

# Kvaliteta kokošnjih jaja iz alternativnih sustava proizvodnje

---

**Keri, Ana Marija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:309904>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-15**



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](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI

Ana Marija Keri

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

**Kvaliteta kokošjih jaja iz alternativnih sustava proizvodnje**

Završni rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI

Ana Marija Keri

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

**Kvaliteta kokošnjih jaja iz alternativnih sustava proizvodnje**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Izv.prof.dr.sc. Zlata Kralik, mentor
2. Prof.dr.sc. Zoran Škrtić, član
3. Doc.dr.sc. Ivana Klarić, član

Osijek, 2018.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, Smjer Zootehnika

Završni rad

Ana Marija Keri

### **Kvaliteta kokošjih jaja iz alternativnih sustava proizvodnje**

**Sažetak:** Cilj ovog rada bio je utvrditi kako alternativni sustavi proizvodnje jaja utječu na parametre kvaliteta jaja. Napravljena je komparacija kvalitete jaja iz tri sustava držanja konvencionalnog (obogaćeni kavezi) i dva alternativna sustava proizvodnje (volijere i podni uzgoj na dubokoj stelji). U pokusu su korištene nesilice hibridne linije Isa Brown, koje su bile u 69. tjednu proizvodnje. Nesilice su hranjene komercijalnom krmnom smjesom. Nasumičnim odabirom uzorkovana su jaja za potrebe analize kvalitete i svježine (masa jaja i masa osnovnih dijelova u jajetu, indeks oblika, čvrstoća i debljina ljuske, visina bjelanjka, HJ, boja žumanjka, pH bjelanjka i pH žumanjka). Kvalitete jaja određena je na ukupno 74 jaja od čega je 27 jaja od nesilica držanih na dubokoj stelji (DS), 25 komada od nesilica držanih u volijerama (VO) i 22 komada jaja od nesilica držanih u obogaćenim kavezima (OK). Analizom rezultata utvrđeno je da sustavi držanja kokoši nesilica ne utječu na indeks oblika, također ne utječu ni na masu žumanjka. Važan utjecaj imaju na masu jaja, na masu bjelanjka i ljuske. Rezultati su nam također pokazali da sustav držanja nesilica ima statistički značajan utjecaj na boju žumanjka, HJ, pH bjelanjka i pH žumanjka.

**Ključne riječi:** alternativni sustavi, nesilice, jaja, kvaliteta.

24 stranica, 3 tablice, 1 grafikon, 9 slika, 26 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences  
Undergraduate university study Agriculture, course Zootechnique

BSc Thesis

### **The quality of chicken eggs from alternative production systems**

**Summary:** The aim of this paper was to determine how alternative egg production systems affect egg quality parameters. Egg quality comparison was made from three conventional cage systems (enriched cages) and two alternative production systems (aviaries and floor breeding on deep straw). Hybrid line hens Isa Brown which was in the 69<sup>th</sup> week of production were used in the experiment. The hens were fed with commercial feed mixture. Eggs were sampled by random selection for analysis of quality and freshness (egg mass and weight of basic parts in egg, sharp index, firmness and thickness of shell, egg whites, Haugh units, yolk color, pH of egg white and pH of egg yolk). The quality of the eggs was determined on a total of 74 eggs, out of which 27 eggs were from deep straw (DS), 25 eggs from hens kept in aviaries (VO) and 22 eggs from hens kept in enriched cages (OK). Analysis of the results found that different systems of production do not affect the shape index, nor does it affect the mass of egg yolks. There is a significant influence on egg mass, on egg whites mass and shell. The results also showed that different systems of production has a statistically significant effect on the color of the egg yolk, Haugh units, pH of the egg whites and the pH of the egg yolk.

**Keywords:** alternative systems, hens, eggs, quality.

24 pages, 3 table, 1 graph, 9 figure, 26 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE.....	3
2.1. Sustavi držanja kokoši nesilica .....	3
2.1.1. Konvencionalni sustav držanja nesilica u obogaćenim kavezima .....	4
2.1.2. Slobodni ili „free range“ sustavi držanja nesilica .....	6
2.1.3. Sustavi držanja nesilica u volijerama - avijarijima .....	7
2.1.4. Podni sustav držanja nesilica.....	8
2.2. Parametri kvalitete jaja .....	10
2.3. Pravilnik o kakvoći jaja .....	12
3. MATERIJAL I METODE .....	14
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	16
5. ZAKLJUČAK.....	21
6. POPIS LITERATURE.....	22

## 1. UVOD

Peradarstvo je važna stočarska grana radi toga što biološka svojstva peradi omogućavaju da se u vrlo kratkom vremenu proizvedu visoko vrijedne namirnice meso i jaja, bogatog nutritivnog sastava. Jaja imaju visoku hranidbenu vrijednost, a pogodna su i za preradu. U 100 g jestivog dijela kokošnjeg jajeta nalazi se 72,5 do 75 g vode, 12,5 do 13,3 g bjelančevina, 10,7 do 11,6 g masti, 0,7 g ugljikohidrata i 1 do 1,1 g mineralnih tvari (Kralik i sur., 2011.). Kokoš nesilica žive mase 2,2 kg, koja godišnje proizvodi 290 jaja, izluči iz svog organizma 17,9 kg jajne mase, pri čemu utroši oko 4 kg smjese (Kralik i sur., 2011.). Jaje je asimetričnog, eliptičnog oblika čiji indeks oblika iznosi u prosjeku 74%, a može se kretati u rasponu od 68% do 86%. Osnovni dijelovi jajeta su ljuska, bjelanjak i žumanjak. Jaje je izvana obavijeno ljuskom koja je vrlo porozna, a ispod nje se nalaze rožnate opne. Jedna opna se nalazi uz samu ljusku jajeta, a druga opna obavija unutrašnji sadržaj. Između ove dvije opne formira se zračni prostor ili tzv. zračna komora koja je vrlo dobar indikator utvrđivanja svježine jaja. Zračna komora se oblikuje odmah nakon nesenja jaja uslijed skupljanja unutrašnjeg sadržaja, a vidljiva je na tupom dijelu jajeta (Kralik i sur., 2011.). Unutrašnji sadržaj jajeta (bjelanjak od žumanjka) također je odvojen opnom. Kao važan sastavni dio jajeta su guste tvorbe bjelanjka koje se nazivaju halaze, a njihova uloga je da žumanjak drže na sredini jajeta. Ukoliko se halaze iz bilo kojeg razloga oštete žumanjak bi se radi svoje manje specifične mase priljubio na ljusku čime bi se vrlo brzo umanjila kvaliteta jaja. Kvaliteta jaja promatra se kroz niz pokazatelja od kojih su najznačajnija: čvrstoća i debljina ljuske, udjeli osnovnih dijelova u jajima, visina bjelanjka, pH bjelanjka, pH žumanjka, Haugh jedinice (HJ), indeks bjelanjka, indeks žumanjka te boja žumanjka. Prema podacima u Statističkom ljetopisu u 2016. godini u Republici Hrvatskoj zabilježeno je ukupno 117 000 kljunova i proizvedeno ukupno 662 milijuna jaja. Zakonodavnom regulativom na razini Europske unije (EU) od 2012. godine, zabranjena je uporaba kaveznog sustava držanja nesilica za proizvodnju konzumnih jaja. Preporuka je prelazak na takozvane obogaćene kaveze te neke od alternativnih sustava držanja nesilica (slobodni ili „free range“ sustav držanja nesilica, volijere ili avijariji, slobodni sustav držanja kokoši te podni sustav. Prilikom pisanja pravilnika o načinu držanja kokoši nesilica prvenstveno se držalo činjenice da je u intenzivnoj proizvodnji jaja kokoš pod izuzetno velikim stresom, te je nužno omogućiti životinjama prirodni ambijent. Stoga se u proizvodnji jaja preporučuju neki alternativni sustavi držanja nesilica koji ne uključuju

veliku gustoću naseljenosti životinja po m<sup>2</sup> podne površine te osiguravaju više kretanja. Međutim pregledom literature uočeno je da poboljšanje uvjeta držanja kokoši nije utjecalo na poboljšanje proizvodnih pokazatelja kao ni pokazatelja kvalitete jaja (Englmaierová i sur., 2014.).

