

Kvaliteta kokošjih jaja iz konvencionalnog i alternativnih sustava proizvodnje

Ana Marija Keri, Zlata Kralik¹

Sažetak

Cilj ovog rada bio je usporediti kvalitetu jaja iz kaveznog i alternativnih sustava proizvodnje. 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). Kvaliteta 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 ($P>0,05$) na indeks oblika, masu žumanjka i visinu bjelanjka, dok statistički značajan utjecaj imaju na masu jaja, masu bjelanjka i ljuske, debljinu i čvrstoću ljuske, boju žumanjka, HJ, pH bjelanjka i pH žumanjka, udjele osnovnih dijelova u jajima ($P<0,05$).

Ključne riječi: obogaćeni kavezi, alternativni sustavi, nesilice, jaja, kvaliteta

Uvod

Peradarstvo je važna stočarska grana u kojoj biološka svojstva peradi omogućavaju da se u vrlo kratkom vremenu proizvedu visoko vrijedne namirnice meso i jaja, bogatog nutritivnog sastava. Jaja su u ljudskoj prehrani korisna jer imaju visoku hranidbenu vrijednost, a pogodna su i za preradu (Kralik i sur., 2011.). Kvaliteta jaja promatra se kroz niz pokazatelja kao što su: 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 (Kralik i sur., 2017.). 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 („free range“ sustav, volijere ili avijariji, držanja kokoši u zatvorenom prostoru na dubokoj stelji-stajski uzgoj). Prilikom pisanja pravilnika o načinu držanja kokoši nesilica prvenstveno se vodilo činjenicom da je u intenzivnoj proizvodnji jaja kokoš pod izuzetno velikim stresom te je nužno omogućiti životinjama prirodniji ambijent. Stoga se u proizvodnji jaja preporučuju neki alternativni sustavi držanja nesilica koji ne uključuju

¹Ana Marija Keri, univ. bacc. ing. agr.; dr. sc. Zlata Kralik, izvanredni profesor; Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Autor za korespondenciju: : zлата.kralik@fazos.hr

veliku gustoću naseljenosti životinja po m² podne površine te osiguravaju više kretanja. Alternativni sustavi držanja nesilica u proizvodnji konzumnih jaja zapravo su vezani za poboljšanje dobrobiti životinja. Ovi sustavi držanja nesilicama trebaju osigurati što prirodnije uvijete za život. Unatoč velikim nastojanjima u Republici Hrvatskoj je i dalje vrlo mali broj uzgajivača koji proizvode konzumna jaja na neki od alternativnih načina proizvodnje. Uzroci ovakvog stanja su 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 infekcija bakterijama roda *Salomonella* 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 mikroklimi te je veći utrošak hrane. Nadalje, u volijerima veći je postotak prljavih i napuknutih jaja, jer postoji mogućnost nesenja jaja izvan gnijezda na pod (Englmaierová i sur., 2014.). Pregledom literature navodi se da su jaja manje mase, a nesilice imaju veću konverziju hrane te da poboljšanje uvjeta držanja kokoši nema statistički značajnog utjecaja na proizvodne pokaza-

telje kao ni pokazatelja kvalitete jaja (Vučemilo, 2008.; Englmaierová i sur., 2014.). Cilj ovog rada je usporediti pokazatelje kvalitete jaja podrijetlom iz tri različita sustava držanja nesilica (obogaćeni kavezima, volijere i duboka stelja).

Materijal i metode

U pokusu su korištene nesilice hibridne linije Isa Brown, koje su bile u 69. tjednu proizvodnje. Nesilice su hranjene dva mjeseca 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 oblika, čvrstoća i debljina ljuske, visina bjelanjka, HJ, boja žumanjka, pH bjelanjka i pH žumanjka). Kvaliteta jaja određena je na ukupno 74 jaja, od čega je 27 jaja podrijetlom od nesilica držanih na dubokoj stelji (DS), 25 komada od nesilica držanih u volijerima (VO) i 22 jaja od nesilica držanih u obogaćenim kavezima (OK).

