojena od svih dijelova proizvodnog procesa, te zaštićena od unosa bolesti i sl. Postoje razni tipovi inkubatora, a najprihvatljivija podjela je na jednoslojne i višeslojne. Jednoslojni su manjeg kapaciteta i jaja se nalaze na istom mjestu tijekom cijelog procesa, griju se električnim grijačima iznad jaja da imitiraju slične uvjete prirodnog sjedenja na jajima. Višeslojni inkubatori su većih kapaciteta iz nekoliko ladica. Inkubacija se vrši u jednom prostoru a valjenje u drugome. Sadrže grijače, ventilator, uređaj za regulaciju vlage, mehanizam okretanja jaja te kolica za smještaj jaja (Višnjić i sur. 1982). Prije same inkubacije odabiru se jaja za nasad. Važna je starost jaja za nasad, masa i njihov pravilni oblik. Prije ulaganja u inkubator jaja se dezinficiraju čime se osigurava potpuna čistoća jajeta (Višnjić i sur. 1982). Dezinfekcija se obavlja plinjenjem ili fumigacijom za koju se koristi formaldehid. Uspješnu i pravilnu dezinfekciju može se provesti na više načina. Plinjenje u objektima provodi se neposredno nakon skupljanja jaja u posebnim komorama koje su kondicionirane i prilagođene. Zaplinjena jaja moraju se čuvati u kutijama i do odvoza skladištiti u posebnom prostoru kako ne bi došlo do ponovne kontaminacije. Plinjenje se može uspješno obaviti i u zajedničkom skupljalištu na farmi, i kao treći tip odmah nakon skupljanja jaja u valionici unutar dva sata (Nemanič i Berić, 1995). Također bitni korak proizvodnje je izdvojiti one nesilice koje nesu loša jaja ili premalenu količinu. One troše više hrane, uznemirenije su i uznemiruju druge nesilice oko sebe. Poboljšanje tovnih sposobnosti pilića uspješno se prešlo s ekstenzivnog na intenzivni uzgoj. Za tov pilića u intenzivnom uzgoju potrebni su grijači ili umjetne kvočke, hranilice i pojilice. Hranilice se razlikuju ovisno o starosti jedinki. U početku su to hranilice u obliku plitica do 10. dana života, potom poluautomatski ili automatski sustavi ili podni konvejneri. Visina hranilica se regulira također ovisno o dobi, uz hranilice postoje i različiti sustavi napajanja (Berić i Senčić, 1997). Za uspješnu proizvodnju osnovno je zdravlje, ali i brojni drugi utjecaju kao genetika, okoliš, hranidba, tehnologija i sl. Tehnologija i zdravlje mogu se kontrolirati zajednički putem ventilacije. Ona ima zadatak osigurati čisti zrak kako bi se razina onečišćenog zraka smanjila na minimum ali i nagomilavanje topline ljeti. Zimi sličnu funkciju ima sustav zagrijavanja zraka. Porastom količine štetnih i smanjenjem korisnih plinova indirektno se utječe na zdravlje životinja, a moguće i na proizvod koji bi dobili uzgojem (Berić i Senčić, 1997). Nakon pripreme objekta mogu se useliti pilići za tov. Dovoze se u zatvorenim klimatiziranim kamionima i direktno istovaraju u objekte. Prethodno je objekt zagrijan, i ima dostupnu svu potrebnu opremu, hranu i vodu. Primanje se može odvijati na dva načina: kružno tj. prave se kružni odjeljci po cijelom objektu ili na slobodni podni prostor. Nakon 10 - ak dana provedenih u

odvojenim dijelovima pregrade se uklanjaju i pilići borave u cijelom prostoru peradarnika (Višnjić i sur. 1982). Tov brojlera je intenzivni, brzi tov peradarske proizvodnje. Traje 42 dana, a razlikuje se u tri vrste hrane ovisno o starosti životinja. U prvih sedam dana pilići se hrane starterom koji su najbogatiji sirovim bjelančevinama, a osnovne krmne smjese su žitarice, najviše kukuruz. (Krstić, 1977). Od sedmog dana do kraja tova koriste se smjese finišer I i finišer II. Za navedene smjese je karakteristično da je finišer I. smjesa koja se daje do 6 tjedana starosti, sa smanjenim udjelom bjelančevina na oko 20%, a finišer II. smjesa nakon 6 tjedana i sadržaj bjelančevina je smanjen na 18% proteina. Hranidba se odvija po volji s manjim hranidbenim i pojidbenim prostorom (Nemanič i Berić, 1995). Nakon završetka tova pilići se odvoze sa farme. Prije odvoženja perad mora gladovati oko 10 sati. Izlovljena perad se ubacuje u kaveze, te transportira do klaonica u rashladnim kamionima.

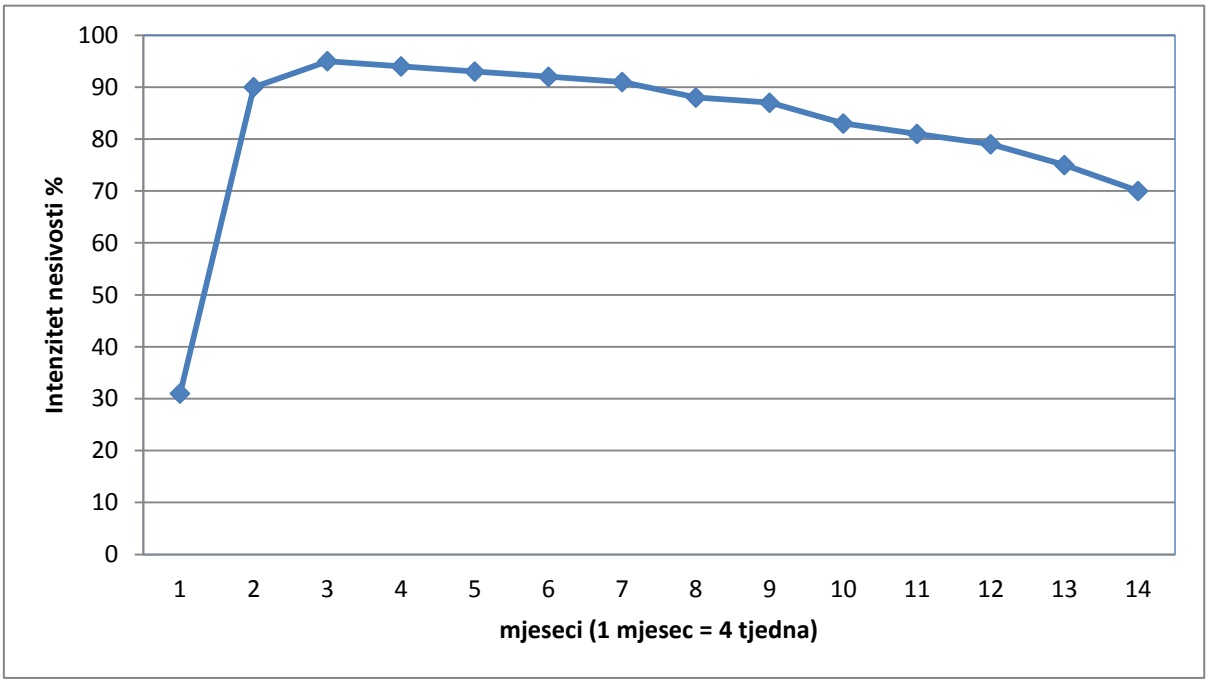
2.1.3. PROIZVODNJA KONZUMNIH JAJA

Proizvodnja konzumnih jaja predstavlja proizvodnju jaja koja se koriste kao prehrambeni proizvod i nisu oplođena kao kod roditeljskih jata. Koriste se kokoši malih težina najčešće međulinijskih hibrida u intenzivnoj proizvodnji. Jaja se, osim u sirovom obliku koriste u brojnim prehrambenim i prerađivačkim industrijama (Lambio, 2010). Upravo zbog male tjelesne težine nesilicama su potrebne male količine hrane. Međulinijski hibridi podijeljeni su u skupinu za proizvodnju jaja bijele ljuske i skupinu za proizvodnju jaja tamne ili obojene ljuske. Danas selekcijske tvrtke uspjele su genetskim odabirima i križanjima stvoriti visokoproduktivni laki hibrid (Kralik i sur., 2008). Izbor hibrida je najbitniji čimbenik proizvodnje, a bira se ovisno o cilju proizvodnje. S obzirom na to da se radi o proizvodnji konzumnih jaja najčešće korišteni hibridi u svijetu su White Leghorn za bijela, a Golden Comets, Red Sex Links i Issa Brown za smeđa jaja (Akers i sur. 2002). Glavni cilj proizvodnje konzumnih jaja je omogućiti tijekom cijele godine dovoljne količine na tržištu i zadovoljiti potrebe potrošača (Nemanič i Berić, 1995). Prema Kralju (2005) prosječna vrijednost proizvodnje je oko 9% stočarske proizvodnje, ali s tendencijom smanjivanja.

Struktura proizvodnje konzumnih jaja kao i ona mesa se odnosi na:

- Intenzivna proizvodnja na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima
- Intenzivna proizvodnja na velikim proizvodnim jedinicama – tvrtkama
- Ekstenzivna i sezonska proizvodnja na okućnicama.

Jaja kao glavi prehrambeni proizvod predstavljaju odličan izvor bjelančevina, masti, vitamina i minerala (Seuss-Baum, 2005). Njihova kvaliteta određena je pravilnicima svake države, pogotovo onih jaja koja se stavljaju na tržište. Pod pojmom jaja se podrazumijevaju ona jaja koja su dobivena od kokoši nesilica namijenjenim prodaji na tržištu i klasiraju se prema kvaliteti (Kralik i sur. 2012). Proizvodnja i potrošnja jaja jedna je od najrazvijenijih u skoro cijelom svijetu. Ranija istraživanja pokazala su da je jaje jedno od esencijalnih hranjivih tvari u održavanju pravilnog zdravstvenog stanja ljudi te kao zaštitnu hranu (Biđin, 2010). Da bi proizvodnja jaja bila profitabilna na svim razinama moraju se poštivati uvjeti koji će ju održati na visokom nivou. Maksimalna proizvodnja postiže se već u prva tri mjeseca, a jato se drži sve dok se mogu pokriti uloženi troškovi (Kralik i sur., 2008).



Grafikon 1. Krivulja intenziteta nesivosti kod lakih hibrida nesilica (Kralik i sur. 2008)

Prema časopisu Meso (2004) osnovni koncept proizvodnje se temelji na :

- suvremenim tehničko – tehnološkim rješenjima proizvodnje
- držanju visokoproduktivnih linijskih hibrida peradi
- strogom pridržavanju tehnoloških normi
- držanju samo jedne vrste i proizvodnog usmjerenja, jednog hibrida i jedne starosti
- hranidbi dobro izbalansiranim obrocima
- držanju u zatvorenim objektima
- maksimalnom iskorištenju peradarnika
- tehnološki proces proizvodnje mora početi nabavkom 17 tjedana starih kokica i držanju minimalno 12 mjeseci i potom se mijenja jato
- racionalnom korištenju objekta
- držanju nosilja u baterijama sa suvremeno opremom za hranjenje i napajanje
- redovno provođenje izgnojavanja
- snabdijevanje peradi dovoljnom količinom svježe vode
- osiguravanje skladišnog prostora dovoljnog kapaciteta i adekvatno sagrađen
- striktnom pridržavanju mjera preventive
- održavanju udobnih makroklimatskih uvjeta u objektu
- primjeni svjetlosnog programa
- zaduženju radnika
- redovnoj evidenciji proizvodnje jaja, utroška hrane i svim promjenama.

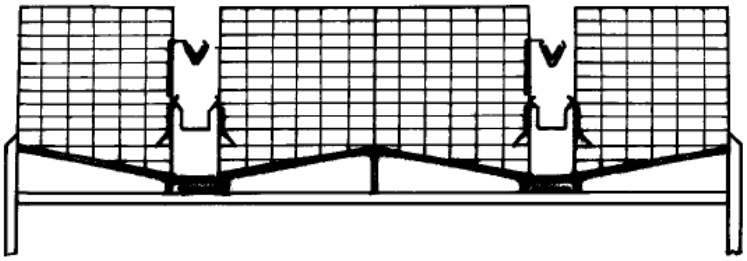
Konzumna jaja se danas proizvode na više načina, tipova farmi, nesilica i načina hranidbe. Peradnjaci u koje su smještene nesilice su posebno izgrađeni montažni objekti. Veličina i dimenzije variraju, i usklađene su s brojem i načinom držanja peradi (Nemanič i Berić, 1995). Mogu se proizvoditi na dva načina, intenzivno i ekstenzivno. U intenzivnoj proizvodnji najčešće se koriste hibridne nesilice koja nesu jaja smeđe ljuske. Za razliku od nje u ekstenzivnoj, koja se provodi na manjim obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima se koriste čiste pasmine kokoši (Kralik i sur., 2013).