Cilj ovog rada je prikazati pokazatelje kvalitete jaja podrijetlom iz različitih alternativnih sustava držanja nesilica, kao i njihova usporedba s kvalitetom jaja iz kaveznog sustava držanja nesilica.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Sustavi držanja kokoši nesilica

Uobičajeni neobogaćeni kavezi za držanje kokoši nesilica koje se koriste za proizvodnju konzumnih jaja zakonskom regulativom su zabranjeni u Europskoj uniji od 2012. godine. Ulaskom RH u članstvo EU u pravilnicima o proizvodnji konzumnih jaja također je uvrštena regulativa EU, te je bilo nužno proizvodnju konzumnih jaja prilagoditi tako što će peradarnici biti opremljeni takozvanim obogaćenim kavezima, ili će se proizvodnja jaja organizirati u nekom alternativnom sustavu proizvodnje (slobodni ili „free range“ sustav držanja, volijere ili podni sustav držanja nesilica). Alternativni sustavi držanja nesilica u proizvodnji konzumnih jaja zapravo su vezani za poboljšanje dobrobiti životinja. Ovi sustavi držanja nesilicama trebaju osigurati što prirodnije uvjete za život. Ujedno im moraju na najmanju mjeru svesti sva stresna stanja koja su nezaobilazna u intenzivnoj proizvodnji jaja. Unatoč velikim nastojanjima u Republici Hrvatskoj je i dalje vrlo mali broj uzgajivača koji proizvode konzumna jaja na neki od alternativnih načina proizvodnje. Ukoliko analiziramo stanje u svijetu također se može istaknuti da je proizvodnja jaja u alternativnim sustavima proizvodnje također niska te iznosi svega 0,9 %, dok je na taj postotak u Europi 4,8 %. Uzroci su tome različiti, a kao najčešći spominju se viša cijena jaja iz takvog uzgoja, što uključuje cijenu objekta, rad, hranu, održavanje higijene i slično. Mnoga istraživanja pokazala su da je mortalitet, onečišćenost ljuske jaja kao i zaraza Salomonelom veći u alternativnim sustavima nego u standardnim kavezima (Holt i sur., 2011., Svobodová i sur., 2014.). Povećana je mogućnost kljucanja perja i pojava kanibalizma, otežani su uvjeti održavanja optimalne mikroklike, te je veći utrošak hrane. U volijerama veći je postotak prljavih i napuknutih jaja, jer postoji mogućnost nesenja jaja izvan gnijezda na pod (Englmaierová i sur., 2014.). Također se navodi da su jaja manje mase, a nesilice imaju veću konverziju hrane (Vučemilo, 2008. Englmaierová i sur., 2014.).

Prema Pravilniku o minimalnim uvjetima za zaštitu kokoši nesilica (N.N. 77/19, 99/10 i 51/11), za proizvodnju jaja u alternativnim sustavima svaka kokoš mora imati na raspolaganju:

- Najmanje 10 cm prostora za hranjenje kod ravnih hranilica ili najmanje 4 cm prostora za hranjenje kod okruglih hranilica



- Najmanje 2,5 cm prostora za piće kod ravnih pojilica ili najmanje 1 cm prostora za piće kod okruglih pojilica
- Kod napajanja kapljičnim pojilicama ili šalicama za napajanje mora biti najmanje jedna pojilica na 10 kokoši
- Ako su mjesta za napajanje opskrbljena fiksno postavljenim pojilicama, tada se u dometu svake kokoši moraju nalaziti barem dvije šalice za napajanje ili dvije kapljične pojilice
- Najmanje jedno gnijezdo na sedam kokoši
- Pri korištenju zajedničkih gnijezda, mora biti osigurano najmanje 1 m<sup>2</sup> površine gnijezda za najviše 120 kokoši
- Dužina prečke (grede) treba biti najmanje 15 cm (bez oštih rubova), koje ne smiju biti postavljene iznad stelje, a vodoravna udaljenost među pojedinim prečkama mora biti najmanje 30 cm, dok između prečki i zida mora iznositi najmanje 20 cm
- Površina sa steljom treba biti najmanje 250 cm<sup>2</sup> po kokoši, pri čemu stelja mora pokrivati najmanje jednu trećinu podne površine
- Kod sustava u kojih se kokoši mogu slobodno kretati među etažama, ne smije biti više od četiri etaže, među pojedinim etažama mora biti najmanje 45 cm prostora, pojilice i hranilice moraju biti tako raspoređene da su dostupne svim kokošima, a etaže moraju biti uređene tako da feces ne pada na donje etaže
- Kod sustava uzgoja pri kojem kokoši nesilice imaju uređen ispust, mora biti osigurano više otvora za neposredan izlazak u slobodan prostor, visokih najmanje 35 cm i širokih najmanje 40 cm te razmještenih po cijeloj dužini objekta, na skupinu od 100 kokoši zajednički otvor mora imati 2 m, otvoreni ispust treba imati površinu primjerenu gustoći naseljenosti i prirodi terena da bi se spriječilo bilo kakvo zagađenje, moraju biti ograđeni i omogućiti zaklon od nepovoljnih vremenskih uvjeta i grabežljivaca te imati odgovarajuće pojilice duž ispusta ako je to potrebno, gustoća naseljenosti ne smije biti veća od 9 kokoši na m<sup>2</sup> korisne površine

### ***2.1.1. Konvencionalni sustav držanja nesilica u obogaćenim kavezima***

Od 1. siječnja 2012. godine u Republici Hrvatskoj zabranjena je uporaba klasičnih kaveza za držanje kokoši nesilica za proizvodnju konzumnih jaja. Zabrana je propisana direktivom EU 1999/74/EC ali to ne znači zatvaranje i automatski prestanak proizvodnje u objektima

koji imaju instalirane takve sustave. Naime, do ulaska Republike Hrvatske u Europsku Uniju dozvoljeno je držanje kokoši nesilica u klasičnim kavezima do završetka proizvodnog ciklusa. Slijedeći ciklus proizvodnje morati će se odvijati u obogaćenim kavezima ili pak u alternativnim sustavima držanja. Svi proizvođači koji grade nove objekte za proizvodnju konzumnih jaja moraju se tome prilagoditi.