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

Tablica 1. Sastav krmne smjese korištene u hranidbi kokoši nesilica

Table 1 The composition of mixture used in laying hens' feeding

KRMIVA/INGREDIENT	SADRŽAJ U%/CONTENT IN%
Kukuruz/Corn	51,16
Sojina sačma (46%)/Soybean meal (46%)	23,23
Suncokretova sačma (33%)/Sunflower meal (33%)	5,00
Lucerka (17%)/Alfalfa (17%)	1,36
Stočni kvasac/Animal yeast	0,50
Vapnenac vinica/Limestone	10,76
Monokalcij fosfat/Monocalcium phosphate	1,33
Sol stočna/Animal salt	0,32
Sintetički metionin/Synthetic methionine	0,14
Sojino ulje/Soybean oil	5,00
¹ Premiks (1,2%)/Premix (1.2%)	1,2
Ukupno	100

¹Premiks: Kalcij 33%, vit. A 833,34 I.U., vit. D3 208,34 I.U., vit. E 8.350 mg, vit. K3 170 mg, vit. B1 150 mg, vit. B2 375 mg, Pantotenska kiselina 590 mg, Niacin 2.100 mg, Kolin klorid 33.340 mg, vit. B6 200 mg, vit. B12 960 mg, Biotin 7.100 mg, 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, Antioksidans (Apo-ester 85 mg, kantaksantin 250 mg).

¹Premix: Calcium 33%, vit. A 833,34 I.U., vit. D3 208,34 I.U., vit. E 8.350 mg, vit. K3 170 mg, vit. B1 150 mg, vit. B2 375 mg, Pantothenic acid 590 mg, Niacin 2.100 mg, Choline chloride 33.340 mg, vit. B6 200 mg, vit. B12 960 mg, Biotin 7.100 mg, Folic acid 70.5 mg, vit. C 1.900 mg, Iron 2.500 mg, Copper 415 mg, Zinc 5.200 mg, Manganese 5.835 mg, Iodine 75 mg, Selenium yeast 35 mg, Antioxidant (Apo-ester 85 mg, canthaxanthin 250 mg).

mjerena je pomoću elektronskog mikrometra s točnošću od 0,001 mm na sredini ljuske jaja. 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 13.4.0.14. (StatSoft Inc., 2018.). Rezultati su obrađeni pomoću analize varijance (ANOVA). Ukoliko je P vrijednost bila statistički značajna razlike između skupina testirane su Fisherovim LSD testom.

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 pokazatelj. 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 (58,10 g) u odnosu na nesilice držane u volijerama (60,18 g). 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 bjelanjak 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=33,86 g). Masa ljuske bila je statistički značajno teža kod nesilica držanih u obogaćenim kavezima (9,08 g) u odnosu na jaja nesilica držanih u volijerama (8,54 g) i na dubokoj stelji (7,76 g). Manju masu žumanjka kod jaja nesilica držanih na dubokoj stelji u odnosu na kavezni sustav držanja u svom istraživanju 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

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

Table 2 Impact of hens production system on egg quality ($\bar{x} \pm sd$)

POKAZATELJ/INDICATOR	TRETMANI/TREATMENTS			P VRIJEDNOST/ P VALUE
	DS (N=27)	VO (N=25)	OK (N=22)	
Indeks oblika, %/Shape indeks, %	77,22±02,94	77,33±2,89	77,65±3,18	0,876
Masa jaja, g/ Egg weight, g	58,10±2,61 ^b	60,18±1,59 ^a	58,95±2,62 ^{ab}	0,007
Masa bjelanjka, g/ Albumen weight, g	33,86±1,87 ^b	35,62±1,50 ^a	34,04±2,14 ^b	0,002
Masa žumanjka, g/ Yolk weight, g	16,47±0,94	16,02±0,91	15,83±1,28	0,090
Masa ljuske, g/ Shell weight, g	7,76±0,52 ^c	8,54±0,62 ^b	9,08±0,45 ^a	<0,001
Debljina ljuske, mm/ Shell thickness, g	0,444±0,02 ^c	0,462±0,03 ^b	0,481±0,03 ^a	<0,001
Čvrstoća ljuske, kg/cm ² / Shell strenght, kg/cm ²	4,24±0,77 ^b	4,38±0,74 ^b	4,83±0,61 ^a	0,015

¹Premiks: Kalcij 33%, vit. A 833,34 I.U., vit. D3 208,34 I.U., vit. E 8.350 mg, vit. K3 170 mg, vit. B1 150 mg, vit. B2 375 mg, Pantotenska kiselina 590 mg, Niacin 2.100 mg, Kolin klorid 33.340 mg, vit. B6 200 mg, vit. B12 960 mg, Biotin 7.100 mg, 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, Antioksidans (Apo-ester 85 mg, kantaksantin 250 mg).