2.1.2.1. DRŽANJE NESILICA

Intenzivna proizvodnja temelji se na držanju nesilica u kaveznom uzgoju. U ovom tipu proizvodnje koristi se potpuno automatizirana oprema. Ima ugrađene sustave za hranidbu, pojenje, izgnojavanje i automatsko sakupljanje jaja. Također automatski sustav se odnosi

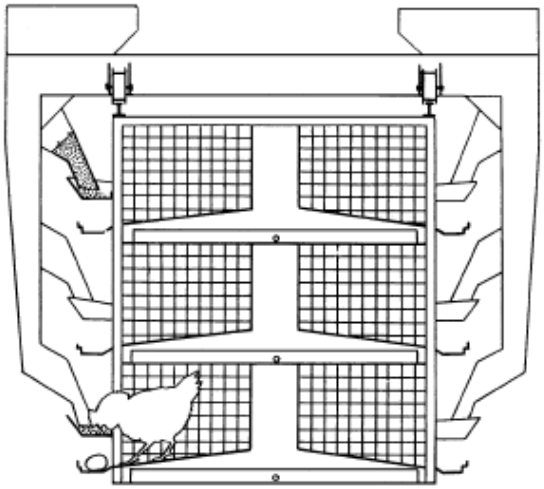
na ventilaciju i osvjetljenje (Nemanič i Berić, 1995). Kavezni uzgoj temelji se držanju nesilica u kavezima propisanih dimenzija i danas je najzastupljeniji tip proizvodnje. Prednosti navedenog načina držanja su visoka proizvodnost, komoditet životinja, isplativost odnos uloženo/dobiveno, higijena jaja primjerena, mali zahtjevi za ljudskim radom, uhodana proizvodnja (Kralj 2005). Razlikuju se tri različita sustava, flat deck, kalifornijski i baterijski sustav (Kralik i sur. 2008). Držanjem u kavezima omogućeno je reguliranje svih utjecaja na životinju. Dnevni pristup zraka regulira se ventilatorima, a hrana dostavlja pokretnim trakama u točnim količinama po jedinki. Isto tako dostupna je i voda, pomoću sustava pojilica na kap. U proizvodnji jaja u zatvorenim objektima nema prirodne svjetlosti, ali je omogućeno umjetno osvjetljenje točno određenim svjetlosnim programom. U kaveze se unose nesilice stare oko 18 tjedana starosti i drže u proizvodnji do oko 70 tjedana. Da bi proizvodnja bila prihvatljiva, isplativa i visoka moraju biti osigurani pravi uvjeti. To se odnosi na temperaturu, vlagu, osvjetljenje, provjetravanje, općenito opremu, izbor nesilica, hranidba i napajanje (Višnjić i sur., 1982). S obzirom da se radi o kavezima ili baterijama, koriste se različiti tipovi. Najviše je u upotrebi troetažni tip s konstruktivnim razlikama. Takav tip kaveza predviđen je za oko 60 nesilica. Kavezi se prave od različitih materijala, a najčešće od pocinčane žice, aluminija ili plastike (Nemanič i Berić, 1995). Od ulaska u Hrvatske u Europsku Uniju, zabranjuje se držanje nesilica u klasičnim kavezima. Nesilice se moraju držati u obogaćenim kavezima, a dozvoljeni su i alternativni način držanja (MPS, 2011). Regulativa o kavezima uvedena je još 2012. godine, proizvođači koji su započeli proizvodnju u klasičnim kavezima, nisu morali prekidati, već nakon završetka proizvodnog ciklusa prilagoditi se novim zakonima. Klasični kavezi bili su nešto manji i sa većim brojem životinja po kavezu (Čižmak, 2013). Proizvodnja jaja započinje unošenjem jedinki, a peradnjak kao i u proizvodnji mesa mora biti temeljito očišćen i pripremljen. Ovisno o hibridu ali i svjetlosnom režimu podmladak može doći u spolnu zrelost prije nego je potrebno ili kasnije. Ranije pronošenje jaja ima utjecaj na smanjenje prosječne težine jaja tijekom nesenja. Kod nas se za proizvodnju konzumnih jaja koristi najčešće hibrid Isa Brown (Nemanič i Berić, 1995). Na proizvodnost nesilica većinom utječu njihove prosječne tjelesne mase i ujednačenost jata. Samo preseljenje nesilica odvija se otprilike desetak dana prije pronošenja, kako bi se izbjegli stresovi. Kao što je već navedeno postoje tri sustava držanja:

- **Flat deck** predstavlja kavezni jednoetažni tip držanja, koji omogućuje potpuno korištenje mehanizacije. Između redova kaveza koriste se pojilice na kap te hranilice koje su potpuno automatizirane. Ispod kaveza nalaze se trake za jaja, ali i traka za izgnojavanje. Između redova kaveza nalaze se prolazi za kontrolu tehnologa. Nedostatak ovog tipa držanja je mala površina i gustoća naseljenosti. Prednost je kao i kod drugih kaveza minimalna ulaganja radne snage (Radivojević, 2009).



Slika 1. Flat deck jednoetažni kavez s visokim stupnjem mehanizacije, u prostorima između kaveza sustav napajanja i hranjenja, ispod traka za jaja (Radivojević, 2009)

- **Baterijski kavezi** su drugi tip kaveznog držanja na tri etaže s gustoćom naseljenosti sličnom flat decku oko 16 do 18 grla po m^2. Za razliku od prethodnog tipa ima bolju mehanizaciju, s dugim trakama ispod svake etaže. Trake služe za izgnojavanje. Hranidba se odvija preko automatiziranih hranilica putem kolica ili traka. Također putem automatiziranih traka se odvija i sakupljanje jaja. Negativnost ovog načina sakupljanja jaja je mogućnost većeg oštećenja jaja tijekom nesenja i pada na pokretnu traku (Radivojević, 2009).
- **Kalifornijski kavezi ili kaskadni** su danas u intenzivnoj proizvodnji jaja najkorišteniji tip kaveza a ujedno i najjednostavnije. Primjenjuju se u manjim jatima. Kavezi su postavljeni stepenasto najčešće dva reda (Radivojević, 2009). U ovakvom tipu držanja olakšano je izgnojavanje i prihvatljive cijene (Kralik i sur. 2008).



Slika 2. Troetažni baterijski tip kaveza s uređajem za hranjenje (Radivojević, 2009).



Slika 3. Kalifornijski ili kaskadni kavezni sustav (Seoski poslovi, http://seoskiposlovi.com/wp-content/uploads/2013/01/oprema-za-gajenje-koka-nosilja.jpg)

Prema direktivi Europske Unije i ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (MPS, 2011.) obogaćeni kavezni sustav držanja mora odgovarati sljedećim uvjetima:

- najmanje 750 cm² podne površine kaveza, od čega 600 cm² iskoristivog prostora,
- visina kaveza na mjestima osim iskoristivog prostora najmanje 20 cm u svakoj točki,
- kavez mora imati površinu od minimalno 2000 cm²,
- mora imati gnijezdo, stelju za kljucanje i čeprkanje,

• odgovarajući materijal za trošenje pandži,

• unutar kaveza prečku dužine od najmanje 15 m po nesilici za sjedenje,

• svaki kavez mora po cijeloj dužini kaveza imati sustav napajanja lako dostupan svakoj nesilici,

• hranilicu od najmanje 12 cm dužine po jednoj nesilici,

• prolaz između redova kaveza od najmanje 90 cm širine,

• najmanje 35 cm od poda objekta do prvog reda kaveza,

• najmanje 2 kapljične pojilice na kap ili šalice za napajanje,

• hranilicu dužine od minimalno 12 cm.

Dosadašnji tipovi kaveza zvali su se neobogaćeni ili klasični kavezi. Bili su manji i s lošijim uvjetima za nesilice (MPS, 2011). Takav tip držanja bio je dopušten do dana ulaska u EU. Kao što je navedeno ranije, ispod kaveza nalaze se sustavi za izgnojavanje. Izvedeni su tako da sakupljaju izmet na dnu kaveza te putem strugača za svaku razinu centrifugalno kanalom se sakuplja gnoj i iznosi iz nastambi (Kralik i sur. 2008). Gnoj se mora redovito iznositi iz nastambi jer ima visoki utjecaj na mikroklimu objekta i stvoriti velike probleme u proizvodnji. Gnoj se kroz peradarnik prenosi trakama koji sadrže strugače za skidanje samoga gnoja. Kako ne bi došlo do kvarenja mehanizma zbog vlage u procesu dolazi do automatskog sušenja toplim zrakom i potom se odstranjuje u skladišta (Kralik i sur. 2008). Upravo zbog obogaćenih kaveza omogućava se visoki stupanj čistoće i higijene snesenih jaja.

Najvažniji dio proizvodnje konzumnih jaja je njihovo sakupljanje i skladištenje. Razlozi iz kojih se provodi automatsko skupljanje su ušteda vremena i radne snage, povećava se kvaliteta proizvodnje i automatski se može brojati koji je broj snesenih jaja (Big Dutchman 2012). Ovisno o građi peradarnika sistemi za sakupljanje sadrže elevatore, konvejnere različitih oblika, sistemi većeg broja povezanih pragova te sistemi za automatski i ručni prijenos (Big Dutchman, 2012). Nakon nesenja, jaja skliznu preko kosog poda na pokretnu traku prekrivenu u većini slučajeva preopiletilenskim slojem u svrhu očuvanja jaja i sprječavanju razbijanja. Sva jaja na traci miruju do trenutka uključivanja sustava u pogon. Sa svake etaže se proteže elevator koji prenosi jaja do transportera. Na kraju nagiba nalazi

se zaštitna ograda koja sprječava razbijanje jaja tj. smanjuje razbijanje (Kralik i sur. 2008). Jaja se potom transporterom dopremaju u stroj za sortiranje gdje se odvajaju prljava, porozna, i jaja s oštećenom ljuskom. Sakupljanje jaja se odvija putem neprekidnih traka koje su automatizirane za klasiranje i pakiranje (Kralik i sur. 2008). Danas sustavi rade bez vremenskog ograničenja i prihvaćaju istovremeno jaja s više etaža. Prije klasiranja u sortirnici, jaja se u nekim proizvodnim kompleksima mogu lampirati te potom se prebacuju na vaganje. Nakon vaganja daje se žig i oznaka farme. Pomoću automatiziranog uređaja jaja se raspoređuju i pakiraju u propisanu ambalažu (MZOIP, 2014). Nakon sakupljanja i vaganja jaja se sortiraju u klase, a potom i u razrede. Na temelju članka 38., stavka 4. Zakona o stočarstvu i članka 35. stavka 2. Zakona o hrani dana su pravila za razvrstavanje (NN 1997., 1998. i 2003) . Prema klasi mogu se podijeliti u:

- A klasa – ekstra svježa jaja
- A klasa – svježa jaja,
- B klasa – namijenjena preradi
- industrijska jaja – nisu za ljudsku prehranu

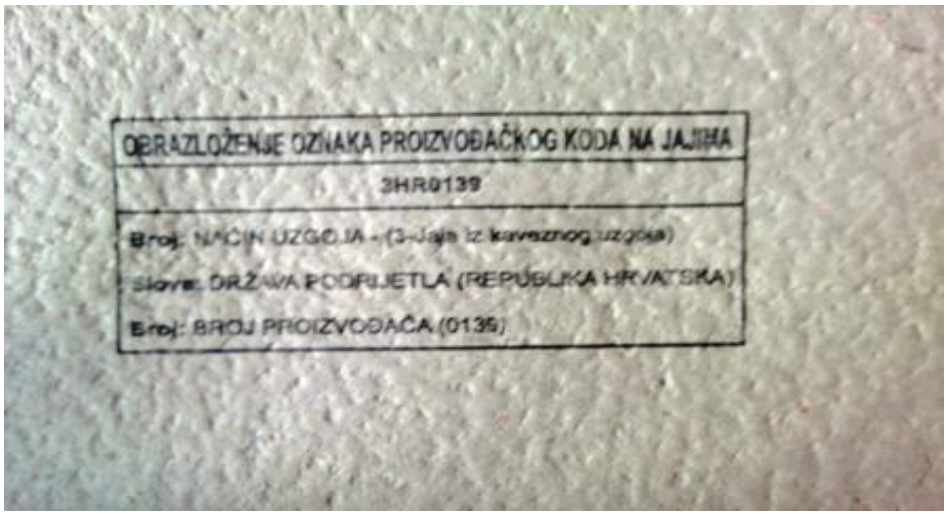
Prema navedenom zakonu iz N.N. br. 115/06 (2006)A klasa se potom može razvrstati u razrede prema težini na:

- XL – vrlo velika: jaja do 73 g i veća
- L – velika: jaja od 63 do 73 g
- M – srednja: jaja od 53 do 63 g
- S – mala: jaja manja od 53 g

Osim klase i razreda, na kutiji jasno mora biti naznačen način uzgoja kokoši. Prema tome razlikuju se 0 – jaja iz ekološkog uzgoja, 1 – jaja iz slobodnog uzgoja, 2 – jaja iz štalskog (podnog) uzgoja i 3 – jaja iz kaveznog (baterijskog) uzgoja (NN. br. 70/97, 36/98 i 153/03). Također jasno se mora vidjeti naziv i adresa tvrtke i trgovački znak, broj proizvođača, klasa i razred jaja, broj jaja u pakiranju, minimalni rok trajanja i pojedinosti o načinu držanja jaja (NN. . br. 70/97, 36/98 i 153/03).



Slika 4. Ambalaža i način označavanja ambalaže



Slika 5. Označavanje ambalaže za jaja

2.1.2.2 MIKROKLIMA OBJEKTA

Osim prihvatljivih kaveza za visoku i kvalitetnu proizvodnju bitno je održavati optimalne mikroklimatske uvjete u peradarniku. Osim na nesenje mikroklima utječe i na uzimanje hrane, te na kvalitetu jaja. Optimalna temperatura u nastambama treba biti od 18 do 22 stupnja, a uz nju je povezana i relativna vlažnost zraka od oko 70% (Kralik i sur. 2008).

Visoke temperature su jedan od čimbenika koji utječe na veličinu jajeta. Odnosi se na dva tipa djelovanja:

- Djelovanje temperature tijekom rasta nesilica utječe na jaja iz razloga što težina nesilica u starosti od 18 tjedana kada ulazi u proces proizvodnje je 20% manja. Razlog tome je velika potrošnja topline i manje uzimanje hrane. Ti utjecaji dovode do smanjenja veličine jajeta ali i njegove težine (Bell i Weaver, 2002).
- Djelovanje temperatura viših od 26 stupnjeva tijekom proizvodnje utječe na smanjenje nesivosti, smanjuje kvalitetu ljuske i njegovu veličinu. Naravno što bi duže temperatura bila povišena to bi duže bilo snesenih manjih i lošijih jaja (Bell i Weaver, 2002).

