Kokošje jaje kao funkcionalna hrana

Lovreković, Matea

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:511528

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

POLJOPRIVEDNI FAKULTET U OSIJEKU

Matea Lovreković

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

Kokošje jaje kao funkcionalna hrana

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA

POLJOPRIVEDNI FAKULTET U OSIJEKU

Matea Lovreković

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

Kokošje jaje kao funkcionalna hrana

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. Dalida Galović, član

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Završni rad
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij, smjer Zootehnika

Matea Lovreković

Kokošje jaje kao funkcionalna hrana

Sažetak: U ovom radu opisana je kvaliteta kokošjeg jajeta i njegovo korištenje kao funkcionalne hrane. Jaja su visokovrijedne namirnice koje sadrže dovoljne količine svih potrebnih hranjivih tvari i zato su pogodne za prehranu ljudi svih dobnih skupina. Jaje se sastoji od ljuske, bjelanjka i žumanjka. Zbog sve većih zahtjeva na tržištu potrebno je kontrolirati kvalitetu jaja. Glavni pokazatelji kvalitete jaja su čvrstoća i debljina ljuske, boja i pH žumanjka i pH bjelanjka, indeks oblika, Haugh jedinice, visina bjelanjka itd. U intenzivnoj proizvodnji konzumnih jaja koriste se četverolinijski hibridi kao što su: Tetra SL, Lohmann Brown Classic ili White, Hisex Brown ili White, čija je proizvodnja oko 350 do 363 jaja po nesilici u 80 tjednu starosti nesilice. Od pasmina za proizvodnju konzumnih jaja koristi se Leghorn bijele boje perja, čija je prosječna nesivost 220 – 260 jaja godišnje. Ukoliko se tijekom proizvodnog ciklusa nesilice hrane s smjesama ps dodatkom biljnih ili ribljeg ulja modificira se profil masnih kiselina u jajetu. Nadalje ako se u hrani poveća razina nekog mikroelementa ili vitamina također se u jajetu povećava njegov sadržaj, te se dobiju obogaćena jaja, koja se mogu smatrati funkcionalnom hranom.

Ključne riječi: konzumna jaja, funkcionalna hrana, proizvodnja, nesilice

38 stranica, 8 tablice, 16 slika, 41 literaturni navod

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek BSc Thesis

Faculty of Agriculture in Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course: Zootechnics

Summary: This paper describes the quality of chicken egg and its use as a functional food. Eggs are high-value foods that contain sufficient amounts of all the necessary nutrients and are therefore suitable for the diet of people of all ages. An egg consists of shell, albumen, and egg. Because of the growing market demand it is necessary to control the quality of the eggs. The main indicators of egg quality are shell strength and thickness, yolk color, pH of yolk and albumen, shape index, Haugh units, albumen height, etc. In the intensive production of table eggs four-line hybrids like Tetra SL, Lohmann Brown Classic or White, Hisex Brown or White are used, producing about 350 to 363 eggs per laying hen in 80th week of hens' age. For the production of table eggs, a Leghorn breed with white feathers is used, whose average prooduction is 220 to 260 eggs per year. If hens are fed mixtures with the addition of vegetable or fish oils during the production cycle, the fatty acid profile in eggs is modified. Further, if the level of a microelement or vitamin in the feed is increased, its content is also increased in the egg, thereby obtaining enriched eggs, which can be considered functional foods.

Key words: table eggs, functional food, production, laying hens

Key words:

38 pages, 8 tables, 16 figures, 41 references

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

SADRŽAJ

1. UVOD……5
2. KORIŠTENJE PERADI ZA PROIZVODNJU JAJA……7
   2.1. LEGHORN……..7
   2.2. TERTRA SL……9
3. NUTRITIVNA VRIJEDNOST I KEMIJSKI SASTAV JAJA……11
   3.1. MASTI……...11
   3.2. BJELANČEVINE……12
   3.3. VITAMINI……12
   3.4. MINERALNE TVARI……..14
4. GRAĐA I SASTAV JAJA……...16
   4.1. BJELANJAK……17
   4.2. ŽIMANJAK……..19
   4.3. LJUSKA……20
5. KVALITETA KONZUMNIH JAJA PREMA PRAVILNIKU RH……22
6. UTJECAJ HRANIDBE NA KVALITETU I OBOGAĆIVANJE JAJA FUNKCIONALNIM SASTOJCIMA……..26
   6.1. OBOGAĆIVANJE JAJA OMEGA-3 MASNIM KISELINAMA……...26
   6.2. OBOGAĆIVANJE JAJA MIKROELEMENTIMA……27
   6.3. OBOGAĆIVANJE JAJA LUTEINOM I ZEAKSANTINOM……29
   6.4. OBOGAĆIVANJE JAJA VITAMINIMA……31
7. ZAKLJUČAK……...34
8. LITERATURA……..35