¹Premix: Calcium 33%, vit. A 833,34 I.U., vit. D3 208,34 I.U., vit. E 8.350 mg, vit. K3 170 mg, vit. B1 150 mg, vit. B2 375 mg, Pantothenic acid 590 mg, Niacin 2.100 mg, Choline chloride 33.340 mg, vit. B6 200 mg, vit. B12 960 mg, Biotin 7.100 mg, Folic acid 70.5 mg, vit. C 1.900 mg, Iron 2.500 mg, Copper 415 mg, Zinc 5.200 mg, Manganese 5.835 mg, Iodine 75 mg, Selenium yeast 35 mg, Antioxidant (Apo-ester 85 mg, canthaxanthin 250 mg).

(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 $0,373 \text{ mm}$; $FR1=2,44 \text{ kg/cm}^2$ i $0,369 \text{ mm}$ i $FR2=2,52 \text{ kg/cm}^2$ i $0,317 \text{ mm}$). 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.

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 ističu kako je boja žumanjka bila nešto intenzivnija kod jaja kokoši držanih u kaveznom sustavu u usporedbi podnim sustavima držanja-free range (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 ($FR1=8,18 \text{ mm}$; $FR2=8,58 \text{ mm}$ i $K=7,96 \text{ mm}$). 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 volijerama 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 i 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 važan pokazatelj

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

Table 3 Impact of hens production system on indicators of egg freshness ($\bar{x} \pm \text{sd}$)

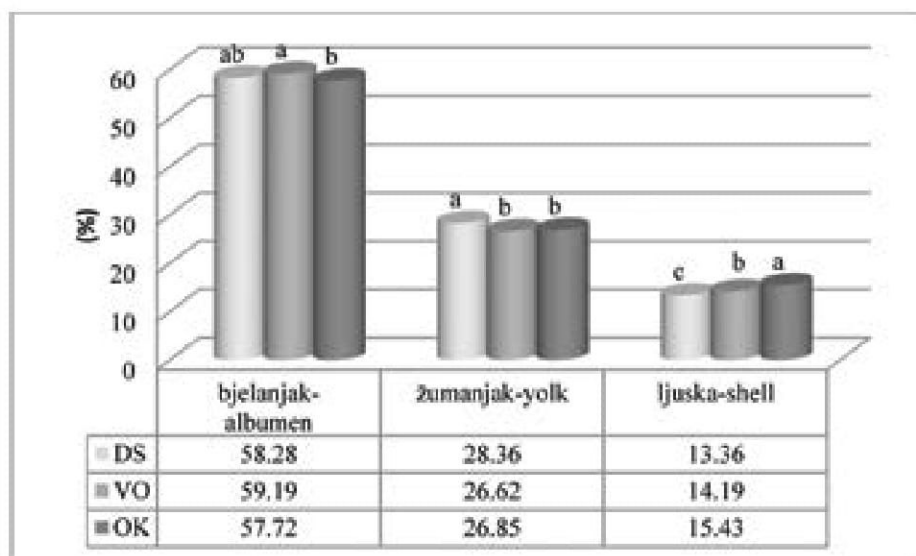
POKAZATELJ/INDICATOR	TRETMANI/TREATMENTS			P VRIJEDNOST/ P VALUE
	DS (N=27)	VO (N=25)	OK (N=22)	
Boja žumanjka/Yolk color	13,00±0,55a	13,00±0,91a	11,86±0,56b	<0,001
Visina bjelanjka, mm/Albumen height, mm	5,92±1,03	6,50±0,77	6,03±0,96	0,070
HJ/HU	72,16±7,00b	80,11±5,25a	77,10±6,55a	<0,001
pH bjelanjka/Albumen pH	9,00±0,07a	8,79±0,08b	8,35±0,24c	<0,001
pH žumanjka/Yolk pH	6,10±0,07a	6,08±0,04a	6,05±0,06b	0,014