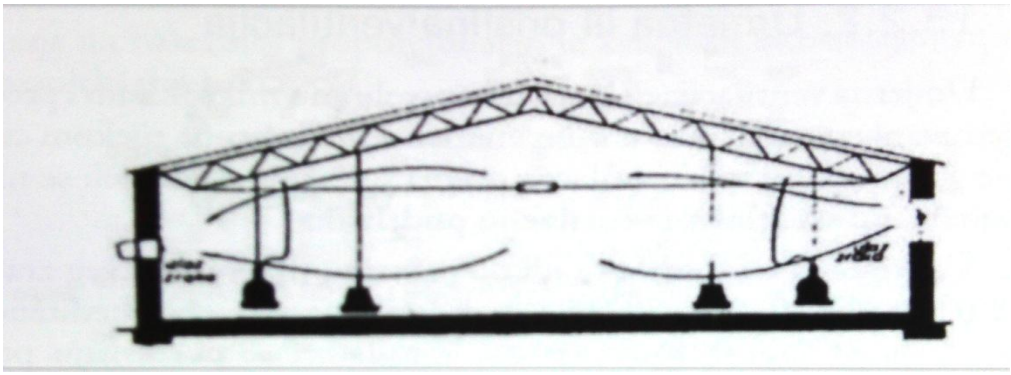
Od ostalih mikroklimatskih uvjeta veliku utjecaj imaju razine štetnih plinova u peradnjaku koji nastaju tijekom proizvodnog procesa.

Tablica 1. Maksimalno dozvoljene koncentracije štetnih plinova u peradarniku (Kralik i sur. 2008.)

Plinovi	Vol. %
Amonijak	0.01
Sumporovodik	0.001
Ugljični dioksid	0.35

Mikroklimatski čimbenici nastambi i peradarnika održavaju se ventilacijom, koja je u intenzivnoj proizvodnji umjetna. Glavna onečišćenja koja nastaju su posljedica razgradnje izmeta, oslobađanja plinova evaporacijom mokaće, disanjem peradi i sl (Kralik i sur. 2008). Glavi zadaci ventilacije su ukloniti suvišnu vlagu iz zraka, suvišnu toplinu, mehanička onečišćenja zraka dovesti na minimum, održati razinu štetnih plinova na poželjnim granicama te osigurati dovoljno kisika (Kralik i sur., 2008). Da bi se navedena izmjena mogla odvijati u peradnjacima su dobro raspoređeni brojni ventilatori određenog kapaciteta. Optimalne vrijednosti izmjene zraka su 3,6 m^3/ h/ kg tjelesne mase brzine strujanja od 0.3 m/s. Svježi zrak mora ujednačeno cirkulirati po cijelom objektu (Nemanič i Berić, 1995). Također jačina i količina izmjene zraka razlikuje se ovisno o težini nesilica i tipu uzgoja. Osim ventilacije potrebno je provoditi i provjetravanje objekta između maksimalnih i minimalnih granica. Za lake hibride nesilica iznosi 4 do 6 m^3kg/h (Kralik i

sur. 2008). Razlikuju se dva tipa ventilacije: umjetna i prirodna. Osim osnovne podjele može se reći da postoje pozitivni pritisak, negativni pritisak i prirodni tip. Pozitivni i negativni pritisak odnose se na umjetnu ili mehaničku ventilaciju u kojoj se koriste veliki mehanički ventilatori koji funkcioniraju u dva tipa. Pozitivni pritisak je tip djelovanja ventilatora koji usmjeravaju svježi zrak unutar peradnjaka, dok negativni izbacuje onečišćeni zrak izvan nastambe (Bell i Weaver, 2002). Pozitivni pritisak je ventilacija na nadtlak čiji se ventilatori postavljaju po sredini ispod krova zajedno s uređajem za ravnomjerno širenje. Negativnost ovog tipa je da zimi uzrokuje ujedno i gubitak topline tj. ventilacijske gubitke (Kralik i sur. 2008). Kod negativnog pritiska ili ventilacije na podtlak izvlači se onečišćeni zrak tako da je ventilacija na različitim položajima i principima. Dijeli se na horizontalnu, vertikalnu, tunelsku i kombiniranu (Kralik i sur. 2008). U novije vrijeme dosta često se može naići na tunelsku ventilaciju. Ona se odnosi na položaje ventilatora na jednom ili oba kraja peradnjaka ili na bokovima sredine nastambi i koristi se kako bi se povećala brzina protoka zraka (Bell i Weaver, 2002.). Funkcioniraju tako da se na jednom kraju nalaze ventilatori za izvlačenje zraka a ulazi na suprotnom. Pomoću njih se smanjuje utjecaj sezonskih promjena. Jedna od češćih također je i horizontalna ventilacija.



Slika 6. Horizontalna ventilacija (Kralik i sur. 2008.)

Provjetravanje je na bočnim stranama preko ventilatora za izvlačenje zraka a na suprotnoj bočnoj za uvlačenje svježeg. Režim rada se odnosi na brzinu okretanja ventilatora i povećanjem protoka zraka (Kralik i sur. 2008). Za razliku od umjetne prirodna ventilacija predstavlja način prozračivanja putem prozora koji se otvaraju ručno ili automatski. Danas je tip prirodne ventilacije u intenzivnim sustavima držanja rijedak Bell i Weaver, 2002).

2.1.2.3 HRANIDBA NESILICA

Glavni dio proizvodnje jaja je hranidba samih nesilica. Perad pretvara hranu koju konzumira u završne proizvode. To se odvija brzo i učinkovito. Njihov visoki omjer produktivnosti rezultira visokim hranidbenim potrebama (Begearmi, M. 2012). Smjese koje se daju moraju biti kompletne, izbalansirane i higijenski ispravne. Sama kvaliteta hrane utječe i na kvalitetu jaja, njegovu boju žumanjka, okus jaja i osobine ljuske. Obrok se daje u dva hranjenja, s kontrolom utroška vode i hrane (Nemanič i Berić, 1995). Hranidba utječe na početak same nesivosti zato što pilenke u početnoj dobi dostižu spolnu zrelost. Ona ovisi o svjetlosnom programu i genetici (Kralik i sur., 2008). Tijekom proizvodnog procesa predstavlja nastavak hranidbe pilenki, koja može utjecati na nesivost u kasnijem razdoblju. Jači rast pilenki je u prva dva tjedna prije ulaska u ciklus i tjedan nakon početka. Konzumacija hrane u tom razdoblju smanjuje se 20% i takva ostaje do prvog nesenja. Potom slijedi nagli rast unosa i onda djelomično stagnira (Akers i sur., 2002). Konzumacija hrane ovisi o tjelesnoj masi, temperaturi, razini energije, izbalansiranost smjese i sl. Sadržaj smjese određuju proizvodne tvrtke hibrida. Hranidba je ad libitum i u fazama. (Kralik i sur., 2008).

Tablica 2. Dnevne potrebe nesilica tijekom proizvodnje (Nemanič i Berić, 1995).

		Razdoblje nesenja, dob u tjednima		
Hranidbeni izvor	**Jedinica mjere**	**19-35**	**40-55**	**55 i više**
Sirove bjelančevine	***g***	19	18,5	18
Lizin	***mg***	860	830	800
Metionin	***mg***	410	395	380
Metionin + cistin	***mg***	740	710	680
Triptofan	***mg***	190	180	170
Treonin	***mg***	570	550	530
Linolenska kiselina	***%***	1,4	1,2	1
Iskoristivi fosfor	***g***	0,42	0,40	0,38
Kalcij	***g***	3,8-4,2	4,0-4,2	4,2-4,6
Natrij	***mg***	180	180	180
Klor	***mg***	170	170	170

Hrana za nesilice je bogata energijom, mineralima i vitaminima. Od minerala je nesilicama najvažniji kalcij. Odgovoran je za izgradnju jake i kvalitetne ljuske. Iako su kod nesenja izuzetno bitne razine kalcija, ne treba ga u obroke uvoditi prerano. Današnje su preporuke su da se kalcij uvodi u trenu kada se pilenke prenose u kaveze (Bell i Weaver, 2002). Kalcij se u organizmu održava unošenjem hranom putem probavnog sustava i krvotokom u većem dijelu. Najčešći izvor kalcija je vapnenac koji se dobro probavlja od strane kokoši a unosi u obliku kalcijeva karbonata (Hunton, P, 2000.). Iako je kalcij od iznimne važnosti za ljusku kao većinski građevni element, može uzrokovati i negativne posljedice. Ukoliko ga se u hranu umiješa previše može umanjiti težinu jajeta, produkciju jaja i povećanu konzumaciju hrane (H Ahmad i sur. 2003). Hranidbene norme prema National Research Council (NRC, 1994.). smanjile su potrebe za kalcijem i preporučuju minimum unosa od 3.9 do 4.20 g/h/d za optimalne performance (Ahmad i sur. 2003). Drugi bitni mineral je fosfor. Potreban je zajedno s kalcijem za izgradnju kostiju. Djeluje s kalcijem, i to prije i nakon apsorpcije iz probavnog trakta. Pod utjecajem je vitamina D u obrocima, a time se i povećavaju. Omjer Ca:P u peradi tj. kokoši nesilica dolazi do 6:1 (Van Eekeren i sur. 2006).

Što se tiče energetskih potreba, kod nesilica su one nešto veće. Dnevne potrebe od oko 1340 kJ dovoljan je za proizvodnju jaja. Tek u postizanju vrha nesivosti može se postupno smanjivati hranidba tj. hranidbena vrijednost smjese. Razlozi iz kojih je bitno pravilno hraniti nesilice odnose se na održavanje tjelesne građe, rasta i razvoja, proizvodnje perja i konačno proizvodnje jaja. Potrebe u energiji se odnose na uzdržne, potrebe za rast i potrebe za proizvodnju jaja (Kralik i sur. 2008). Bjelančevine su kemijski građene od aminokiselina koje perad dobije unosom hrane. Visoko proteinska hrana je skuplji tip obroka. Bitno je da hrana koja se daje bude bogata sirovim proteinima, a njihove količine potrebno je točno odrediti. Putem bjelančevina unose se i esencijalne aminokiseline koje su potrebne za izgradnju tjelesnih proteina (Van Eekeren i sur. 2006). Iskorištenje proteina iz hrane povećava se unosom proteinski bogate smjese a smanjuje sa starosti nesilica (Filev i sur., 1990). Perad može koristiti bjelančevine u količini koja je potrebna kako bi se zadovoljili zahtjevi organizma. Esencijalne aminokiseline za perad su metionin, histidin, arginin, lizin, triptofan, leucin, izoleucin, fenilalanin, treonin, i valin. Što se tiče neesencijalnih aminokiselina, perad ih sintetizira iz prekusora ugljikohidrata i dušika (Kralik i sur. 2008).

Tablica 3. Potrebe nesilica za unosom proteina (Filev i sur., 1990)

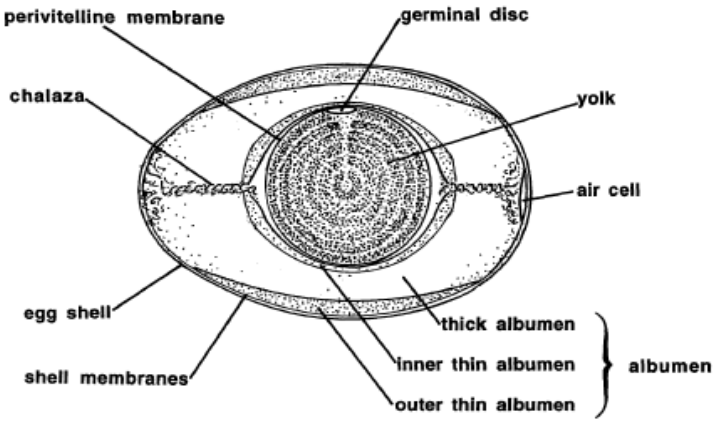
Starost u tjednima	*Početna težina u kg*	*Dobivena težina g/dan*	*Snesena jaja g/dan*	*Potrebe za unos proteina g/dan*
22	1.76	7.1	9	10.2
26	1.91	2.8	47	17.0
30	1.98	1.9	53	18.2
40	2.11	1.1	52	18.0
50	2.19	0.9	49	17.5
60	2.25	0.7	46	16.9
70	2.30	-	43	16.0

Ako je količina bjelančevina tijekom proizvodnog procesa nezadovoljavajuća zaustavlja se proizvodnja ali i rast životinja pa se aktiviraju one iz tkiva. Najkvalitetnija bjelančevinasta krmiva su ona animalnog porijekla. Iako su najkvalitetnija kako bi se sve bjelančevine podjednako iskoristile moraju se kombinirati s onim biljnim (Kralik i sur.2008). Masti su druga potrebna energetska krmiva. Potrebne su više u hranidbi teških hibrida ali se koriste i u nesilica u nešto manjim količinama. Potrebne su im minimalne količine kako bi osigurale dovoljne količine esencijalnih masnih kiselina – linolne, linolenske i arahidonske. Unošenjem u organizam utječu na razinu i profil masnih kiselina u žumanjku jajeta (Kralik i sur. 2008). Što se drugih hranjivih tvari tiče, vitamini imaju glavnu ulogu u djelovanju enzimskih sustava te kao glavni građevni element obrambenog sustava peradi. Unosi ih se u manjim količinama. Dobiva ih se prirodnim putem biljki, ali u intenzivnom kaveznom sustavu ovisni su o vitaminima u smjesama. U dovoljnim količinama i omjerima održava proizvodnost (Van Eekeren i sur. 2006).