Slika 1. Konvencionalna proizvodnja jaja u obogaćenim kavezima

Izvor: <http://derifaj-peradarskafarma.hr/peradarska-farma/>

Obogaćeni EU kavezi moraju odgovarati slijedećim uvjetima:

- Svaka kokoš nesilica mora imati na raspolaganju najmanje  $750 \text{ cm}^2$  podne površine kaveza, od čega  $600 \text{ cm}^2$  iskoristivog prostora
- Visina kaveza na mjestima izvan iskoristivog prostora mora biti najmanje 20 cm u svakoj točki
- Kavez mora imati površinu minimalno  $2000 \text{ cm}^2$
- Kavez mora imati gnijezdo, stelju za kljucanje i čeprkanje
- Kavez mora imati odgovarajući materijal za trošenje pandži
- Unutar kaveza mora biti prečka dužine najmanje 15 m po nesilici, za sjedenje

- Svaki kavez mora imati sustav napajanja po cijeloj dužini kaveza, lako dostupan svakoj nesilici
- Kavez mora imati hranilicu od najmanje 12 cm dužine po jednoj nesilici
- Prolaz između redova kaveza mora biti najmanje 90 cm širine
- Od poda objekta do prvog reda kaveza mora biti najmanje 35 cm
- Kavez mora imati najmanje 2 kapljične pojilice (nipple) ili šalice za napajanje
- Kavez mora imati hranilicu dužine minimalno 12 cm

### ***2.1.2. Slobodni ili „free range“ sustavi držanja nesilica***

Kod slobodnog načina držanja svakoj nesilici je potrebno osigurati 10 cm prostora za hranjenje kod ravnih hranilica ili najmanje 4 cm prostora kod okruglih hranilica. Za napajanje kod ravnih pojilica potrebno je 2,5 cm prostora po nesilici ili 1 cm kod okruglih pojilica, a kod kapljičnih pojilica najmanje 1 pojilica na 10 nesilica ili kod fiksno postavljenih pojilica u dometu svake nesilice moraju biti postavljene najmanje 2 pojilice. Mora se osigurati barem jedno gnijezdo na 7 nesilica, a kod zajedničkih gnijezda mora se osigurati najmanje 1 m<sup>2</sup> površine za 120 nesilica. Također, mora se ugraditi prečka za odmaranje dužine 15 cm, bez oštih rubova i ne smije biti postavljena iznad stelje. Vodoravna udaljenost između dvije prečke mora iznositi najmanje 30 cm, a između prečki i zida najmanje 20 cm. Gustoća naseljenosti ne smije biti veća od 9 nesilica po m<sup>2</sup>. Steljom se mora pokriti najmanje 250 cm<sup>2</sup> podne površine (1/3 poda).



Slika 2. Slobodni „free range“ sustav držanja nesilica za proizvodnju konzumnih jaja

Izvor: Kralik, Z. (2017.)

### ***2.1.3. Sustavi držanja nesilica u volijerama - avijarijima***

Držanje kokoši nesilica u volijerama podrazumijeva gustoću naseljenosti od 18 do 25 kokoši po m<sup>2</sup> iskoristivog podnog prostora. Unutrašnjost objekta mora biti opremljena prečkama za sjedenje, dovoljno dugačkim da osigura 15 cm dužine prečke po svakoj kokoši. Volijere ili kako se još u literaturi nazivaju avijariji imaju dijelove s povišenim podovima na kojima se u nekoliko razina nalaze sustavi za hranidbu i napajanje. U ovom sustavu potrebno je osigurati 10 cm hranidbenog prostora po nesilici. Također je u ovom sustavu držanja nesilica obvezno imati gnijezda sa automatskim sakupljanjem jaja. Na svaki m<sup>2</sup> gnijezda dolazi 120 nesilica. Pod objekta prekriven je steljom koja kokošima omogućavaju prirodniji ambijent (čeprkanje po stelji). Tijekom noćnih sati prolaze između etaža koriste sami uzgajivači kako bi odstranili uginule kokoši i pokupili jaja koja su kokoši snesle na podu, a ne u gnijezdima. Podovi etaža se izrađuju od žičane rešetke. Ispod podnih rešetki, kao i ispod gnijezda nalaze se trake za izgnojavanje (Vučemilo, 2008.).



Slika 3. Izgled volijere (avijarija) koji predstavlja etažni sistem držanja nesilica u štali

Izvor: <http://www.gospodarski.hr/Publication/2014/19/dranje-kokoi-nesilja/8078#.Wyk3EaczaM8>

Radi lakše organizacije proizvodnje preporuča se formiranje manjih grupa unutar objekta. Odjeljci sa manjim brojem nesilica (maksimalna naseljenost nesilica po odjeljku iznosi 6000 komada), odvajaju se žičanim pregradama koje su u visini zida objekta te svaki hodnik između volijera ima vrata.

#### **2.1.4. Podni sustav držanja nesilica**

Podni uzgoj peradi podrazumijeva slobodno držanje unutar peradarnika i mogućnosti izlaska na ispuste. S obzirom na izvedbu poda razlikujemo osnovne sustave podnog držanja kokoši nesilica: na dubokoj stelji i na rešetkastom podu.

**Držanje nesilica na dubokoj stelji** podrazumijeva osiguravanje stelje radi upijanja fekalija. Minimalna pokrivenost poda steljom mora biti 1/3 podnog prostora ili 250cm<sup>2</sup> pokrivenog poda po životinji. Za stelju može se koristiti slama, piljevina, pijesak ili treset. Stelja u peradarniku je važna kao toplinski izolator i hidrofilna tvar koja upija vlagu. Zimi je potrebno do 20 cm, a ljeti 5-10 cm sloja stelje na podu. Ponajbolja stelja je smjesa jednakih omjera piljevine, sjeckane slame i treseta. Za hranidbu nesilica mogu se koristiti podne i okrugle hranilice. Najmanje 10 cm hranidbenog prostora treba osigurati po životinji kod hranidbe sa žlijebom i transportnim lancem, dok kod okruglih hranilica treba osigurati 4 cm hranidbenog prostora po životinji. Gustoća naseljenosti ne smije biti veća od 7 kokoši po m<sup>2</sup> iskoristivog podnog prostora. U nastambi se mora osigurati kontinuirano napajanje i to 2,5 cm pojidbenog prostora po nesilici kod nipl pojilica ili najmanje 1 cm pojidbenog prostora po nesilici kod okruglih pojilica. Primjenom nipple pojilica ili čašica broj životinja ne smije biti veći od 10 životinja po pojilici. Najmanje dvije nipple pojilice ili

čušice moraju biti dostupne svakoj životinji. Potrebno je osigurati jedno gnijezdo za svakih 7 nesilica ili kod grupnih gnijezda 1 m<sup>2</sup> gnijezda na najviše 120 nesilica.