DS=duboka stelja; VO=volijere i OK=obogaćeni kavezi; \bar{x} = srednja vrijednost; sd= standardna devijacija
 Ekspozenti ^{a,b,c} iznad brojeva u redovima označavaju statističku značajnost na razini $P<0,05$; $P<0,01$ i $P<0,001$
 DS=deep litter; VO=aviaries and OK=enriched cages; \bar{x} = mean value; sd= standard deviation
 Exponents ^{a,b,c} above numbers in rows indicate statistical significance at levels $P<0,05$; $P<0,01$ and $P<0,001$

kvalitete odnosno svježine jaja, u istraživanjima svježinu jaja treba procijeniti promatranjem više pokazatelja. Sukladno vrijednostima HJ kretale su se i vrijednosti pH bjelanjaka i žumanjaka. Točnije sa 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 a 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 CO² iz jaja uzrokuje povećanje pH vrijednosti bjelanjka, a smanjuje viskoznost njegovih bjelančevina (Silversides i Scott, 2001.). Na vrijednosti svježine jaja veliki utjecaj imaju uvjeti skladištenja jaja (temperatura) kao i vrijeme skladištenja. Tijekom skladištenja jaja vrijednosti pH bjelanjka i žumanjaka



Grafikon 1. Utjecaj sustava držanja nesilica na udjele osnovnih dijelova u jajima
Graph 1 Impact of hens production system on the shares of basic parts in eggs

se postepeno povećavaju, kako se vidi iz vrijednosti pH naših rezultata koji dokazuju da su analizirana jaja pohranjena na kratko vrijeme.

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 kavez, obogaćeni kavez, 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 proizve-

dena 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.

Zaključak

Analizom rezultata istraživanja može se zaključiti da sustav držanja nesilica ima statistički značajnog utjecaja na neke pokazatelje kvalitete i svježine jaja (masa jaja, masa bjelanjka i ljuske, čvrstoća i debljina ljuske, boja žumanjka, HJ i pH bjelanjka i žumanjak; $P < 0,05$). Rezultati našeg istraživanja, kao i različiti literaturni podatci upućuju na zaključak da je dobra alternativa obogaćenim kavezima držanje nesilica i proizvodnja jaja u volijerama.

Literatura

- [1] **Abrahamsson, P., R. Tauson, K. Elwinger (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., J.S. Gavora, G.W. Friars, R.S.C. Gowe (1983):** Composition of eggs by commercial size categories. Effects of genetic group, age and diet. *Poultry Sci.*, 62, 925-933.
- [3] **Dukić-Stojčić, M., L. Perić, S. Bjedov, N. Milošević (2009):** The quality of table eggs produced in different housing systems. *Biotechnol. Anim. Husb.* 25:1103–1108.
- [4] **Englmaierová, M., E. Tůmová, V. Charvátová, M. Skřivan (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., M. Rossi, F. Clerici, S. Ratti (2008):** A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chem.* 106:1031–1038.
- [7] **Holt, P.S., R.H. Davies, J. Dewulf, R.K. Gast, J.K. Huwe, D.R. Jones, D. Waltman, K.R. Willian (2011):** The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science.* 90(1):251-262.
- [8] **Jones, D. R., D.M. Karcher, Z. Abdo (2014):** Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage. *Poultry Science*, 93:1282–1288.
- [9] **Kralik, G., Z. Adamek, M. Baban, I. Bogut, V. Gantner, S. Ivanković, I. Katavić, D. Kralik, I. Kralik, V. Margeta, V. Pavličević (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, str. 243-330.*
- [10] **Kralik, Z., M. Grčević, G. Kralik, D. Hanžek, A. Zelić (2017):** Quality of table eggs on the Croatian market. *Poljoprivreda*, 23(1): 63-68.
- [11] **Küçükyılmaz, K., M. Bozkurt, E.N. Herken, M. Çınar, A.U. Çatlı, E. Bintaş, F. Çöven (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.
- [12] **Ledvinka, Z., E. Tůmová, M. Englmaierová, M. Podsedníček (2012):** Egg quality of three laying hen genotypes kept in conventional cages and on litter. In *Archiv Geflügelk.*, 76 (1):38–43.
- [13] **Panda, P. C. (1996.):** Shape and Texture. In *Text book on Egg and Poultry Technology. First Edition, New Delhi, India.*
- [14] **Roberts, J.R. (2004):** Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J. Poult. Sci.* 3:161–177.
- [15] **Samli, H.E., A. Agma, N. Senkoylu (2005):** Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal Applied Poultry Research.* 14: 548-553.
- [16] **Silversides, F.G., T.A. Scott (2001):** Effect of storage and layer age on quality of eggs from tow lines of hens. *Poultry Science* 80: 1240-1245.
- [17] **Supić, B., L. Perić, N. Milošević, Z. Pavlovski, R. Cmiljanić (1999):** Uticaj ishrane na kvalitet konzumnih jaja. *Savremena poljoprivreda*, 1-2, 57-64
- [18] **Svobodová, J., E. Tůmová, M. Englmaierová (2014):** The effect of housing system on egg quality of Lohmann white and Czech hen. *Acta fytotechn. zootechn.*, 17(2): 44–46.
- [19] **Vučemilo, M. (2008):** Higijena i bioekologija u peradarstvu. *Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Intergrafika d.o.o., Zagreb.*
- [20] **Williams, K.C. (1992):** Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *Worlds Poult. Sci. J.* 48:5–16.
- [21] *Statistica for Windows version 13.4.0.14 (StatSoftInc, 2018.)*
- [22] *www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2016/sljh2016.pdf; Statistički ljetopis (2016.)*