2.2. KVALITETA JAJA

Prema Pravilniku iz N.N. br. 115 (2006) jaja predstavljaju kokošja jaja u ljusci dobivena od kokoši nesilica namijenjeni prehrambenoj industriji. S obzirom na njegovu građu i sastav predstavlja jedno od najkvalitetnijih namirnica. Kao takvo nudi potpuno balansirane esencijalne hranjive tvari od bjelančevina, vitamina, minerala sve do masnih kiselina (Brugalli i sur., 1998). Kvaliteta je definirana kao zbir karakteristika hrane koje utječu na njegovu prihvatljivost od strane korisnika. Jaje nastaje serijom kompliciranih procesa kao završni proizvod. U konzumnih jaja ono nastaje iz lijevog jajnika, koje proizvodi jajnu

stanicu dok desni jajnik nije funkcionalan (Solomon (1991) i Johnson (2000)). Jaje se sastoji iz žumanjka (30 – 33%), bjelanjka (oko 60%), ljuskinih membrana i ljuske (9 – 12%) (stadlman 1995, Roberts, 2004, Biđin, 2010). Žumanjak jajeta nalazi se uklopljen u infundibulumu gdje jaje obitava kratko vrijeme. Obavijeno je tankom elastičnom opnom koja ga učvršćuje putem halazi (Biđin, 2010). Također sadrži blastoderm te genetički kod u rasplodnih jaja (Biđin, 2010). Iz infundibuluma putuje do magnuma gdje se stvaraju proteini bjelanjka (Roberts, 2004). Navedeni sloj služi kao zaštitni dio žumanjka od svih štetnih utjecaja. Također predstavlja kalup za stvaranje ljuske (Roberts, 2004). Također vrši opskrbu zametka hranjivim tvarima te apsorpciju mehaničkih utjecaja. Dio koji se nalazi uz žumanjak naziva se tankim slojem i ima više vode. Drugi dio se nalazi bliže ljusci, gušći je i deblji (Biđin, 2010). Iz magnuma prolazi do isthmusa gdje stvara vlakna za unutrašnju i vanjsku membranu. Potom u jaje prodiru voda i elektroliti i oblikuje se jezgra. U isthmusu se jaje zadržava kratko vrijeme. Formiranjem unutrašnje i vanjske ljuske dolazi do završnog oblika jajeta. Vlakna koja se formiraju su proteinskog porijekla. (Bell i Weaver, 2002).



Slika 7. Građa jajeta (Stadelman, 1995.).

Nakon toga dolazi do najdužeg procesa u kojemu se formira ljuska (Roberts, 2004). Ljuska se sastoji iz membrane, mamilarne jezgre, ljuske matriksa i kutikule. Sve navedeno čini organski matriks. S druge strane postoji anorganski matriks koji sadrži kalcijev karbonat. Membrane ljuske su propusne za plinove ali i tekućine čime se omogućuje nadomještanje izgubljene vode zrakom u obliku zračne komore. Membrane se nalaze između vanjske i unutrašnje ljuske na tupom dijelu jaja (Biđin, 2010). Kvaliteta ljuske se može definirati kao

sposobnost ljuske za zaštitom, njezinom izgledom i glatkoćom (Bell i Weaver, 2002). Mjeri se na više načina, a najčešći tip mjerenja je potpunom destrukcijom jajeta. Kod ljuske se mjeri jačina, tj. njezina tvrdoća i pod kojom silom ona puca, te debljina (Hamilton, 1982). Čimbenici koji utječu na kvalitetu ljuske su proizašli iz djelovanja genetike i selekcije, različitih tipova nesilica, veličina jajeta i način proizvodnje (Curtis i sur.,1985). Istraživanjima je dokazano kako i starost nesilica utječe na kvalitetu, točnije kako kvaliteta jaja opada starenjem nesilica (Roland i sur., 1975, Roberts i Ball, 2004). Navedeni se utjecaj može smanjiti poticanjem ranijeg mitarenja. Drugi način kontrole jačine ljuske može biti hranidbom. To je moguće zato što ljuska sadrži i do tri grama kalcija. Prema tome svaki obrok mora sadržavati dovoljne razine kako bi mogle biti iskorištene u svrhu stvaranja kvalitetnih jaja (Roberts, 2004). Ljuska kao takva može sadržavati i razna oštećenja koja mogu utjecati na unutrašnjost jajeta. Ono se odnosi na velike pukotine, pukotine veličine vlasi kose, zvjezdaste pukotine i tanke oljuštene ili ne oljuštene nepravilnosti (Gerber, 2014). Postoji nekoliko čimbenika koji utječu na smanjenje njezine kvalitete kao što su produljenje nesivosti, povišenje okolišne temperature, pojava stresa, peradarske bolesti i lijekovi (Bell i Weaver, 2002). Ljuska jajeta i njezina kvaliteta može se razlikovati i u boji. Većinom su ili bijele ili u nekoliko nijansi smeđe. Glavni utjecaj imaju pigmenti tijekom razvoja ljuske. Kada se govori o građi jaja ona je ista u svih vrsta, ali se razlikuje po veličini, boji, težini i omjerima hranjivih tvari te sastavnih dijelova. Građa žumanjka koji se formira u razvoju utječe na završnu veličinu jajeta više od bilo kojeg drugog čimbenika. Jaja proizvedena u početku nesenja imaju žumanjke koji čine 25% ukupne težine jaja, dok pred kraj nesenja udio žumanjka iznosi i do 30%. Kako raste veličina jajeta, težina žumanjka raste brže od težine bjelanjka (Bell i Weaver, 2002). Žumanjak predstavlja unutrašnji sadržaj jaja koja uključuju funkcionalne, estetske i mikrobiološke čimbenike. Svježe jaje sadrži 32% žumanjka (Leeson, 2006). Nalazi se u unutrašnjosti jaja i obavijen je žumanjčanom opnom. Sastoji se od svjetlijih i tamnijih žutih slojeva koji se izmjenjuju u koncentričnim krugovima. Površinski sloj sadrži zametnu pločicu a obavijaju ga tri sloja bjelanjka različite konzistencije (Kralik i sur. 2008). Žumanjak je izgrađen iz 48.7 % vode, 32.6 % masti, 16.6 % bjelančevina, 1.0 % ugljikohidrata i 1.1 % minerala. Masti sadrže kolesterol, trigliceride masnih kiselina, slobodne masne kiseline i fosfatide (Kralik i sur. 2008). Na sastav žumanjka kao i drugih dijelova jajeta utječe se hranom koja mijenja kemijske sastojke hrane (Kralik i sur. 2008). Boja žumanjka varira i pod najvećim je utjecajem već navedene hranidbe, ali isto tako ne utječe na njegovu hranjivu vrijednost. Starenjem jajeta

žumanjak apsorbira vodu iz bjelanjka čime povećava svoju veličinu. Tim procesom dovodi do povećanja i stanjenja vitelinske membrane, te žumanjak postaje ravan i pjegav (Jeffrey i Graham, 2007). Bjelanjak predstavlja vanjski sloj jajeta, i okružuje žumanjak u tri sloja. U ljudskoj prehrani predstavlja najvrjedniji tip bjelančevina zbog sastava i lake probavljivosti. Bjelanjak predstavlja prirodnu barijeru te sprječava prolaz bakterija i mikroorganizama u jaje (Lewko i Gornowicz, 2009). U bjelanjku se nalaze i visoke razine lizozima koji štite embrij, a imaju i ulogu u održavanju svježine jajeta (Lewko i Gornowicz, 2009). Bjelanjak sadrži 12 do 15% suhe tvari i 85 do 88% vode. Nalazi se ispod ljuske i to u tri sloja, rijetki, gusti i ponovo rijetki ili svijetli. Sadrži mnoštvo bjelančevina od kojih se najviše nalaze ovalbumini, konoalbumini i ovoglobulini. Od složenih bjelančevina prisutni su glikoproteini. Također, sadrži i ugljikohidrate (glukoza, manoza i galaktoza, Kralik i sur. 2008). Da bi se jaje moglo staviti u prodaju, ljuska mora biti vidljivo čista, bez pukotina koje su vidljive prosvjetljivanjem, ne smije biti tragova embrija u razvoju ili puterifikaciji i zgrušane krvi, ne smiju biti inkubirana niti rukovana i uskladištena pod uvjetima koji minimaliziraju kondenzaciju na površini jaja (Gerber, 2014). Kvaliteta jajeta može se mjeriti na više načina, tj. mjere se parametri vanjske i unutrašnje kvalitete. Pod vanjsku kvalitetu ubrajamo: masu jaja, indeks oblika, čvrstoću ljuske i njezinu debljina. Unutrašnja kvaliteta odnosi se na više pokazatelja kao što su indeks žumanjka, indeks bjelanjka, pH žumanjka, pH bjelanjka, Haughove jedinice, vrijednosni broj, stupanj starenja te sadržaj osnovnih kemijskih sastojaka (Kralik i sur. 2008). Na kvalitetu jaja, osim menadžmenta i hranidbe kokoši, veliki utjecaj ima rukovanje jajima i način skladištenja. Upravo unutrašnja kvaliteta je najbitnija za potrošače zbog hranidbene vrijednosti jajeta te funkcionalnih i estetskih čimbenika (Gerber, 2014). Kvalitetno jaje ne smije imati krvave, pigmentne ili mesne pjege. Što se unutrašnje kvalitete tiče ona se odnosi na kvalitetu žumanjka i kvalitetu bjelanjka. Kada se govori o kvaliteti žumanjka, mjeri se njegova boja, ali i snaga žumanjčane opne, točnije tekstura, čvrstoća i miris. Boja varira ovisno o uzgoju kokoši i pigmentu prirodnih ili sintetskih izvora hrane (Roberts i Ball, 2004.). Boja je ključni faktor odabira jaja od strane potrošača. Primarni čimbenik koji utječe na boju su karotenoidi. Oni su odgovorni za zlatno žutu boju žumanjka. Učinkovitost i svojstva boje različitih karotenoida se prenose u učinkovitost pigmenta (Beardsworth, 2004). Najvažniji karotenoid je ksantofil koji je zapravo biljni pigment i u organizam se unosi putem hrane. Boju je moguće kontrolirati dodavanjem prirodnih ili sintetskih oblika ksantofila (Gerber, 2014). Iako se boja može kontrolirati dodavanjem bojila, nepravilnim miješanjem u obrok kao i prevelikim može se dobiti

različite varijacije u količini navedenog pigmenta u jatima (Gerber, 2014). Karotenoidi se mogu uključiti u obrok korištenjem sirovih tvari kao što su kukuruz ili travnati obroci uz već navedene aditive. Boja se razvija kroz dvije faze: saturacijom kao prvom i bojenjem kao prvom. Saturacija je nakupljanje žute baze od strane žutih karotenoida. Bojenje je druga faza u kojoj se dodaju crveni karotenoidi kako bi se boja žumanjka mogla tonirati. Tri su bitna žuta karotena: lutein, zeaksantin i apoester. Za razliku od njih crveni su cantaksantin, citranaksantin i kapsantin / kapsorubin (Beardsworth, 2004.). Boja se može mjeriti uz pomoć različitih uređaja kao što je npr. Egg Multi – Tester koji uz boju mjeri i Haughove jedinice. Jednostavnim načinom boja žumanjka mjeri se uz pomoć lepeza s već određenim skalama boja. Što se tiče čvrstoće žumanjak svježe snesenih jaja je okrugli i čvrst (Jacob i sur., 2000). Starenjem membrana se razgrađuje, i voda iz bjelanjka ulazi u žumanjak (Gerber, 2014). Osim kvalitete žumanjka mjeri se i kvaliteta bjelanjka. Mjeri se u Haughovim jedinicama koje se izračunavaju iz visine bjelanjka i mase jajeta. Visina bjelanjka je promjenjiva vrijednost jer se u uvjetima čuvanja mijenja struktura razgradnjom mucina (Kralik i sur. 2008). Minimalne vrijednosti Haughovih jedinica (HU) je 60, dok svježa imaju navedene vrijednosti od 75 do 85. U žumanjku i bjelanjku osim boje i HJ, može se mjeriti i pH vrijednosti kao i njihove temperature. Upravo navedena dva čimbenika (PH i temperatura) mogu utjecati i na smanjenje vrijednosti Haughovih jedinica. Vrijednosti pH također su jedan od opisnih elemenata u svrhu ocjene kvalitete jaja. Prema provedenim istraživanjima, promjene u pH vrijednosti očituju se tijekom vremena skladištenja. Skladištenjem se pH vrijednost povećava uslijed gubitka CO_2 iz jaja, pri čemu dolazi do do povišenja razine suhe tvari (Samli i sur. 2005.). Vrijednost pH predstavlja negativni logaritam koncentracije H^+ iona u bjelanjku i žumanjku, te se pomoću njega određuje kiselost ili bazičnost određene tvari. U bjelanjku normalnog, svježeg jajeta pH iznosi 7,6 što znači da je alkaličan, za razliku od žumanjka koji iznosi 6.0 što znači da reagira kiselo (Kralik i sur. 2008.). Prema istraživanju Akyurek i Aylin (2009.) do promjene pH vrijednosti može doći iz više razloga, a najviše pod utjecajem skladištenja i temperature. Veće promjene pod utjecajem skladištenja mogu biti vidljive u bjelanjku. Do promjena dolazi pod utjecajem ugljikova dioksida (CO_2) koji za vrijeme stajanja prodire kroz ljusku iz jajeta čime se narušava ravnoteža kemijskog sastava jajeta. Narušavanjem ravnoteže narušava se i koncentracija vodikovih iona, a te promjene vrše puferi u obliku bjelančevina i slobodnih masnih kiselina (Kralik i sur. 2008). Iako dolazi do pada pH vrijednosti isto tako slabije opadaju vrijednosti kod jaja starijih kokoši. Mjerenjem pH vrijednosti prate se i vrijednosti temperature jaja. Većina testova provođena je na sobnoj

temperaturi i temperaturi od 4˚C (Silversides i Scott, 2001., Samli i sur. 2005., Menezes i sur. 2012.,). Što se tiče vanjske kvalitete, ona se mjeri pod utjecajem skladištenja i temperature, a odnosi se na masu jajeta, indeks oblika, čvrstoću, debljinu i masu ljuske. Prije početka se obično jaja moraju vagati kao svježa te potom dolazi do testiranja određenih čimbenika (Kralik i sur. 2012). Već navedenim brojnim istraživanjima zaključeno je da vanjski čimbenici i dob nesilica imaju utjecaja i na vanjsku kvalitetu jaja. Tijekom čuvanja prve promjene vide se odmah nakon nesenja, jer se naglo mijenja temperatura okoliša. Nesenjem dolazi do stvaranja zračne komorice koja se daljnjim čuvanjem povećava. Također dolazi do gubitka mase, koji se primjetnije povećava na višim temperaturama, dok one na nižima gube masu slabije (Kralik i sur. 2008). Da bi se dobila potpuna slika kvalitete jaja mora se u obzir uzeti i dob nesilica iako ona ne utječe na sve parametre. U istraživanjima uzimaju se jaja od nesilica na početku, sredini i pred kraj nesenja kako bi se mogle uočiti značajnije razlike. Prema istraživanjima Siyar i sur. (2007.), Akyurek i Okur (2009.) razlike su bile statistički značajne ($P<0,05$). Starije kokoši nesle su veća jaja od onih mlađih. Osim njihove veličine i težine, dob je utjecala i na unutrašnju kvalitetu, što se odnosi na veću količinu bjelanjka ali i žumanjka te čvrstoću ljuske. Manji utjecaj imali su na suhu tvar jaja tj. žumanjka što se ne može reći i za bjelanjak (Siyar i sur. 2007). Iako su žumanjci bili veći i količina bjelanjka također, ista ta dob u testiranju kvalitete ne može imati veći utjecaj na njihove težine iz razloga različitih temperatura skladištenja. Što se tiče svježine jaja, starost nesilica je utjecala tako da je smanjivala više kvalitetu bjelanjka od one žumanjka (Siyar i sur. 2007).