**Držanje nesilica na rešetkastom podu** podrazumijeva držanje peradi isključivo na rešetki. Prema zahtjevu EC Direktive 1999/74/EG, gustoća naseljenosti peradarnika ne smije biti veća od 9 kokoši/m<sup>2</sup> iskoristive površine. Konstrukcija poda mora biti izvedena na takav način da podržava smjer prednjih noktiju noge, a nagib poda ne smije prijeći 14% ili 8°. Na 120 kokoši potrebno je osigurati 1 m<sup>2</sup> grupnog gnijezda ili 7 kokoši na jedno individualno gnijezdo. Grupna gnijezda su sa sustavom za izbacivanje jaja i to u obliku podiznog poda gnijezda. Neposredna blizina trake za skupljanje jaja i blagi unutrašnji nagib osigurava minimalni udio jaja s oštećenom ljuskom (zaprljanom od fecesa ili razbijenom). Svako preostalo jaje automatski prelazi na traku zbog „podijeljenog“ poda prije nego što se gnijezdo zatvori zbog čega nema opasnosti od kljucanja jaja. Na taj način je minimalan udio prljavih jaja jer tijekom noći dolazi do podizanja poda radi zatvaranja gnijezda i tako se osigurava da gnijezda ostaju čista tijekom proizvodnje.



Slika 4. Podni sustav držanja kokoši nesilica na dubokoj stelji

Izvor: <https://www.tportal.hr/biznis/clanak/pitali-smo-hrvatske-proizvodace-jaja-hoce-li-biti-nestasice-za-uskrs-foto-20180328/print>

Sofisticirana konstrukcija gnijezda osigurava efikasnu kontrolu parazita, nema mogućnosti ulaza nečistoće unutar konstrukcije gnijezda. Rešetka mora biti glatka i sigurna površina, bez oštih rubova ili kutova. Mora se osigurati 15 cm prečke po kokoši, horizontalni razmak između rešetki minimalno 30 cm, horizontalni razmak između prečke i zida minimalno 20 cm, a prečka mora biti montirana iznad rešetki. Minimalna dužina

hranidbenog mjesta za žljebastu hranilicu mora biti 10 cm po kokoši, a broj kokoši po 1 nipple pojilici ne smije biti veći od 10.

## 2.2. Parametri kvalitete jaja

Pojam kvaliteta jaja je vrlo širok zbog niza pokazatelja. Jaje samo po sebi spada u visokokvalitetne prehrambene proizvode sa visokom hranidbenom vrijednosti uz mogućnost prerade. U pregledu kvalitete jaja analiziraju se fizikalno-kemijska svojstva jaja. Pokazatelji fizikalno-kemijskih svojstava u pregledu kvalitete jaja mogu biti vanjski i unutarnji. Vanjski pokazatelji su masa jaja, oblik i kvaliteta ljuske koja obuhvaća čvrstoću i debljinu. Unutarnji pokazatelji su indeks žumanjka i bjelanjka, pH vrijednost, stupanj starenja, vrijednosni broj, analiza osnovnih kemijskih sastojaka, veličina zračne komorice i dr (Kralik i sur., 2008.).

Najosnovniji vanjski pokazatelj je oblik. Jaje je eliptičnog oblika, pri čemu je jedan kraj šiljast, a drugi tupast. Promjena oblika se prikazuje indeksom oblika koji uključuje širinu i dužinu jajeta izraženo u centimetrima. Masa jaja ovisi o vrsti peradi, pasmini i liniji. Prema pravilniku o kakvoći konzumnih jaja (N.N. 115/2006. 69/2007., 76/2008.), s obzirom na masu, jaja se svrstavaju u četiri razreda i označavaju sa: XL-vrlo velika jaja od 73 g i veća, L-velika jaja od 63 do 73 g, M-srednja jaja od 53 do 63 g i S- mala jaja, manja od 53 g. Također postoji i klasifikacija prema kvaliteti a to su jaja „A“ klase to su svježija jaja te jaja „B“ klase odnosno ona koja su namijenjena industrijskoj preradi. Debljina i čvrstoća ljuske važni su za transport jaja. Na ovo svojstvo utječe nasljedna osnova kokoši i vanjski čimbenici, razine mineralnih tvari (kalcija, fosfora i dr.) u obroku (Senčić i Samac., 2017.). Važna je i količina vitamina D u hrani jer regulira promet kalcija i fosfora u organizmu. Kada je njihov omjer u hrani za nesilice pravilan, ljuska je čvrsta i kvalitetna. Tanka ljuska brže puca, a jaja se brže kvare. Debljina ljuske mjeri se pomoću elektroničkog mikrometra i treba biti od 0,34 do 0,35mm. Čvrstoća ljuske najčešće je od 3,0 do 3,5 kp/cm<sup>2</sup>, a kod starijih kokoši i ispod 2,0 kp/cm<sup>2</sup> i mjeri se uređajem Egg Shell/ Force Reader Gauge. Boja ljuske je specifična za pojedine vrste i genotipove peradi, a ovisi o prisutnosti pigmenta ovoporfirina. Jaja mogu biti različitih boja i nijansi, od bijelih, žutih, svijetlocrvenih, tamno smeđih do zelenih i plavih (ovoporfirina). Čistoća ljuske je vrlo važno svojstvo, jer s nečistoćom kroz pore ljuske prodiru mikroorganizmi koji uzrokuju kvarenje. Jaja se ne smiju prati ili se pranje treba provoditi neposredno prije uporabe.

Kod unutarnjih osobina jaja važno je spomenuti visinu zračne komorice, koja je najčešći pokazatelj svježine odnosno starosti jaja (Slika 5.). Visina zračne komorice se određuje prosvjetljavanjem (ovoskopiranjem) jajeta, s jedne strane, u tamnom prostoru. Odmah nakon nesenja visina zračne komorice (koja se nalazi na tupom kraju jajeta) nije veća od 3 mm, a promjer joj iznosi 0,5-1,0 cm. Svakoga dana poslije nesenja, visina zračne komorice prosječno se povećava za oko 0,32 mm. Indeks žumanjka je omjer njegove visine i promjera. Ovisan je o pasmini (genotipu), dobi kokoši i načinu skladištenja jaja, dok hranidba nema utjecaja. Indeks žumanjka promjenjiv je, od 32 do 52%. Žumanjak starenjem dobiva plosnati oblik, a indeks mu iznosi oko 0,25 (25%). Indeks bjelanjka je omjer njegove visine i promjera ili visine i površine razlijevanja. Vrijednosti pH bjelanjka i žumanjka mjere se uz pomoć pH metra.



Slika 5. Izgled zračne komorice jaja starog 20 dana

Izvor: <https://cluckin.net/incubation-and-hatching>

Vrijednost pH svježeg žumanjka je  $pH=6,0$  dok je za svježi bjelanjak vrijednost  $pH=7,6$ . Starenjem jaja pH vrijednost se povećava i brže raste pri višim temperaturama. U bjelanjku pH vrijednost raste brže nego žumanjku. Haugh jedinice prvenstveno su pokazatelj kakvoće bjelanjka, a izračunavaju se na temelju visine bjelanjka i mase jajeta, te određenih konstanti. Starenjem jaja opadaju vrijednosti Haugh jedinica. Pri držanju jaja na višoj temperaturi, opadanje vrijednosti HJ brže i obrnuto. Svježija jaja imaju 70 HJ i više, a stara jaja 55 HJ i manje. Vrijednosni broj (VB) jaja ovisan je o dobi i pasmini (genotipu) kokoši te uvjetima čuvanja. Svježija jaja imaju vrijednosni broj veći od 60, a u starijih jaja opada brže pri višim temperaturama. Vrijednosni broj u svježih kokošnjih jaja od 62,9-65,5, ovisno o pasmini. Čuvanjem jaja na nižim temperaturama procesi osmoze teku sporije, tako da su



slabije promjene koncentracije jajčane mase. Stupanj starenja (SS) određuje se na temelju indeksa loma svjetlosti žumanjka jajeta koje ispitujemo i indeksa loma svjetlosti standardnog žumanjka. Vrlo svježja jaja imaju stupanj starenja od 0 do 0,4. Opadanjem vrijednosnog broja raste stupanj starenja jaja. Boja žumanjka ovisi o količini pigmenata, osobito karotina (provitamin A) u hrani. Uporabom krmiva s većim sadržajem pigmenata, kao što su kukuruz, brašno dehidrirane lucerne i kukuruzni gluten dobivaju se jaja s intenzivnom bojom žumanjka (Senčić i Samac., 2017.).