Dostavljeno: 4.1.2019.

Prihvaćeno: 15.1.2019.

The quality of hens eggs from conventional and alternative production systems

Abstract

The aim of this paper was to compare egg quality from cage and alternative production systems. A comparison of the quality of eggs from three production systems was made: conventional (enriched cages) system and two alternative production systems (aviaries and floor-breeding on deep litter). The experiment was conducted on hybrid line Isa Brown hens which were in the 69th week of production. The hens were fed with commercial feed mixture. Eggs were sampled by random selection for analysis of quality and freshness (egg weight and weight of basic parts in egg, shape index, strength and thickness of shell, albumen height, Haugh units, yolk color, pH of albumen and pH of egg yolk). The quality of eggs was determined on a total of 74 eggs, out of which 27 eggs were from deep litter (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 production systems do not affect ($P > 0.05$) the shape index, yolk weight and albumen height, while there is a significant influence on weight of eggs, albumen and shell, shell strength and thickness, yolk color, Haugh units, pH of albumen and yolk, and share of basic parts in eggs ($P < 0.05$).

Key words: enriched cages, alternative systems, hens, eggs, quality

Die Qualität der Hühnereier aus konventionellen und alternativen Haltungssystemen

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, die Qualität von Eiern aus der Käfighaltung und aus alternativen Haltungssystemen zu vergleichen. Es wurde ein Vergleich der Qualität von Eiern aus drei Haltesystemen vorgenommen: konventionelles System (angereicherte Käfige) und zwei alternative Haltesysteme (Volieren und Bodenhaltung auf Tiefstreu). Das Experiment wurde mit Legehennen der Hybridlinie Isa Brown durchgeführt, die sich in der 69. Haltungswoche befanden. Die Legehennen wurden mit einer kommerziellen Futtermischung gefüttert. Für die Analyse der Qualität und Frische (Eigewicht und Gewicht der wichtigsten Eibestandteile, Formindex, Stärke und Dicke der Schale, Eiweißlänge, Haugh-Einheiten, Eigelbfarbe, pH-Wert von Eiweiß und pH-Wert des Eigelbs) wurden die Eier zufällig ausgewählt. Die Qualität der Eier wurde an insgesamt 74 Eiern bestimmt, von denen 27 Eier aus von Legehennen stammen, die auf Tiefstreu gehalten wurden (DS), 25 Eier von Legehennen in Volieren (VO) und 22 Eier von Legehennen in angereicherten Käfigen (OK). Die Analyse der Ergebnisse ergab, dass das Haltungssystem den Formindex, das Eigelbgewicht und die Eiweißlänge nicht beeinflusst ($P > 0,05$), während es das Gewicht von Eiern, Eiweiß und Schale, die Stärke und Dicke der Schale, die Eigelbfarbe, die Haugh-Einheiten, den pH-Wert von Eiweiß und Eigelb und den Anteil der Grundbestandteile von Eiern ($P < 0,05$) erheblich beeinflusst.