3. MATERIJALI I METODE

Istraživanjem je utvrđena kvaliteta konzumnih jaja podrijetlom od nesilica različite dobi (25. i 69. tjedan starosti) držanih u obogaćenim kavezima. Za određivanje kvalitete korišteno je ukupno 360 jaja:

- 120 tek snesenih jaja (po 60 komada nesilica starih 25 i 69 tjedana)
- 120 jaja čuvanih sedam dana na sobnoj temperaturi i u hladnjaku obje dobi te
- 120 jaja čuvanih četrnaest dana na sobnoj temperaturi i u hladnjaku obje dobi

Sva jaja korištena u istraživanju su prikupljena nasumično i pripadaju klasi "A". Od pokazatelja vanjske kvalitete mjereni su masa jaja, indeks oblika, čvrstoća ljuske, debljina ljuske i masa ljuske. Od unutrašnjih parametara kvalitete mjereni su boja žumanjka, masa žumanjka, masa bjelanjka, pH žumanjka i pH bjelanjka. Dobiveni rezultati unošeni su u listu mjerenja po danima mjerenja i temperaturama. Testiranja su se provodila u laboratoriju za specijalnu zootehniku, u sklopu centra izvrsnosti za istraživanja u proizvodnji hrane od 1.7 do 15.7.2014.

Indeks oblika prikazuje se u postotcima. Temelji se na korištenu pomične mjerke mjerenjem širine i dužine jajeta te potom se rezultati postavljaju u sljedeću formulu prema kojoj je:

Indeks oblika (%) = širina jajeta/dužina jajeta * 100

Masa jaja, masa ljuske i mase osnovnih dijelova jaja tj. bjelanjka i žumanjka

Masa jaja predstavlja težinu jajeta u koju se ubrajaju njegova ukupna masa, ali i masa ljuske, te masa bjelanjka i žumanjka. Sve mase u pokusu mjerene su u gramima (g) uz pomoć vage PB 1502-S Mettler Toledo (slika 9). Vaga je kalibrirana na 0.01 gram (g).



Slika 8. Vaga za mjerenje mase jaja i osnovnih dijelova Mettler Toledo PB 1502 – S; mjerenje mase ljuske

Na sličan način mjeri se i masa ljuske. Nakon razbijanja jaja i odvajanja bjelanjka i žumanjka, masa ljuske mjeri se vaganjem ljuske jaja.

Vaganje mase bjelanjka i žumanjka vrši se kroz nekoliko koraka. Prvenstveno se moraju razdvojiti bjelanjak i žumanjak uz pomoć žlice. Potom se vaga kalibrira na plastične čaše koje će sadržavati navedene dijelove. Nakon postavljanja plastičnih čaša i kalibracije u čaše se smije stavljati bjelanjak i žumanjak. Bjelanjak se stavlja na vagu, čeka se smirivanje vage te potom očitava dobiveni rezultat i unosi u primjerenu rubriku na listi mjerenja. Nakon bjelanjka mjeri se žumanjak po već opisanoj proceduri.

Čvrstoća ljuske predstavlja mjerenje snage pod kojom dolazi do pucanja ljuske jajeta. Mjeri se nakon indeksa oblika i mase jaja uz pomoć automatskog uređaja Egg Shell Force Gauge MODEL – II (Slike 10. i 11.). Senzor na uređaju doticanjem jaja lagano usporava dok ne dođe do pucanja ljuske kada on staje i vraća u početni položaj. Na displayu se prikazuje dobiveni rezultat u kilogramima (kg).



Slika 9. Egg Shell Force Gauge Model – II



Slika 10. Mjerenje čvrstoće ljuske jajeta

Boja žumanjka mjeri se neposredno nakon razbijanja ljuske i mjerenja njezine čvrstoće. Može se mjeriti na više načina, automatskim uređajem Egg Multi-Tester EMT-5200 ali i npr. putem lepeze boja Yolk Color Fan (Slike 12. i 13.). U diplomskom radu korištena je Yolk Color Fan lepeza. Ona sadrži skalu nijansi boja od 1 do 15, koja se prislanja na uzorak i uspoređuje s bojom žumanjka određujući jačinu nijanse (Slika 14.). Uzorak dobivamo rastvaranjem ljuske na ravni tanjur.



Slika 11. Yolk Color Fan lepeza



Slika 12. uzorak jajeta za mjerenje boje



Slika 13. Mjerenje boje jaja uz pomoć lepeze Yolk Color Fan

- *pH bjelanjka* mjeri se nakon razbijanja ljuske, korištenjem automatskog uređaja. Predstavlja negativni logaritam koncentracije H^+ iona u bjelanjku, tj. prikazuje pufersko svojstvo jajeta i njegov stupanj kiselosti ili lužnatosti. Mjeri se uz pomoć uređaja koji se naziva pH metar. Sastoji se od fiksnog postolja i mjernog instrumenta s elektrodom. Prije same upotrebe pH metar se mora kalibrirati na željeni pH pri određenoj temperaturi. Kalibracija se vrši u pripadajućim otopinama pufera pritiskom na tipku cal. Nakon navedenog postupka može se započeti s mjerenjem. Uzorak bjelanjka nakon razbijanja ljuske se odvaja od žumanjka u plastičnu čašu, važe i potom lagano miješa te provodi mjerenje pH vrijednosti. Normalni pH bjelanjka iznosi oko 7, i mijenja se s vremenom i uvjetima skladištenja uzrokujući njegov porast.
- *pH žumanjka* mjeri se kao i kod bjelanjka uz pomoć pH metra nakon razbijanja ljuske. Također može prikazati pufersko svojstvo i tako prikazati njegovu kiselost odnosno lužnatost. Mjeri se uz pomoć pH metra, nakon kalibracije uređaja prema proceduri opisanoj za mjerenje pH bjelanjka.
- *Debljina ljuske* se mjeri ovisno o vlažnosti ljuske. Mjerenje se vrši uz pomoć elektronskog mikrometra s točnošću od 0.001 mm, na otprilike sredini ljuske (Slika 15.). Nakon sušenja ljuska se uzima i umeće u srednjem dijelu između vijaka od kojih je dio fiksni a drugi dio pomični.



Slika 14. Mjerenje debljine ljuske pomoću elektroničkog mikrometra

Nesilice su bile podrijetlom Lohmann Brown.

Statistička obrada dobivenih podataka obavljena je uz pomoć programa Statistica v.12 (StatSoft Inc., 2013). Razlike u kvaliteti kod svježih jaja utvrđene su pomoću jednostruke ANOVA-e. Podaci dobiveni mjerenjem kvalitete jaja skladištenih 7. i 14. dana obrađeni su uz pomoć MANOVA (2x2). Čimbenici za MANOVA-u bili su dob nesilica (25. i 69. tjedan) i temperatura čuvanja (sobna i hladnjak). Statistički značajna razlika smatrana je ona kod koje je P vrijednost navedenih čimbenika ili interakcije bila manja od 0,05 za ANOVA-u i MANOVA-u. Fisherov LSD-test korišten je za post-hoc analizu kako bi se utvrdila razlika između skupina. Razlike između skupina naznačene su malim početnim slovima za $P<0,05$.

4. REZULTATI

Istraživanje je provedeno na 360 nasumično prikupljenih jaja klase A i različitih težinskih razreda. Tijekom 14 dana testirana su svježa jaja, jaja čuvana na sobnoj temperaturi od 22˚C i ona držana u hladnjaku na 4˚C. Na Tablici 4. prikazana su obilježja kvalitete tek snesenih jaja.

Tablica 4. Obilježja kvalitete jaja u odnosu na različite dobi nesilica u 25 tjedni i 69 tjednu proizvodnje kod tek snesenih jaja.

Obilježja kvalitete jaja	69.tjedan (n)	25.tjedan (n)	69.tjedan X ± S	25.tjedan X ± S	P - vrijednost
Težina (g)	60	60	$64,54^{a} \pm 4,64$	$57,71^{b} \pm 5,05$	<0,001
Dužina (mm)	60	60	$58,24^{a} \pm 2,03$	$54,33^{b} \pm 1,67$	<0,001
Širina (mm)	60	60	$44,40^{a} \pm 1,26$	$43,43^{b} \pm 1,32$	<0,001
Indeks oblika	60	60	$76,31^{b} \pm 2,88$	$79,95^{a} \pm 2,04$	<0,001
Čvrstoća ljuske	58	60	$3,42^{b} \pm 0,87$	$3,95^{a} \pm 0,76$	<0,001
Debljina ljuske	59	60	$0,38^{a} \pm 0,03$	$0,33^{b} \pm 0,04$	<0,001
Težina ljuske (g)	59	60	$8,79^{a} \pm 1,01$	$7,84^{b} \pm 0,84$	<0,001
Težina bjelanjka (g)	58	59	$35,51^{a} \pm 4,20$	$34,63^{b} \pm 3,64$	<0,001
Težina žumanjka (g)	58	59	$17,23^{a} \pm 1,65$	$12,83^{b} \pm 1,34$	<0,001
pH bjelanjka	58	59	$8,30^{b} \pm 0,16$	$8,46^{a} \pm 0,27$	<0,001
pH žumanjka	58	59	$5,85^{b} \pm 0,06$	$5,95^{a} \pm 0,08$	<0,001
Boja žumanjka	59	59	$12,27^{a} \pm 0,78$	$11,90^{b} \pm 0,78$	=0,011

$\overline{X}$ – aritmetička sredina; s - standardna devijacija; Brojevi u redovima označeni s ^{a,b,c,d} eksponentima međusobno se statistički razlikuju ($P < 0,05$).

Prema rezultatima istraživanja težina, dužina, širina i indeks oblika jaja statistički značajno su se razlikovali ($P<0,001$) s obzirom na dob nesilica. Očekivano, jaja starijih nesilica veća su i teža u odnosu na ona kod mlađih nesilica. Navedeno je potvrđeno i ranijim istraživanjima Hosseini i sur (2007.) te Akyurek i sur. (2009.). Indeks oblika predstavlja jedan od važnijih parametara kvalitete jaja jer se prema njemu vrši klasiranje samih jaja. Najoptimalnije je ono oblika 74% jer su mogućnosti pucanja ljuske i oštećenja tijekom rukovanja minimalne. Sa 72 % smatra se da je jaje duguljasto a ono od 76% okruglastog oblika (Kralik i sur. 2012). Prema dobivenim rezultatima jaja su većinom okruglasta, pogotovo kod mlađih nesilica u dobi od 25 tjedana, dok su u starijih nešto pravilnija. Dobiveni rezultati sukladni su onima kod Nikolova i Kocevski (2006.) cit u Kralik i sur. (2012). Prema njima dob nesilica ima statistički značajan ($P<0,001$) utjecaj na oblik jaja.

Mjerenja provedena nakon destrukcije jaja, pokazala su kako starost nesilica također statistički značajno (P < 0.001) kod svježih jaja utječe na čvrstoću i debljinu ljuske ali i njezinu težinu. Čvršću ljusku imale su mlađe nesilice ($3,9^{a}$±0,76 kg/cm^2), u odnosu na starije (3,42±0,87 kg/cm^2). Starije nesilice su imale deblju ljusku od mlađih, a samim time i težinu (8,79±1,01g i 0,38±0,03mm u odnosu na 7,84±0,84g i 0,33±0,04mm). Dobiveni rezultati sukladni su ranijim istraživanjima Hosseini-a i sur. (2007). Prema navodu Kralik i sur. 2012. čvrstoća jaja bijele ljuske varira od 3,9 do 4,1 kg/cm^2 te 3,85 do 4,10 kg/cm^2 kod jaja smeđe boje ljuske. Njezina optimalna debljina ljuske varira od 0,330 do 0,340 mm (Kralik i sur. 2008). Prema dobivenim rezultatima istraživanja vidljivo je da su rezultati za debljinu u starijih nesilica nešto iznad granice optimalnih vrijednosti dok su u onih mlađih na donjoj granici.

Prema dobivenim rezultatima vidljivo je da na težinu bjelanjka starost nesilica ima statistički značajni utjecaj (P<0.001) kao i na njegove pH vrijednosti. Teže bjelanjke imale su starije nesilice, dok je pH vrijednost veća kod mlađih nesilica (P<0,001). Statistički značajne razlike (P<0,001) utvrđene su s obzirom na pH i težinu žumanjka. Teže žumanjke s nižom pH vrijednošću imale su starije u odnosu na mlađe nesilice (P<0,001). Navedeno je potvrđeno i prema istraživanjima Akyurek i sur. (2009.) kod kojih su rezultati pokazali da je pH bjelanjka i žumanjka ali i težina bjelanjka također od 20. do 50. tjedna opali i to sa statistički značajnim razlikama (P<0,001). Starije nesilice nesle su jaja tamnije boje žumanjka (P=0,011) Boja je u proizvodnji jaja paragenetski čimbenik i pod većim utjecajem hranidbe i količine bojila u hrani (Kralik i sur. 2012.).

Drugi dio istraživanja proveden je na 120 jaja skladištenim sedam dana u različitim uvjetima, pri temperaturi od +4˚C i +22˚C. Dobiveni rezultati prikazani su na Tablici 5.