### **2.3. Pravilnik o kakvoći jaja**

Prema pravilniku o kakvoći jaja (N.N. br. 115/06 i N.N. br. 76/08.) članak 9., jaja se s obzirom na kakvoću klasiraju na:

- a) jaja „A“ klase ili svježja jaja
- b) jaja „B“ klase namijenjena industrijskoj preradi.

Jajima „A“ klase smatraju se ona jaja koja zadovoljavaju sljedeće uvijete:

- ljuska i pokožica mora biti normalnog oblika, neoštećena i čista
- zračna komorica ne smije biti više od 6 mm, a kod „ekstra“ jaja ne smije biti viša od 4 mm
- zračna komorica mora biti nepokretna
- bjelanjak mora biti bistar, proziran i kompaktan
- žumanjak se mora nalaziti u sredini jaja i pri naglom okretanju jaja treba ostati nepokretan ili neznatno pokretan, a prilikom prosvjetljavanja treba se vidjeti kao sjena nejasnih obrisa
- zametak je neprimjetno razvijen (ne smije biti oplodeno jaje)
- bez prisustva stranih tvari (mesne ili krvave mrlje)
- bez prisustva stranih mirisa (po nekoj hrani).

Jaja „A“ klase nije dopušteno prati ni prije ni poslije klasiranja, tj. nije dopušteno čistiti ih ni na koji drugi način. Ako su jaja prana iz nekog razloga, moraju se označiti s „oprana jaja“ i ne smiju se označavati kao „A“ klasa (čak i ako ispunjavaju ostale uvjete te klase). Jaja „A“ klase ne smiju se hladiti na temperaturi nižoj od +5°C te podvrgavati bilo kojem načinu konzerviranja. Ako su jaja bila na temperaturi nižoj od +5°C kraće od 24 sata za

vrijeme prijevoza ili u skladištu trgovine na malo (u slučaju da zaliha ne prelazi količinu koja će se prodati u roku od tri dana), neće se smatrati hlađenim jajima. Ako su jaja hlađena iz nekog razloga, moraju se označiti s „hlađena jaja“ i ne smiju se označavati kao „A“ klasa (čak i ako ispunjavaju ostale uvjete te klase). Jajima „B“ klase smatraju se sva ona jaja koja ne ispunjavaju uvjete za „A“ klasu jaja. Na sortirnom uređaju (Slika 6.), uz pomoć kružnog transportera, jaja se prebacuju na pojedinačne vagice, gdje se svako jaje važe te prema masi odvaja u odgovarajuće odjeljke. Postoji 4 odjeljka za 4 razreda jaja prema masi i to: XL jaja mase preko 73 g; L jaja mase od 63g do 73g; M jaja čija se mase kreće od 53g do 63g i jaja S razreda mase manje od 53 g.



Slika 6. Izgled sortirnice i pakirnice za konzumna jaja na farmi Marijančanka

Izvor: Kralik, Z. (2018.)

### 3. MATERIJAL I METODE

U pokusu su korištene nesilice hibridne linije Isa Brown, koje su bile u 69. tjednu proizvodnje. Nesilice su hranjene komercijalnom krmnom smjesom (tablica 1.), a držane su u različitim sustavima proizvodnje. Nasumičnim odabirom uzorkovana su jaja za potrebe analize kvalitete i svježine (masa jaja i masa osnovnih dijelova u jajetu, indeks jaja, čvrstoća i debljina ljuske, visina bjelanjka, HJ, boja žumanjka, pH bjelanjka i pH žumanjka). Kvalitete jaja određena je na ukupno 74 jaja od čega je 27 jaja od nesilica držanih na dubokoj stelji (DS), 25 komada od nesilica držanih u volijerama (VO) i 22 komada jaja od nesilica držanih u obogaćenim kavezima (OK).

Tablica 1. Sastav krmne smjese korištene u hranidbi kokoši nesilica

Krmiva	Sadržaj u %
Kukuruz	51,16
Sojina sačma (46%)	23,23
Suncokretova sačma (33%)	5,00
Lucerka (17%)	1,36
Stočni kvasac	0,50
Vapnenac vinica	10,76
Monokalcij fosfat	1,33
Sol stočna	0,32
Sintetički metionin	0,14
Sojino ulje	5,00
<sup>1</sup> Premix (1,2%)	1,2
Ukupno	100

<sup>1</sup>Premix: Kalcij 33%, vit. A 833,34 I.U., vit. D<sub>3</sub> 208,34 I.U., vit. E 8.350 mg, vit. K<sub>3</sub> 170 mg, vit. B<sub>1</sub> 150 mg, vit. B<sub>2</sub> 375 mg, Pantotenska kiselina 590 mg, Niacin 2.100 mg, Kolin klorid 33.340 mg, vit. B<sub>6</sub> 200mg, vit. B<sub>12</sub> 960 mg, Biotin 7.100 m, Folna kiselina 70.5 mg, vit. C 1.900 mg, Željezo 2.500 mg, Bakar 415 mg, Cink 5.200 mg, Mangan 5.835 mg, Jod 75 mg, Seleno kvasac 35 mg, Antioxidant (Apo-ester 85 mg, canthaxanthin 250 mg).

Izvor: Vlastiti rezultati

Masa jaja i osnovnih dijelova (bjelanjak, žumanjak i ljuska) utvrđena je pomoću vage PB 1502-S. Automatskim uređajem Eggshell Force Gauge Model-II izmjerena je čvrstoća ljuske jaja (mm). Debljina ljuske mjerena je pomoću elektronskog mikrometra s točnošću

od 0,001 mm na sredini ljuske jaja (slika 7). Indeks oblika izračunat je iz mjera širine i dužine jaja prema slijedećem obrascu: indeks oblika (%)=širina jajeta/dužina jajeta\*100 (Panda, 1996.). Boja žumanjka, Haugh jedinice (HJ) i visina bjelanjka utvrđeni su automatskim uređajem Egg Multi-Tester EMT-5200. Vrijednosti pH bjelanjka i žumanjka, izmjerene su pH metrom MP 120. Rezultati istraživanja obrađeni su uz pomoć programa Statistica for Windows version 13.0 (StatSoft Inc., 2017.). Rezultati su obrađeni pomoću analize varijance (ANOVA). Ukoliko je P vrijednost bila statistički značajna razlike između skupina testirane su Fisherovim LSD testom.



Slika 7. Određivanje debljine ljuske

Izvor: Kralik, Z. (2018.)