Schlüsselwörter: angereicherte Käfige, alternative Systeme, Legehennen, Eier, Qualität

Qualità delle uova prodotte da galline allevate nei sistemi d'allevamento convenzionale e nei sistemi alternativi

Riassunto

Questo studio è stato condotto per confrontare la qualità delle uova prodotte da galline allevate nei sistemi d'allevamento in gabbia e nei sistemi alternativi. La comparazione ha riguardato la qualità

delle uova ottenute da galline allevate secondo tre sistemi differenti: uno convenzionale (in gabbie “arricchite”) e due alternativi (voliere e allevamento a terra con lettiera profonda). L’esperimento ha coinvolto galline ovaiole della linea ibrida Isa Brown alla 69° settimana di produzione, alimentate con mangime commerciale. La campionatura, operata con scelta casuale, è servita per analizzarne la qualità e la freschezza delle uova (massa dell’uovo, massa delle sue parti fondamentali, indice della forma, durezza e spessore del guscio, altezza dell’albume, HJ, colore del tuorlo, pH dell’albume e pH del tuorlo). La qualità delle uova è stata definita su 74 in totale, di cui 27 da galline allevate a terra con lettiera profonda (LP), 25 da galline allevate in voliera (VO) e 22 da galline allevate in gabbie “arricchite” (GA). Dall’analisi dei risultati discende che i sistemi d’allevamento delle galline ovaiole non incidono ($P > 0,05$) sull’indice della forma, sulla massa del tuorlo e sull’altezza dell’albume, mentre è statisticamente significativo il loro impatto sulla massa dell’uovo, sulla massa dell’albume e del guscio, sullo spessore e la durezza del guscio, sul colore del tuorlo, sull’HJ, sul pH dell’albume e sul pH del tuorlo e, per finire, sul rapporto tra le parti fondamentali dell’uovo ($P < 0,05$).

Parole chiave: gabbie “arricchite”, sistemi alternativi, galline ovaiole, uova, qualità

Calidad de los huevos de gallina de los sistemas de producción convencional y alternativo

Resumen

El fin de este trabajo fue comparar la calidad de los huevos de los sistemas de producción en jaula y alternativos. Fue hecha la comparación de los huevos de tres sistemas: el sistema convencional (jaulas enriquecidas) y dos sistemas alternativos de la producción (pajareras y sistema de criadero de cama profunda). El experimento fue llevado a cabo con la línea híbrida de gallinas ponedoras Isa Brown, en la semana 69 de producción. Las gallinas ponedoras fueron alimentadas con la mezcla de pienso comercial. Los huevos fueron muestreados por selección aleatoria para el análisis de la calidad y frescura (la masa de huevo y la masa de las partes básicas del huevo, el índice de forma, la firmeza y el espesor de la cáscara de huevo, la altura de la albúmina, la unidad Haugh, el color de la yema, el pH de la albúmina y el pH de la yema). La calidad de los huevos fue determinada para 74 huevos en total, de los cuales 27 fueron de las gallinas ponedoras de los criaderos de cama profunda (DS), 25 fueron de las gallinas ponedoras de las pajareras (VO) y 22 huevos fueron de las gallinas ponedoras de las jaulas enriquecidas (OK). El análisis de los resultados mostró que los sistemas de la producción de las gallinas ponedoras no influyen ($P > 0,05$) sobre el índice de forma, la masa de la yema y la altura de la albúmina mientras tienen la influencia estadísticamente significativa sobre la masa de los huevos, la masa de la albúmina y de la cáscara, sobre la firmeza y el espesor de la cáscara, el color de la yema, sobre la unidad Haugh, el pH de la albúmina, el pH de la yema y sobre las partes básicas del huevo ($P < 0,05$).

Palabras claves: jaulas enriquecidas, sistemas alternativos, gallinas ponedoras, huevos, calidad