Tablica 5. Obilježja kvalitete jaja u odnosu na različite dobi nesilica u 25 tjedni i 69 tjednu proizvodnje kod jaja skladištenih sedam dana.

Pokazatelji	Starije nesilice			n	P–dob	P– temperatura	P– interakcija
	$\overline{x} \pm S$	n	$\overline{x} \pm S$				
Težina jaja	$63,55^{b} \pm 6,10$	30	$67,36^{a} \pm 5,80$	29	<0,001	=0,002	=0,443
Dužina jaja	$58,17^{a} \pm 1,80$	30	$58,72^{a} \pm 2,14$	29	<0,001	=0,509	=0,402
Širina jaja	$44,43^{b} \pm 1,97$	30	$45,34^{a} \pm 1,42$	29	<0,001	=0,001	=0,969
Indeks oblika	$76,45^{c} \pm 4,00$	30	$77,27^{bc} \pm 2,72$	29	<0,001	=0,030	=0,418
Čvrstoća ljuske	$3,25^{b} \pm 0,73$	30	3,76a ± 0,95	28	=0,003	=0,070	=0,177
Debljina ljuske	$0,43^{a} \pm 0,04$	30	$0,32^{b} \pm 0,04$	29	=0,216	<0,001	=0,255
Težina ljuske	$8,12^{b} \pm 0,96$	29	$9,08^{a} \pm 0,80$	29	<0,001	<0,001	=0,299
Težina bjelanjka	$33,64^{b} \pm 6,50$	29	$37,18^{a} \pm 6,67$	28	=0,386	=0,032	=0,166
Težina žumanjka	$16,78^{a} \pm 2,02$	28	$16,78^{a} \pm 1,45$	26	<0,001	=0,176	=0,174
pH bjelanjka	$9,36^{a} \pm 0,10$	29	$9,03^{b} \pm 0,08$	28	=0,650	<0,001	=0,650
pH žumanjka	$6,09^{b} \pm 0,07$	28	$6,09^{b} \pm 0,07$	26	<0,001	<0,001	=0,009
Boja žumanjka	$11,83^{ab} \pm 0,70$	30	$12,14^{a} \pm 0,80$	28	=0,209	=0,090	=0,71
	Mlađe nesilice			n	P– Dob	P– temperatura	P– interakcija
	$\overline{x} \pm s$		$\overline{x} \pm S$				
Težina jaja	$56,95^{c} \pm 4,67$	30	$59,26^{c} \pm 4,46$	30	<0,001	=0,002	=0,443
Dužina jaja	$55,00^{b} \pm 2,29$	30	$54,93^{b} \pm 1,82$	30	<0,001	=0,509	=0,402
Širina jaja	$43,03^{c} \pm 1,24$	30	$43,97^{b} \pm 1,43$	30	<0,001	=0,001	=0,969
Indeks oblika	$78,32^{b} \pm 2,82$	30	$80,10^{a} \pm 3,12$	30	<0,001	=0,030	=0,418
Čvrstoća ljuske	$3,95^{a} \pm 0,80$	30	$4,024^{a} \pm 0,93$	30	=0,003	=0,070	=0,177
Debljina ljuske	$0,43^{a} \pm 0,04$	30	$0,34^{b} \pm 0,03$	30	=0,216	<0,001	=0,255
Težina ljuske	$7,38^{c} \pm 0,79$	30	$8,01^{b} \pm 0,81$	30	<0,001	<0,001	=0,299
Težina bjelanjka	$34,16^{b} \pm 3,90$	30	$34,93^{ab} \pm 3,88$	30	=0,386	=0,032	=0,166
Težina žumanjka	$12,46^{c} \pm 0,90$	30	$13,28^{b} \pm 1,82$	30	<0,001	=0,176	=0,174
pH bjelanjka	$9,37^{a} \pm 0,07$	30	$9,03^{b} \pm 0,06$	30	=0,650	<0,001	=0,650
pH žumanjka	$6,17^{a} \pm 0,07$	30	$6,06^{bc} \pm 0,04$	30	<0,001	<0,001	=0,009
Boja žumanjka	$11,70^{b} \pm 0,84$	30	$11,90^{ab} \pm 0,88$	30	=0,209	=0,090	=0,714

$\overline{X}$ – aritmetička sredina; s - standardna devijacija; Brojevi u redovima označeni s ^{a,b,c,d} eksponentima međusobno se statistički razlikuju (P< 0,001).

Vanjska obilježja kvalitete jaja sedmog dana sukladna su onima utvrđenim kod tek snesenih jaja (starije nesilice imaju teža jaja i osnovne dijelove jaja, mlađe imaju čvršću ljusku). Silversides i Scott (2001.). ističu kako se s dobi nesilica povećava težina snesenih jaja (25 tjedan 52,49g i 59. tjedan 61.71g), dok s vremenom skladištenja u prvih 10 dana lagano opada (svježa 57.45 g i 10 dan 57.03 g). Što se tiče utjecaja temperature na težinu jaja, rezultati su potvrđeni i kroz istraživanje Samli i sur. (2005.) prema kojima pri različitim temperaturama skladištenja također dolazi do opadanja težine jaja sa statistički značajnim razlikama ($P<0.001$). Prema Samli i sur (2005). temperatura i vrijeme skladištenja značajno su utjecali na većinu parametara unutrašnje i vanjske kvalitete jaja, sukladno dobivenim rezultatima u ovom istraživanju. Težine ljuske opadala je s promjenom temperature, tj. njezinim povišenjem kao i kod Samli i sur., 2005. te Akyurek i sur., 2009.

Utvrđene su statistički značajne razlike u težini bjelanjka kod jaja starijih nesilica čuvanih pri različitim temperaturama ($P=0,024$), što je i logično s obzirom na to da je na sobnoj temperaturi tj. višim temperaturama veća razina isparavanja tekućine iz jaja kroz pore na ljusci. Međutim, jasno su uočljive statistički značajne razlike ($P<0,001$) u slučaju izmjerenih pH vrijednosti. Do porasta navedenih vrijednosti pH dolazi zbog sposobnosti puferiranja samog bjelanjka, te do otpuštanja CO_2 za vrijeme skladištenja, čime dolazi do porasta pH. Osim gubitka vode dolazi i do smanjenja viskoziteta bjelanjka (Silversides i Scott 2001). Prema dobivenim rezultatima vidljivo je da sposobnost puferiranja i otpuštanja CO_2 veće na sobnoj temperaturi. Iz rezultata je vidljivo da su unutar dobi veća odstupanja dobivena kod starijih jedinki za pH vrijednosti (6,09±0,07 i 6,05±0,07 : 6,17±0,07 i 6,06±0,04). Kada bi usporedili težinu između dobi jasno je vidljivo da mlađe nesilice imaju lakše žumanjke od onih starijih i da su pod manjim utjecajem dobi i temperature (16,78±2,02 i 16,78±1,45 : 12,4±0,90 i 13,28±1,82). Navedeno potvrđuju Silversides i Scott (2005.) te Samli i sur. (2001.) za utjecaj temperature prema kojima je nakon 10 dana skladištenja pH porastao sa 5,75 u prosjeku na 6,08 pri sobnoj temperaturi, te sa 5,90 na 5,86 opao pri temperaturi od +5˚ C. Na boju žumanjka temperatura skladištenja ima značajan utjecaj. Tamnije žumanjke imaju nesilice obje dobi u jajima čuvanim u hladnjaku u odnosu na ona čuvana na sobnoj temperaturi.

Treći dio istraživanja proveden je nakon 14 dana skladištenja jaja nesilica obje dobi pri sobnoj temperaturi +22˚C i u hladnjaku na +4˚C. Testirano je također 120 jaja a rezultati su prikazani u Tablici 6.

Tablica 6. Obilježja kvalitete jaja u odnosu na različite dobi nesilica u 25 tjedni i 69 tjednu proizvodnje kod jaja skladištenih 14 dana.

POKAZATELJI	69.tjedan			n	P–dob	P–temperatura	P–interakcija
	$\overline{X} \pm S$		$\overline{X} \pm S$				
Težina jaja	$61,07^{ab} \pm 5,21$	29	$62,94^{a} \pm 5,04$	30	<0,001	=0,117	=0,638
Dužina jaja	$58,07^{a} \pm 2,55$	29	$58,17^{a} \pm 1,62$	30	<0,001	=0,638	=0,472
Širina jaja	$44,03^{a} \pm 1,45$	29	$44,17^{a} \pm 1,29$	30	=0,200	=0,702	=0,899
Indeks oblika	$75,93^{b} \pm 3,31$	29	$75,95^{b} \pm 1,89$	30	<0,001	=0,230	=0,238
Čvrstoća ljuske	$3,39^{c} \pm 0,71$	29	$3,60^{bc} \pm 0,55$	30	<0,001	=0,732	=0,258
Debljina ljuske	$0,31^{b} \pm 0,04$	30	$0,32^{b} \pm 0,02$	30	=0,088	=0,740	<0,001
Težina ljuske	$7,98^{b} \pm 0,93$	29	$8,66^{a} \pm 0,78$	30	<0,001	<0,001	=0,169
Težina bjelanjka	$30,59^{b} \pm 6,00$	29	$33,87^{a} \pm 4,76$	30	=0,085	=0,024	=0,297
Težina žumanjka	$15,87^{a} \pm 2,98$	26	$16,42^{a} \pm 1,25$	30	<0,001	=0,191	=0,696
pH bjelanjka	$9,42^{b} \pm 0,17$	29	$9,02^{c} \pm 0,08$	30	=0,552	<0,001	<0,001
pH žumanjka	$6,15^{b} \pm 0,21$	26	$6,09^{b} \pm 0,07$	30	<0,001	<0,001	=0,054
Boja žumanjka	$11,76^{bc} \pm 0,83$	29	$12,03^{ab} \pm 0,61$	30	=0,408	<0,001	=0,120
	25.tjedan			n	P–dob	P–temperatura	P–interakcija
	$\overline{X} \pm S$		$\overline{X} \pm S$				
Težina jaja	$57,81^{c} \pm 5,05$	30	$58,82^{bc} \pm 4,61$	30	<0,001	=0,117	=0,638
Dužina jaja	$55,67^{b} \pm 2,29$	30	$55,20^{b} \pm 1,97$	30	<0,001	=0,638	=0,472
Širina jaja	$43,73^{a} \pm 1,41$	30	$43,80^{a} \pm 1,49$	30	=0,200	=0,702	=0,899
Indeks oblika	$78,64^{a} \pm 2,95$	30	$80,78^{a} \pm 8,43$	30	<0,001	=0,230	=0,238
Čvrstoća ljuske	$4,10^{a} \pm 0,68$	29	$3,98^{ab} \pm 1,08$	30	<0,001	=0,732	=0,258
Debljina ljuske	$0,34^{a} \pm 0,03$	30	$0,31^{b} \pm 0,02$	30	=0,088	=0,740	<0,001
Težina ljuske	$7,53^{c} \pm 0,70$	30	$7,81^{bc} \pm 0,68$	30	<0,001	<0,001	=0,169
Težina bjelanjka	$33,32^{ab} \pm 6,24$	30	$34,54^{a} \pm 4,14$	30	=0,085	=0,024	=0,297
Težina žumanjka	$13,06^{b} \pm 1,17$	30	$13,36^{b} \pm 1,19$	30	<0,001	=0,191	=0,696
pH bjelanjka	$9,50^{a} \pm 0,07$	30	$8,95^{d} \pm 0,03$	30	=0,552	<0,001	<0,001
pH žumanjka	$6,26^{a} \pm 0,14$	30	$6,10^{b} \pm 0,06$	30	<0,001	<0,001	=0,054
Boja žumanjka	$11,67^{c} \pm 0,66$	30	$12,33^{a} \pm 0,61$	30	=0,408	<0,001	=0,120

$\overline{X}$ – aritmetička sredina; s - *standardna devijacija; Brojevi u redovima označeni s ^{a,b,c,d} eksponentima međusobno se statistički razlikuju (P<0,001).*

Temperatura skladištenja nije imala statistički značajan utjecaj na težinu, dužinu i širinu jaja, indeks oblika i debljinu ljuske, a dob na širinu jaja, debljinu ljuske težinu i pH bjelanjka te na boju žumanjka. Ponovo je utvrđeno kako su jaja čuvana na temperaturi +4˚C teža od onih na +22˚ ($61,07^{ab}$±5,21 : $62,94^{a}$±5,04) kod starijih nesilica što je već ranije utvrđeno zbog utjecaja temperature na isparavanje tekućine iz samoga jajeta. Temperatura skladištenja ima statistički značajan utjecaj na težinu ljuske (P<0,001). Navedeni rezultat potvrđuju Samli i sur. (2005.).

Teži bjelanjak imala su jaja čuvana u hladnjaku (P=0,024). Utvrđen je statistički značajno veći (P<0,001) pH u žumanjcima i bjelanjcima jaja čuvanih na sobnoj u odnosu na temperaturu u hladnjaku. Također, jaja čuvana na sobnoj temperaturi imala su svjetliji žumanjak od onih čuvanih u hladnjaku (P<0,001).

5. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja utjecaja dobi i temperature skladištenja na kvalitetu jaja može se zaključiti slijedeće:

- Starije nesilice imale su teža, duža i šira tek snešena jaja (P<0,001). Mlađe nesilice nesle su jaja lakše, tanje i čvršće ljuske, lakšeg žumanjka i bjelanjka (P<0,001). Veći pH bjelanjka i žumanjka (P<0,001) imale su mlađe nesilice. Tamniji žumanjak (P=0,011) imale su starije nesilice kod tek snesenih jaja.
- Nakon sedmodnevnog skladištenja jaja na temperaturama od 4°. i 22°C opaža se značajniji pad pH vrijednosti žumanjka i bjelanjka kod jaja čuvanih na sobnoj temperaturi u odnosu na jaja koja su čuvana u hladnjaku. Jaja čuvana sedam dana u hladnjaku imaju tamniju boju od onih koja su čuvana na sobnoj temperaturi kako kod mlađih, tako i kod starijih nesilica.
- Nakon 14.dnevnog čuvanja jaja u hladnjaku i pri sobnoj temperaturi utvrđen je statistički značajan utjecaj temperature (P<0,001) na težinu ljuske pH bjelanjka i žumanjka te boju žumanjka, kao i statistički značajan utjecaj na težinu bjelanjka (P=0,024)

Starije nesilice nesu teža, duža i nešto šira jaja. Težina ljuske, bjelanjka i žumanjka veća je kod starijih nesilica. Mlađe nesilice imaju čvršću, a starije deblju ljusku jajeta. Kod tek snesenih jaja tamniji žumanjak imaju starije nesilice. Vrijednosti pH žumanjka i bjelanjka razlikuju se s obzirom na dob nesilica. Skladištenjem jaja pri različitim temperaturama dolazi do značajnih razlika s obzirom na boju žumanjka, pH vrijednosti izmjerenih u bjelanjku i žumanjku te u težini ljuske i bjelanjka. Dužim skladištenjem jaja u odnosu na svježa jaja pogoršava se njihova kvaliteta pri čemu značajniji utjecaj ima temperatura u odnosu na dob nesilica.