Slika 8. Određivanje boje žumanjka

Izvor: Kralik, Z. (2018.)



Slika 9. Mjerenje kvalitete jaja

Izvor: Kralik, Z. (2018.)

#### 4. REZULTATI I RASPRAVA

U tablici 2 prikazani su rezultati kvalitete jaja podrijetlom od nesilica držanih u različitim sustavima proizvodnje. Indeks oblika jaja kod sve tri ispitivane skupine nesilica bio je ujednačen (DS=77,22%, VO=77,33% i OK=77,65%;  $P>0,05$ ), odnosno sustav držanja nije imao utjecaja na ovaj parametar. S našim rezultatima sukladni su rezultati Svobodove i sur. (2014.). Masa jaja bila je statistički značajno manja ( $P=0,007$ ) kod nesilica držanih na dubokoj stelji (58,10g) u odnosu na nesilice držane u volijerama (60,18g). Jones i sur. (2014.) te Svobodová i sur. (2014.) navode također da sustav držanja nesilica statistički značajno utječe na masu jaja. Abrahamsson i sur. (1996.) navode da sustav držanja nesilica ima utjecaja na masu jaja, odnosno ističu da su jaja iz kaveznog držanja bila statistički značajno teža u usporedbi s jajima proizvedenim u volijerama. Nadalje statistički značajna razlika uočena je i kod mase bjelanjka i ljuske ( $P>0,05$ ), dok su vrijednosti mase žumanjka kod svih ispitivanih skupina bile ujednačene. Jaja nesilica držanih u volijerama imale su statistički značajno teži bjelanjaka u odnosu na jaja nesilica držanih u obogaćenim kavezima i na dubokoj stelji (VO=35,62 g u odnosu na OK=34,04 g i DS=33,86g). Masa ljuske bila je statistički značajno teža kod nesilica držanih u obogaćenim kavezima (9,08g) u odnosu na jaja nesilica držanih u volijerama (8,54g) i na dubokoj stelji (7,76g). Manju masu žumanjka kod jaja nesilica držanih na dubokoj stelji u odnosu na kavezni sustav držanja u svom istraživanu navode Svobodová i sur. (2014.) no također ističu da na ovaj pokazatelj kvalitete jaja sustav držanja nema statistički značajan utjecaj ( $P>0,05$ ). Kod pokazatelja kvalitete ljuske uočeno je da postoji statistički značajna razlika između jaja ispitivanih skupina. Tako je statistički značajno čvršća i deblja ljuska zabilježena kod jaja nesilica iz konvencionalne proizvodnje (obogaćeni kavez) u odnosu na alternativne sustave proizvodnje ( $P<0,05$ ). Čvrstoća i debljina ljuske jaja jedni su od osnovnih pokazatelja kvalitete ljuske. U nizu studija koje su opisivale utjecaj sustava držanja na kvalitetu jaja rezultati su prilično raznoliki. Neki autori navode da sustav držanja nema utjecaj na kvalitetu jaja odnosno ljuske već na ovo svojstvo utjecaj može imati genetika jata (Akbar i sur., 1983.), ali i hranidba (Supić i sur., 1999). Dukić-Stojčić i sur. (2009.) navode da sustav držanja kokoši nesilica nema utjecaja na čvrstoću i debljinu ljuske ( $P>0,05$ ). Autori navode da su čvrstoća i debljina ljuske jaja kod tri ispitivana sustava držanja bile ujednačene ( $K=2,48 \text{ kg/cm}^2$  i 0,373 mm;  $FR1=2,44 \text{ kg/cm}^2$  i 0,369 mm i  $FR2=2,52 \text{ kg/cm}^2$  i 0,317 mm). Njihove vrijednosti čvrstoće i debljine ljuske značajno su manje u odnosu na

vrijednosti navedenih pokazatelja u našem istraživanju. Statistički značajan utjecaj ( $P < 0,05$ ) sustava držanja nesilica na čvrstoću i debljinu ljuske jaja navode i Englmaierová i sur., (2014.). Navedeni autori navode da je ljuska jaja čvršća kod kaveznog sustava držanja kokoši u odnosu na volijere (konvencionalni kavez  $4,930 \text{ kg/cm}^2$  odnosno  $4,665 \text{ kg/cm}^2$ ), dok je debljina ljuske bila veća kod volijera u odnosu na kaveze ( $0,387 \text{ mm}$  odnosno obogaćeni kavez  $0,379 \text{ mm}$ ). Vrijednosti debljine i čvrstoće ljuske koju navode gore spomenuti autori sukladne su vrijednostima našeg istraživanja.

Tablica 2. Utjecaj sustava držanja nesilica na kvalitetu jaja ( $\bar{x} \pm \text{sd}$ )

Pokazatelj	Tretmani			P vrijednost
	DS (n=27)	VO (n=25)	OK (n=22)	
Indeks oblika, %	77,22±02,94	77,33±2,89	77,65±3,18	0,876
Masa jaja, g	58,10±2,61 <sup>b</sup>	60,18±1,59 <sup>a</sup>	58,95±2,62 <sup>ab</sup>	0,007
Masa bjelanjka, g	33,86±1,87 <sup>b</sup>	35,62±1,50 <sup>a</sup>	34,04±2,14 <sup>b</sup>	0,002
Masa žumanjka, g	16,47±0,94	16,02±0,91	15,83±1,28	0,090
Masa ljuske, g	7,76±0,52 <sup>c</sup>	8,54±0,62 <sup>b</sup>	9,08±0,45 <sup>a</sup>	<0,001
Debljina ljuske, mm	0,444±0,02 <sup>c</sup>	0,462±0,03 <sup>b</sup>	0,481±0,03 <sup>a</sup>	<0,001
Čvrstoća ljuske, $\text{kg/cm}^2$	4,24±0,77 <sup>b</sup>	4,38±0,74 <sup>b</sup>	4,83±0,61 <sup>a</sup>	0,015

DS=duboka stelja; VO=volijere i OK=obogaćeni kavez;  $\bar{x}$ = srednja vrijednost; sd= standardna devijacija  
 Ekspozicije <sup>a,b,c</sup> iznad brojeva u stupcima označavaju statističku značajnost na razini  $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$  i  $P < 0,001$