6. LITERATURA

1) Ahmed, AMH, Rodriguez, A., Vidal, ML., Gautron, J., Garcia – Ruiz, J. i Nys, Y (2003): Effect of moult on eggshell quality. British Poultry Science 44: 782 – 783. U: Roberts, Juliet R. (2004): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens, Animal Physiology, School of Rural Science and Agriculutre, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, Journal of Poultry Science, 41 : 161 – 177, 2004. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article , 6.8.2014
2) Ahmad Anwar Hafiz, Yadalam S.S. i Roland D.A. Sr. (2003): Calcium Requirements of Bovanes Hens, 107 Williams – Bowie Hall, Tuskegee University, Tuskegee, AL 36088, USA, Poultry Science Department, Auburn University, AL 36849 – 5416, USA. International Journal of Poultry Science 2 (6): 417-420, 2003. http://www.docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2003/417-420.pdf
3. Akers, D., Akers, P., i dr. Latour, Mickey A. (2002) : Choosing a Chicken Breed: Eggs, Meat or Exhibition. Animal Sciences Poultry, Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette, IN 47907. http://www.e-bookspdf.org/view/aHR0cDovL3d3dy5jZXMucHVyZHVlLmVkdS9leHRtZWRpYS9BUy9BUy01MTgucGRm/QXMtNTE4LXcgQW5pbWFsIFNjaWVuY2VzIFBvdWx0cnlwb3VsdHJ5IC0gUHVyZHVlIFVuaXZlcnNpdHk=, 5.8.2014
4. Akyurek Hasan i Okur Agma Aylin (2009): Effect of Storage Time, Temperature and Hen Age on Egg Quality in Free-Range Layer Hens. Department of Animal Science, Faculty of Agricultural, Namik Kemal University, Tekirdag, Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances 8 (10): 1953 – 1958.
5. Anonymous (1999a): Bovines Management Guide. Centurion Poultry, Lexington, Georgia. U: Ahmad Anwar Hafiz, Yadalam S.S. i Roland D.A., Sr. (2003): Calcium Requirements of Bovanes Hens. 107 Wiliams – Bowie Hall, Tuskegee University, Tuskegee, AL 36088, USA. Interantional Journal od Poultry Science 2(6) : 417 – 420, 2003 http://www.docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2003/417-420.pdf 6.8.2014
6. Anonymous (1999b): Hy – Line Management Guide. Hy- Line Interantional. West Desmoines, Iowa. U: Ahmad Anwar Hafiz, Yadalam S.S. i Roland D.A., Sr. (2003): Calcium Requirements of Bovanes Hens. 107 Wiliams – Bowie Hall, Tuskegee University, Tuskegee, AL 36088, USA. Interantional Journal od Poultry Science 2(6) : 417 – 420, 2003 http://www.docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2003/417-420.pdf 6.8.2014.

7. Beardsworth, P.M. i Hernandez, J-M.(2004.): Yolk colour – an important egg quality attribute. DSM Nutritional Products, International Poultry Production – Volume 12 Number 5. http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/pp12.5p17.pdf- 3.9.2014
8. Bell, D., Weaver, W.D. (2002): Commercial chicken Meat and Egg Production. Kluwer Academic Publisher, Norwell, Massachusetts. http://books.google.hr/books?id=rSrIW3cYu_cC&printsec=frontcover&dq=commercial-chicken-meat-and-egg-production.&hl=hr&sa=X&ei=mALhU4nROMmi4gTIkYCoDA&ved=0CB4QuwUwAA#v=onepage&q=commercial-chicken-meat-and-egg-production.&f=false , 5.8.2014.
9. Berić Branko i Senčić Đuro (1997): Tov pilića, Poljodjelski vjesnik d.o.o Osijek
10. Berry, WD. (2003): The physiology of induced molting. Poultry science 82: 971 – 980. U: Roberts, Juliet R. (2004): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens, Animal Physiology, School of Rural Science and Agriculutre, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, Journal of Poultry Science, 41 : 161 – 177, 2004. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article , 6.8.2014.
11. Bermudez, J. Alex, DVM Dacpv, Deceased; Mahmoud El-Begearmi, PhD; Kirck C. Klasing, BS, MS, PhD; Steven Leeson, PhD (2012): Management of Laying Chickens. Last full review/revision March 2012; http://www.merckmanuals.com/vet/poultry/nutrition_and_management_poultry/management_of_laying_chickens.html
12. Curtis, PA, Gradner, FA i Mellor, DB (1995): A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. I. Shell quality. Poultry Science 64 : 297 – 301. U: Roberts, Juliet R. (2004): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens, Animal Physiology, School of Rural Science and Agriculutre, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, Journal of Poultry Science, 41 : 161 – 177, 2004. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article , 6.8.2014.
13. Carrazzoni de Menezes, Pasquoal, Rodrigues de Lima, Evilda, Pinto de Medeiros, Juliana, Ketruy de Oliveira, Wanessa Noadya, Evencio-Neto, Joaquim (2012): Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. Revista Brasileira de Zootecnia, R. Bras.Zootec., v.41, n.9, p.2064-2069.

14. Čižmak Valerija (2013): Sustavi držanja nesilica za proizvodnju konzumnih jaja, Stočarstvo, Savjetodavna služba,11.1.2013. http://www.savjetodavna.hr/?page=savjeti,14,375 2.8.2014
15. dzs.hr - Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Priopćenje (2014.), Broj stoke i peradi – konačni rezultati stanje 1. Prosinca 2013., 7. Travnja.2014. broj 1.1.21. Zagreb, http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2014/01-01-21_01_2014.htm, 29.7.2014.
16. dzs.hr - Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Priopćenje (2014.), Proizvodnja i vanjska trgovina jednodnevnom peradi u svibnju 2014. 27.lipnja 2014. Broj 1.1. 29/5. Zagreb, http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2014/01-01-29_05_2014.htm , 29.7.2014.
17. Egg quality guide; Maff Publications, Admail 6000, London SW1A 2XX, www.maff.gov.uk. http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/food/industry/sectors/eggspoultry/documents/eggqual.pdf - 3.9.2014
18. El – Begearmi Mahmoud (2012): Noutritional requirements of poultry, The merck veterinary manual,http://www.merckmanuals.com/vet/poultry/nutrition_and_management_poultry/nutritional_requirements_of_poultry.html , 6.8.2014.
19. Filev K., Sokarovski J., i Kon – Popovska M. (1990): Feed formulations for laying hens, Options Méditerranéennes, Sér.A /n˚7, 1990 – L' aviculture en Mediterranée. http://om.ciheam.org/om/pdf/a07/CI901579.pdf, 6.8.2014.
20. Gerber Natalie (): Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: a review. Egg producers federation of New Zealand (Inc) / Poultry Industry Association of New Zealand 96 D Carlton Gore Road, Newmarket, 1023 Auckland – 6.8.2014.
21. Halle, I. (2000): Influence of feed on egg quality. From quality feed to quality food. Proceedings of 9th International Symposium on Animal Nutrition, Kaposvar, Hungary, 51 – 63; Cit. u: Kralik Gordana, Has – Schon Elizabeta, Kralik Davor i Šperanda Marcela (2008): Peradarstvo - Biološki i zootehnički principi, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek i Sveučilište u Mostaru, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Grafika Osijek.

21) Harms, R.H. i P.W. Waldroup, (1971): The effect of high dietary calcium on the performance of laying hens, Pult. Sci., 50: 967 – 969. U: Ahmad Anwar Hafiz, Yadalam S.S. i Roland D.A., Sr. (2003): Calcium Requirements of Bovanes Hens. 107 Wiliams – Bowie Hall, Tuskegee University, Tuskegee, AL 36088, USA. Interantional Journal od Poultry Science 2(6) : 417 – 420, 2003 http://www.docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2003/417-420.pdf 6.8.2014.

23. HPA – Hrvatska poljoprivredna agencija, Peradarstvo. http://www.hpa.hr/peradarstvo/,
24. Hunton Peter : Calcium sources for laying hens, Nova Scotia project: Dr. Derek M. Anderson, Nova Scotia Agricultural College, Truro, NS B2 5E3 http://www.poultryindustrycouncil.ca/pdfs/factsheets/fs_133.pdf
25. IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techinques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs, July 2003. U Kralik Gordana, Has – Schon Elizabeta, Kralik Davor i Šperanda Marcela (2008): Peradarstvo - Biološki i zootehnički principi, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek i Sveučilište u Mostaru, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Grafika Osijek.
26. Jeffrey A. Coutts, Graham C. Wilson (2007.): Optimum Egg Quality: A practical Approach, 5M Publishing ; http://www.thepoultrysite.com/publications/1/egg-quality-handbook - 3.9.2014
27. Johnson, AL (2000): Reproduction in the female. U: Sturkie's Avian Physiology. 5th ed. Ed. Whittow, GC. Academic Press, San Diego,London, Boston, 569-596. 2000. U: Roberts, Juliet R. (2004): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens, Animal Physiology, School of Rural Science and Agriculutre, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, Journal of Poultry Science, 41 : 161 – 177, 2004. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article , 6.8.2014.
28. Janječić Zlatko, dr.sc. (2004): Utjecaj predklaoničkih i klaoničkih faktora na kvalitetu mesa peradi, Meso: prvi hrvatski časopis o mesu, Vol. VI, br.6, Zagreb. 30.7. 2014
29. Kralik Gordana, Schön – Has Elizabeta, Kralik Davor, Šperanda Marcela (2008): Biološki i zootehnički principi – Peradarstvo, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera – Poljoprivredni fakultet u Osijeku i Sveučilište u Mostaru – Agronomski i prehrambeno – tehnološki fakultet, Grafika Osijek.

30. Kralik Gordana, Kralik Igor, Kralik Zlata, Janječić Zlatko (2013) : Peradarstvo Republike Hrvatske – stanje i perspektive. 15.svibanj.2012., Izlaganje sa znanstvenog skupa, Krmiva , Vol.54, 2: 47-58, Zagreb, http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=147182, 29.7.2014.
31. Kralik Gordana, Janječić Zlatko, Kralik Zlata, Škrtić Zoran (2013): Stanje u peradarstvu i trendovi njegova razvoja, 11. Listopad 2013., Poljoprivreda 19:2013 (2) 49 – 58, Izlaganje na znanstvenom skupu, http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=166159 29.7.2014
32. Kralik Zlata, Kralik Gordana, Grčević Manuela, Škrtić Zoran, Biazik Ewa (2012): Usporedba kvalitete konzumnih jaja različitih proizvođača, 20.veljače 2012. Krmiva 54, Zagreb 1: 17-21, Izvorni znanstveni članak. http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=142350 ,14.7.2014.
33. Kralj Davorin (2005): Smjernice EU u peradarskoj proizvodnji kavezni/alternativni načini držanja – primjena u praksi, Stočarstvo 59:2005 (3) 189 – 201, izlaganje sa znanstvenog skupa, http://www.stocarstvo.agronomsko.hr/2007/2007_03_04%20D%20Kralj_Smjernice%20EU%20u%20peradarskoj.pdf, 29.7.2014.
34. Kramer, A. (1951): What is quality and how can it be measured: From a food technology point of view. In: Market Demand and Product Quality. Mktg. Res. Workshop Rept., Michigan State College. U: Greber Natalie : Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: a review. Egg Producers Federation of New Zealand (Inc)/ Poultry Industry Association of New Zealand 96 D Carlton Gore Road, Newmarket, 1023, Auckland.
35. Krstić Mihajlo (1977.): Praktično živinarstvo, Biblioteka zadružna knjiga, Nolit Beograd
36. Lambio Angel Laylo (2010.): Poultry production in the tropics, The university of the philippines press, http://www.google.hr/books?id=odf7FVcX4UEC&printsec=frontcover&hl=hr#v=onepage&q&f=false, 1.8.2014.
37. Mužic Stjepan, Kralik Gordana, Raguž – Đurić Radmila, Janječić Zlatko, Bobetić Branko (2009.) : Peradraska proizvodnja u Republici Hrvatskoj. 15.prosinca 2008., Stručni rad, Krmiva, Vol.50 No6., Zagreb, http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=52148, 29.7.2014.

38. Meso: prvi hrvatski časopis o mesu (2004): Peradarstvo – proizvodnja jaja ili mesa, Vol. VI (2004) br.4, http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=40689 30.7.2014
39. Mzoip – ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2014): Tehničko tehnološke rješenje za postojeće postrojenje farme koka neislica Marijančanka d.o.o , općina Marijanci, Zavod za unapređivanje sigurnosti d.d. Osijek. http://www.mzoip.hr/doc/IPPC/Tehnicko_15_04_2014_6.pdf 9.8.2014
40. Narodne novine (2006): Ministarstvo poljoprivrede,šumarstva i vodnog gospodarstva, Pravilnik o kakvoći jaja. N.N br.115/06 , 25.10.2006. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/128304.html 9.8.2014.
41. Nemanič Jožef i Berić Željko (1995): Peradarstvo, Nakladni zavod Globus, Zagreb
42. National Research Council (1994): Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. Ed. National Academy Press, Washington, D.C. http://www.lamolina.edu.pe/zootecnia/biblioteca2012/NRC%20Poultry%201994[1].pdf 6.8.2014.
43. Radivojević Dušan (2009): Objekti i oprema za živinu; Mehanizacija stočarske proizvodnje,Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd http://www.avm.rs/dok-Radivojevic/6-DR-Zivina.pdf 8.8.2014.
44. Roberts, Juliet R. (2004): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens, Animal Physiology, School of Rural Science and Agriculutre, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, Journal of Poultry Science, 41 : 161 – 177, 2004. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article , 6.8.2014.
45. Roberts, JR i Ball, W. (2004): Egg quality guidelines for the Australian egg industry. Australian Egg Corporation Limited Publication 03/19, 32 pp. U: Roberts, Juliet R. (2004): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens, Animal Physiology, School of Rural Science and Agriculutre, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, Journal of Poultry Science, 41 : 161 – 177, 2004. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article , 6.8.2014.