Izvor: Vlastiti rezultati

U Tablici 3 prikazani su rezultati analiza utjecaja sustava držanja nesilica na pokazatelje svježine jaja. U tablici je prikazano da sustav držanja nesilica ima statistički značajan utjecaj na boju žumanjka, HJ, pH bjelanjka i pH žumanjka ( $P < 0,05$ ). Manji intenzitet boje žumanjka uočen je kod jaja nesilica držanih u obogaćenim kavezima (11,86) u odnosu na alternativne sustave držanja gdje je boja žumanjka iznosila 13,00 ( $P < 0,001$ ). Dukić-Stojčić i sur. (2009.) u istraživanju kvalitete konzumnih jaja proizvedenih u različitim sustavima držanja kokoši navode rezultate boje žumanjka koji nisu sukladni našima. Navedeni autori navode kako je boja žumanjka bila nešto intenzivnija kod jaja kokoši držanih u kaveznom sustavu u usporedbi podnim sustavima držanja-free fange (kavezni=12,08, free range1=11,58 free range2=11,76;  $P > 0,05$ ). Vrijednosti visine bjelanjka bile su ujednačene kod jaja svih ispitivanih skupina, odnosno na ovaj pokazatelj sustava držanja nije imao utjecaja ( $P = 0,070$ ). Za razliku od naših rezultata Dukić-Stojčić i sur., (2009.) navode kako sustav držanja nesilica statistički značajno utječe na visinu bjelanjka, oni navode da je visina bjelanjka bila veća kod jaja iz podnog sustava FR1 i FR2 držanja kokoši u usporedbi s kaveznim K (FR1=8,18 mm; FR2=8,58 mm i K=7,96 mm). Prehrambena industrija prati

pokazatelje u jajima koji pokazuju svježinu jaja. Osim pH vrijednosti mjeri se vrijednost HJ. Za izračun HJ se koristi mjera visine bjelanjka i masa jaja u logaritamskoj skali. Veća vrijednost HJ označava bolju unutarnju kvalitetu jaja (Haugh, 1937.). Vrijednosti HJ bile su statistički značajno veće kod nesilica držanih u volijerima i obogaćenim kavezima u usporedbi s jajima podrijetlom od nesilica držanih na dubokoj stelji (VO=80,11 i OK=77,10 odnosno DS=72,16). Postoje mnogi čimbenici koji utječu na vrijednosti HJ, a to su dob, soj ili pasmina kokoši, vrijeme i temperatura skladištenja, hranidba i moguće bolesti (Williams, 1992.; Roberts, 2004.). Stoga su rezultati nekoliko studija prilično oprečni kada se radi o utjecaju sustava držanja kokoši nesilica na vrijednosti HJ. Dok su neki autori pronašli veće vrijednosti HJ kod jaja nesilica držanih u kaveznim (Hidalgo i sur., 2008.), drugi su dobili vrijednosti HJ bolje kod jaja podrijetlom iz alternativnih sustava držanja (Dukić-Stojčić i sur., 2009.), ili bez značajnih razlika u rezultatima HJ među proizvodnim sustavima (Küçükyılmaz i sur., 2012.). Ledvinka i sur. (2012.) također su utvrdili statistički značajan utjecaj sustava držanja nesilica na vrijednosti HJ kod jaja. Sukladno našim rezultatima Svobodová i sur. (2014.) u svom istraživanju također navode veće vrijednosti HJ kod jaja nesilica držanih u kavezima u usporedbi s dubokom steljom. Iako su vrijednosti HJ važna mjera kvalitete jaja, u istraživanjima svježinu jaja treba procijeniti promatranjem više pokazatelja, također treba u istraživanju pokušati promatrati više utjecaja a ne samo sustav držanja nesilica.

Tablica 3. Utjecaj sustava držanja nesilica na pokazatelje svježine jaja ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ )

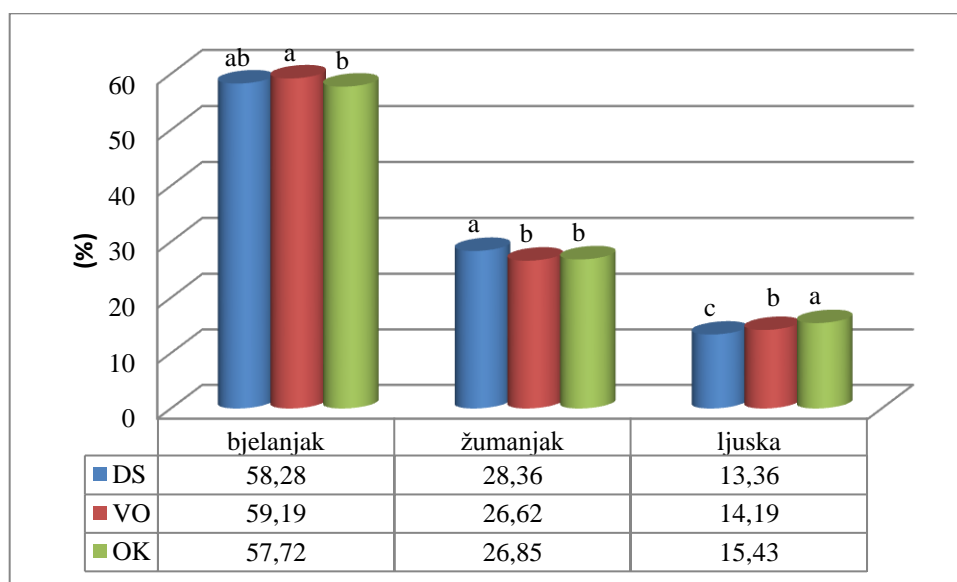
Pokazatelj	Tretmani			P vrijednost
	DS (n=27)	VO (n=25)	OK (n=22)	
Boja žumanjka	13,00±0,55 <sup>a</sup>	13,00±0,91 <sup>a</sup>	11,86±0,56 <sup>b</sup>	<0,001
Visina bjelanjka, mm	5,92±1,03	6,50±0,77	6,03±0,96	0,070
HJ	72,16±7,00 <sup>b</sup>	80,11±5,25 <sup>a</sup>	77,10±6,55 <sup>a</sup>	<0,001
pH bjelanjka	9,00±0,07 <sup>a</sup>	8,79±0,08 <sup>b</sup>	8,35±0,24 <sup>c</sup>	<0,001
pH žumanjka	6,10±0,07 <sup>a</sup>	6,08±0,04 <sup>a</sup>	6,05±0,06 <sup>b</sup>	0,014

DS=duboka stelja; VO=volijere i OK=obogaćeni kavezi;  $\bar{x}$ = srednja vrijednost; sd= standardna devijacija  
 Ekspozenti <sup>a,b,c</sup> iznad brojeva u stupcima označavaju statističku značajnost na razini P<0,05; P<0,01 i P<0,001

Izvor: Vlastiti rezultati

Sukladno vrijednostima HJ kretale su se i vrijednosti pH bjelanjaka i žumanjaka. Točnije s smanjenjem vrijednosti HJ očekuje se povećanje vrijednosti pH. Tako je najveća pH vrijednost bjelanjka i žumanjka utvrđena upravo kod jaja nesilica držanih na dubokoj stelji u odnosu na ostala dva sustava držanja kokoši (P<0,05). Samli i sur., (2005.) navode da je pH svježeg bjelanjka bio 7,47 a žumanjka 5,75, dok su jaja držana dva dana na temperaturi

od 5 °C imala vrijednost pH bjelanjka 7,99, i žumanjak pH 5,90. Razlog promjene pH vrijednosti je ta što za vrijeme skladištenja jaja, voda iz bjelanjka prodire u žumanjak i obrnuto, a neke hranjive tvari iz žumanjka difundiraju u bjelanjak. Gubitak CO<sub>2</sub> iz jaja uzrokuje povećanje pH vrijednosti bjelanjka, a smanjuje viskoznost njegovih bjelančevina (Silversides i Scott, 2001.). Tijekom skladištenja jaja vrijednosti pH bjelanjka i žumanjaka se postepeno povećavaju, kako se vidi iz vrijednosti pH naših rezultata koji dokazuju da su analizirana jaja pohranjena na kratko vrijeme.



Grafikon 1. Utjecaj sustava držanja nesilica na udjele osnovnih dijelova u jajima

U grafikonu 1 prikazani su rezultati udjela bjelanjka, žumanjka i ljuske jajeta. Iz rezultata je vidljivo da jaja nesilica držanih u volijerama imaju najveći udio bjelanjka, dok je udio žumanjka najveći bio koja jaja nesilica držanih na dubokoj stelji, a ljuska je imala najveći udio u jajima kokoši držanih u obogaćenim kavezima ( $P>0,05$ ). Englmaierová i sur., (2014.) navode da sustav držanja nesilica (neobogaćeni kavezi, obogaćeni kavezi, volijere i duboka stelja) statistički značajno utječe na udio osnovnih dijelova u jajima ( $P<0,05$ ). Autori navode da je statistički značajno veći udio ljuske kod jaja proizvedenih u obogaćenim kavezima i volijerama (64,0% i 64,2%) u odnosu na neobogaćene kaveze i duboku stelju (62,6% i 62,8%). Nadalje isti autori navode da je udio žumanjka i ljuske bio statistički značajno veći kod jaja proizvedenih na dubokoj stelji (26,6%) u odnosu na jaja proizvedena u obogaćenim kavezima i volijerama (25,5% i 25,0%). Udio ljuske bio je veći



kod jaja iz volijera (10,7%) i duboke stelje (10,7%), a nešto niži kod jaja proizvedenih u obogaćenim kavezima (10,5%). Udjeli osnovnih dijelova u jajima koje autori navode u svom istraživanju razlikuju se od naših rezultata, no trend je sličan za udio bjelanjka i žumanjka.

## 5. ZAKLJUČAK

Sustav držanja nesilica važan je vanjski faktor koji utječe na performanse kokoši i na pokazatelje vanjske i unutarnje kvalitete jaja. Konvencionalni kavezi koji su bili uobičajeni u proizvodnji konzumnih jaja, u Europskoj uniji zabranjeni su za korištenje od 2012. godine, te su ih zamijenili tzv. obogaćeni kavezi ili neki alternativni sustavi držanja kokoši kao što su držanje na dubokoj stelji, free range ili volijere. Analizom rezultata istraživanja može se zaključiti da sustavi držanja nesilica na neke pokazatelje statistički značajno utječu (masa jaja, masa bjelanjka i ljuske, čvrstoća i debljina ljuske, boja žumanjka, HJ i pH bjelanjka i žumanjak), dok na neke pokazatelje kvalitete jaja sustav držanja nema značajnog utjecaja (indeks oblika, masa žumanjka, visina bjelanjka i udjeli osnovnih dijelova u jajima). Rezultati istraživanja kao i različiti literaturni podatci upućuju na zaključak da je dobra alternativa obogaćenim kavezima držanje nesilica i proizvodnja jaja u volijerama.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Abrahamsson, P., Tauson, R., Elwinger, K. (1996.): Effects on production, health and egg quality of varying proportions of wheat and barley in diets for two hybrids of laying hens kept in different housing systems. *Acta Agric. Scand. Anim. Sci.* 46:173–182.
2. Akbar, M.K., Gavora, J.S., Friars G.W., Gowe R.S.C. (1983.): Composition of eggs by commercial size categories. Effects of genetic group, age and diet. *Poultry Sci.*, 62, 925-933.
3. Dukić-Stojčić, M., Perić, L., Bjedov, S., Milošević, N. (2009.): The quality of table eggs produced in different housing systems. *Biotechnol. Anim. Husb.* 25:1103–1108.
4. Englmaierová, M., Tůmová, E., Charvátová, V., Skřivan, M. (2014.): Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics, and egg microbial contamination. *Czech J. Anim. Sci.*, 59, 2014 (8): 345–352.
5. Haugh, R.R. (1937.): The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Magazine*. 3: 552-555, 572–573.
6. Hidalgo, A., Rossi, M., Clerici, F., Ratti, S. (2008.): A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chem.* 106:1031–1038.
7. Holt, P.S., Davies, R.H., Dewulf, J., Gast, R.K., Huwe, J.K., Jones, D.R., Waltman, D., Willian, K.R. (2011.): The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*. 90(1):251-262.
8. <https://cluckin.net/incubation-and-hatching> (pristupljeno 18.6.2018.)
9. [https://www.savjetodavna.hr/adminmax/publikacije/nesiliceEU\\_762017.pdf](https://www.savjetodavna.hr/adminmax/publikacije/nesiliceEU_762017.pdf) (pristupljeno 19.6.2018.)
10. <https://www.savjetodavna.hr/savjeti/14/375/sustavi-drzanja-nesilica-za-proizvodnju-konzumnih-jaja/> (pristupljeno 19.6.2018.)
11. Jones, D. R., Karcher, D. M., Abdo, Z. (2014.): Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage. *Poultry Science*, 93 :1282–1288.
12. Kralik, G. Adamek, Z., Baban, M., Bogut, I., Gantner, V., Ivanković, S., Katavić, I., Kralik, D., Kralik, I., Margeta, V., Pavličević, V. (2011.): *Zootehnika. Sveučilišni udžbenik; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,*

Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište u Mostaru, University of south bohemia in Česke Budejovice. Grafika d.o.o., Osijek.

13. Kralik, G., Has-Schön, D., Šperanda, M (2008.). Peradarstvo biološki i tehnički principi. Sveučilišni udžbenik; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Grafika d.o.o. Osijek.
14. Küçükylmaz, K., Bozkurt, M., Herken, E.N., Çınar, M., Çatlı, A.U., Bintaş, E., Çöven, F. (2012.): Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 25:559–568.
15. Ledvinka, Z., Tůmová, E., Englmaierová, M., Podsedníček, M. (2012.): Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. In *Archiv Geflügelk.*, 76 (1):38–43.
16. Panda, P. C. (1996.): Shape and Texture. In *Text book on Egg and Poultry Technology*. First Edition, New Delhi, India.
17. Pravilnik o kakvoći jaja N.N. 115/2006. 69/2007., 76/2008.
18. Roberts, J.R. (2004.): Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J. Poult. Sci.* 3:161–177.
19. Samli, H.E., Agma, A., Senkoylu, N. (2005.): Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal Applied Poultry Research.* 14: 548-553.
20. Senčić, Đ., Samac, D. (2017.): Jaje. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Grafika.d.o.o. Osijek.
21. Silversides, F.G., Scott, T.A. (2001.): Effect of storage and layer age on quality of eggs from tow lines of hens. *Poultry Science* 80: 1240-1245.
22. *Statistica for Windows version 13.0* (StatSoftInc., 2017.)
23. Supić, B., Perić, L., Milošević, N., Pavlovski, Z., Cmiljanić ,R. (1999.): Uticaj ishrane na kvalitet konzumnih jaja. *Savremena poljoprivreda*, 1-2, 57-64
24. Svobodová, J., Tůmová, E., Englmaierová, M. (2014.): The effect of housing system on egg quality of Lohmann white and Czech hen. *Acta fytotechn. zootechn.*, 17(2): 44–46.
25. Vučemilo, M. (2008.): Higijena i bioekologija u peradarstvu. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Intergrafika d.o.o., Zagreb.

26. Williams, K.C. (1992.): Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *Worlds Poult. Sci. J.* 48:5–16.