46. Roland, DA, Sloan, DR i Harms, RH (1975): The ability of hens to maintain calcium deposition in the egg shell and egg yolk as the hen ages. Poultry Science 54: 1720 – 1723. U: Roberts, Juliet R. (2004): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens, Animal Physiology, School of Rural Science and Agriculutre, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, Journal of Poultry Science, 41 : 161 – 177, 2004. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article , 6.8.2014.
47. Savić V., Balenović Mirta, Sablić Dinarina Marija, Krivec Gabrijela, Krstulović Fani, Mikec M., Đurić – Raguž Radmila, Sokolović Marijana, Šimpraga Borka, Tišljar Marina (2005): Osvrt na hrvatsko peradarstvo u razdoblju 2003-2004., Stočarstvo 59:2005 (4) 243-252, Izlaganje sa znanstvenog skupa. http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=3050
48. Samli, H.E., Agma, A. i Senkoylu, N. (2005): Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. Department of animal science, Agricultural Faculty, Trakya University, 59030 Tekirdag, Turkey.
49. Seoski poslovi (2014), http://seoskiposlovi.com/wp-content/uploads/2013/01/oprema-za-gajenje-koka-nosilja.jpg
50. Seuss-Baum, I. (2005): Nutritional evolution of egg components. XIth European Symposium on the Quality of Egg Products Doorwerth, The Netherlands, 23-26 May (CD Symposium Proceedings). Cit. u: Kralik Zlata, Kralik Gordana, Grčević Manuela, Škrtić Zoran, Biazik Ewa (2012): Usporedba kvalitete konzumnih jaja različitih proizvođača, 20.veljače 2012. Krmiva 54, Zagreb 1: 17-21, Izvorni znanstveni članak. http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=142350 ,14.7.2014.
51. Silversides, F.G. i Scott, T.A. (2001): Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens. Crops and Livestock Research Centre, Charlottetown, Prince Edward Island, Canada C1A 7M8 and Nova Scotia Agricultural College, Truro, Nova Scotia, Canada B2N 5E3; and Pacific Agri-Food Research Centre, Agassiz, British Columbia, Canada V0M 1A0. Poultry Science 80:1240 – 1245.
52. Siyar Hosseini, S.A., Aliarabi, H., Ahmadi, A. i Ashori, N. (2007.): Effect of different storage conditions and hen age on egg quality parameters. Department of Animal Science, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran. Aust.Poult.Sci. Symp.2007...19.

53. Solomon, SE. (1991): Egg and eggshell quality. Wolfe Publishing Limited, London. U: Roberts, Juliet R. (2004): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens, Animal Physiology, School of Rural Science and Agriculutre, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, Journal of Poultry Science, 41 : 161 – 177, 2004. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_article , 6.8.2014.
54. StatSoft, Inc. (2013). STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com.
55. Tofant Alenka (2003): Dezinfekcija u veterinarskoj medicini. U: Matković Kristina i Matković Srećko (2006): Važnost čišćenja i dezinfekcije u peradarstvu, Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu, stručni rad. http://hrcak.srce.hr/22163, 30.7.2014
56. Van Eekeren N., Maas A., Saatkamp H.W. i Verschuur M. (2006): Small – scale chicken production, world's poultry science association (WPSA), Agromisa foundation and CTA, Wageningen. http://journeytoforever.org/farm_library/AD4.pdf 5.8.2014.
57. Višnjić Čedomila, Milovanović Miroslava, Ćirić Danica, Šijački Nestor, Burinik Nikola, Gajović Radoje i Boda Eva (1982): Praktično živinarstvo, biblioteka zelena sveska; Dnevnik – OOUR "Poljoprivrednik Novi Sad, Forum – OOUR "Izdavačka delatnost" Novi Sad, NOLIT – OOUR "Izdavačka delatnost" Beograd, Novi Sad
58. Zakon o stočarstvu (N.N. 70/97, 36/98 i 153/03)
59. Zakon o hrani (N.N. 117/03, 130/03, 48/04 i 85/06)
60. http://www.agroklub.com/stocarstvo/uzgoj-kokosi-u-manjim-jatima/24/
61. http://www.bigdutchman.de/fileadmin/products/Gefluegel-poultry/en/Big-Dutchman-Stallausstattung-egg-production-egg-collection-systems_en.pdf
62. http://www.epa.gov/agriculture/ag101/poultry.html
63. http://www.europski-fondovi.eu/sites/default/files/dokumenti/Poljoprivreda.pdf
64. http://www.gospodarski.hr/Publication/2014/7/isplati-li-se-proizvodnja-jaja/7969#.VCMfH5SSySp

7. SAŽETAK

Provedeno je istraživanje utjecaja dobi i temperature skladištenja na kvalitetu konzumnih jaja. Od obilježja kvalitete jaja istraženi su težina jaja, bjelanjka, žumanjka i ljuske (g), širina i dužina jaja (mm), indeks oblika, čvrstoća i debljina ljuske (mm), pH vrijednost žumanjka i bjelanjka te boja žumanjka. Istraživanje je provedeno na 360 jaja podrijetlom od hibrida Lohmann Brown. Starost nesilica bila je 25.tjedan (mlade) i 69.tjedan (stare). Kvaliteta jaja utvrđivala se kod tek snesenih, zatim nakon sedam i četrnaest dana skladištenja. Jaja nesilica različite dobi čuvana su na sobnoj (22°C) temperaturi i u hladnjaku (4°C).

Mlađe nesilice nesu lakša, kraća i nešto uža jaja. Težina ljuske, bjelanjka i žumanjka manja je kod mlađih nesilica. Starije nesilice imaju mekšu, a mlađe tanju ljusku jajeta. Kod tek snesenih jaja svjetliji žumanjak imaju mlađe nesilice. Mlađe nesilice imaju veći pH bjelanjka i žumanjka. Temperatura čuvanja jaja statistički značajno ($P<0,05$) utječe na boju žumanjka, pH vrijednosti bjelanjka i žumanjka, kao i na težine ljuske i bjelanjka. Dužim skladištenjem jaja u odnosu na svježa jaja pogoršava se njihova kvaliteta pri čemu značajniji utjecaj ima temperatura u odnosu na dob nesilica.

Ključne riječi: nesilice, dob, temperatura, kvaliteta jaja

8. SUMMARY

In this research, the influence of age and temperature on quality of layer eggs was observed. Parameters included were egg weight, albumen weight, yolk weight and shell weight (g), width and length of eggs (mm), shape index, firmness and thickness of egg shell (mm), pH value of yolk and albumen and yolk color. Number of eggs used was 360, from Lohmann Brown laying hen hybrid. Age of hens were 25. Weeks (young) and 69. Weeks (old). Quality of eggs was determined in fresh eggs, 7 days and 14 days of keeping. Temperature of keeping was room temperature (22°C) and fridge temperature (4°C).

Young layers lay lighter, shorter and narrow eggs. Shell weight, albumen and yolk weight is lower in younger layers. Older layer have softer, and younger have thinner egg shell. In fresh eggs yolk is lighter in younger layers. Also they have higher pH of albumen and yolk. Temperature of keeping statistically significant ($P<0.05$) influence yolk color, pH value of albumen and yolk, as on shell weight and albumen weight. Longer keeping lowers egg quality, that is influenced by temperature in relation to layers age.

Key words: layers, age, temperature, egg quality

9. POPIS TABLICA -str-

1. Maksimalno dozvoljene koncentracije štetnih plinova u peradarniku -15-
2. Dnevne potrebe nesilica tijekom proizvodnje -17-
3. Potrebe nesilica za unosom proteina -19-
4. Obilježja kvalitete jaja u odnosu na različite dobi nesilica u 25 tjedni i 69 tjednu proizvodnje kod tek snesenih jaja. -31-
5. Obilježja kvalitete jaja u odnosu na različite dobi nesilica u 25 tjedni i 69 tjednu proizvodnje kod jaja skladištenih sedam dana -33-
6. Obilježja kvalitete jaja u odnosu na različite dobi nesilica u 25 tjedni i 69 tjednu proizvodnje kod jaja skladištenih 14 dana -35-

10. POPIS SLIKA -str-

1. Flat deck jednoetažni kavez s visokim stupnjem mehanizacije, u prostorima između kaveza sustav napajanja i hranjenja, ispod traka za jaja -10-
2. Troetažni baterijski tip kaveza s uređajem za hranjenje -11-
3. Kalifornijski ili kaskadni kavezni sustav -11-
4. Ambalaža i način označavanja ambalaže -14-
5. Označavanje ambalaže za jaja -14-
6. Horizontalna ventilacija -16-
7. Građa jajeta -20-
8. Vaga za mjerenje mase jaja i osnovnih dijelova Mettler Toledo PB 1502 – S; mjerenje mase ljuske -26-
9. Egg Shell Force Gauge Model – II -27-
10. Mjerenje čvrstoće ljuske jajeta -27-
11. Yolk Color Fan lepeza -28-
12. Uzorak jaja za mjerenje boje -28-
13. Mjerenje boje jaja uz pomoć lepeze Yolk Color Fan -28-
14. Mjerenje debljine ljuske pomoću elektroničkog mikrometra -29-

11. POPIS GRAFIKONA

1. Krivulja intenziteta nesivosti kod lakih hibrida nesilica -7-

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Sveučilišni diplomski studij, smjer Specijalna Zootehnika

Kvaliteta konzumnih jaja u odnosu na dob nesilica

Nera Pavičić

Sažetak:
Provedeno je istraživanje utjecaja dobi i temperature skladištenja na kvalitetu konzumnih jaja. Od obilježja kvalitete jaja istraženi su težina jaja, bjelanjka, žumanjka i ljuske (g), širina i dužina jaja (mm), indeks oblika, čvrstoća i debljina ljuske (mm), pH vrijednost žumanjka i bjelanjka te boja žumanjka. Istraživanje je provedeno na 360 jaja podrijetlom od hibrida Lohmann Brown. Starost nesilica bila je 25.tjedan (mlade) i 69.tjedan (stare). Kvaliteta jaja utvrđivala se kod tek snesenih, zatim nakon sedam i četrnaest dana skladištenja. Jaja nesilica različite dobi čuvana su na sobnoj (22°C) temperaturi i u hladnjaku (4°C).

Mlađe nesilice nesu lakša, kraća i nešto uža jaja. Težina ljuske, bjelanjka i žumanjka manja je kod mlađih nesilica. Starije nesilice imaju mekšu, a mlađe tanju ljusku jajeta. Kod tek snesenih jaja svjetliji žumanjak imaju mlađe nesilice. Mlađe nesilice imaju veći pH bjelanjka i žumanjka. Temperatura čuvanja jaja statistički značajno ($P<0,05$) utječe na boju žumanjka, pH vrijednosti bjelanjka i žumanjka, kao i na težine ljuske i bjelanjka. Dužim skladištenjem jaja u odnosu na svježa jaja pogoršava se njihova kvaliteta pri čemu značajniji utjecaj ima temperatura u odnosu na dob nesilica.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Mentor: prof.dr.sc. Zoran Škrtić

Broj stranica: 52
Broj grafikona i slika: 15
Broj tablica: 6
Broj literaturnih navoda: 64
Broj priloga: 0
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: nesilice, dob, temperatura, kvaliteta jaja

Datum obrane: 30.9.2014.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. doc. dr.sc Zlata Kralik - predsjednik
2. izv. prof.dr.sc Zoran Škrtić - mentor
3. doc.dr.sc Dalida Galović – član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilištu u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek **Graduate thesis**
Faculty of Agriculture
University Graduate Studies, Special zootechnique

The quality of table eggs in relation to the age of laying hens

Nera Pavičić

Abstract: In this research, the influence of age and temperature on quality of layer eggs was observed. Parameters included were egg weight, albumen weight, yolk weight and shell weight (g), widht and lenght of eggs (mm), shape index, firmness and thikness of egg shell (mm), pH value of yolk and albumen and yolk color. Number of eggs used was 360, from Lohmann Brown laying hen hybrid. Age of hens were 25. Weeks (young) and 69. Weeks (old). Quality of eggs was determined in fresh eggs, 7 days and 14 days of keeping. Temperature of keeping was room temperature (22°C) and fridge temperature (4°C).

Young layers lay lighter, shorter and narrow eggs. Shell weight, albumen and yolk weight is lower in younger layers. Older layer have softer, and younger have thinner egg shell. In fresh eggs yolk is lighter in younger layers. Also they have higher pH of albumen and yolk. Temperature of keeping statisticaly significant ($P<0.05$) influence yolk color, pH value of albumen and yolk, as on shell weight and albumen weight. Longer keeping lowers egg quality, that is influenced by temperature in relation to layers age.

Thesis preformed at: Faculty of Agriculture in Osijek
Mentor: izv.prof.dr.sc Zoran Škrtić

Number of pages: 52
Number of figures: 15
Number of tables: 6
Number of references: 64
Number of appendices: 0
Original in: Croatian

Key words: layers, age, temperature, egg quality

Thesis defended on date: 30.9.2014.

Reviewers:

1. doc.dr.sc. Zlata Kralik – president
2. Izv. prof. dr. sc. Zoran Škrtić – Mentor
3. doc dr.sc. Dalida Galović – member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.