1. UVOD

Peradarstvo je važna grana stočarstva koja u Republici Hrvatskoj (RH) ima sve veći značaj radi opskrbe ljudi mesom i jajima. Jaja su visokovrijedne namirnice koje sadrže dobar omjer bjelančevina, masti, vitamina i minerala, te su radi toga namirnica pogodna u prehrani bolesnika, trudnica, sportaša i djece. Da bi se zadovoljili sve veći zahtjevi na tržištu, potrebno je kontrolirati i održavati kvalitetu jaja. Potrošnja jaja u Republici Hrvatskoj mijenja se svake godine. Prema podatcima Statističkog ljetopisa RH (2016.) u 2008. godini konzumacija jaja po članu kućanstava iznosila je 144 komada, dok je u 2014. godini taj broj iznosio 152 komada. Prosjek Europske unije je daleko veći i iznosi 220 jaja po stanovniku.

Prema podatcima Državnog zavoda za statistiku RH 2016. ukupan broj peradi iznosi 9. 856.347 kljunova, od čega je 3.857.519 kokoši, 5.362.104 su tovni pilići, a ostatak su pure, guske, patke i ostala perad.

Naziv „funkcionalna hrana“ se prvi put počeo koristiti u Japanu 1980-tih godina i odnosio se na prehrambene proizvode obogaćene nutrijentima koji imaju korisna fiziološka djelovanje na zdravlje ljudi (Hardy, 2000., Stanton i sur., 2005.). Ministarstvo zdravstva Japana 1991 god. predstavlja pravilnik u kojemu definira kriterije prema kojima neki proizvod može biti svrstan u kategoriju „funkcionalnih proizvoda“. Ova japanska organizacija FOSHU (Food for Specified Health Uses) smatra da je funkcionalna hrana ona hrana koja ima pozitivan utjecaj na zdravlje ili smanjuje rizik od nastanka bolesti kod ljudi (Farr, 1997.).

U Europi i SAD-u koncept funkcionalne hrane nije jasno zakonski reguliran. Stoga se javlja mogućnost lažnog oglašavanja i pripisivanja proizvodu svojstava koja nemaju odgovarajuću znanstvenu potvrdu (potvrdu zdravstvene dobrobiti proizvoda na ljudsko zdravlje). U Europi se problem zdravstvenih tvrdnji rješava na nacionalnoj razini svake članice, s obzirom da zakonodavstvo nije usklađeno u svezi ove problematike.

Međutim zadnjih 15-tak godina radi rastućeg zanimanja proizvođača i potrošača o konceptu „funkcionalne hrane“ i „zdravstvenih tvrdnji“ Europska unija je oformila FUFOSE (Functional Food Science in Europe) program čiji je cilj dokazati zdravstvene tvrdnje te dati potporu razvoju prehrambenih proizvoda koji imaju blagotvoran utjecaj na

određene fiziološke funkcije u organizmu, te mogu popraviti zdravstveno stanje pojedinca ili smanjiti rizik od nastanka bolesti.

Cilj ovog rada je opisati građu i sastav jaja, istaknuti pasmine i hibride koji se koriste u proizvodnji jaja, te prikazati mogućnosti i važnost obogaćivanja jaja različitim nutrijentima i nutricinima.

2. KORIŠTENJE PERADI ZA PROIZVODNJU JAJA

U proizvodnji konzumnih jaja koriste se četverolinijske hibridne nesilice, kao što su Tetra SL (Slika 3.), Lohmann Clasic Brown ili White, Isa Brown, Isa White, Hy Line, Hisex Brown i drugi. Hibridne nesilice imaju u prosjeku tjelesnu masu oko 2,2 kg a godišnje proizvedu oko 320 jaja, sto iznosi oko 20 kilograma jajčane mase. Konverzija hrane je 2,25 kilograma za 1 kilogram jajčane mase.

U iznimnim slučajevima za proizvodnju konzumnih jaja može se koristiti pasmina Leghorn (Slika 1. i 2.). U proizvodnji jaja koriste se lake pasmine kokoši jer ih odlikuje mala tjelesna masa i visoka proizvodnja jaja. Ukoliko se proizvodnja jaja bazira na uzgoju pasmina treba istaknuti da se proizvodnja jaja Leghorn nesilica kreće od 180 do 300 jaja godišnje. Ova pasmina je živahnog temperamenta, imaju veliku krijestu i podbradnjake, boja perja je bijela.

2.1. LEGHORN

Najpoznatija pasmina za proizvodnju jaja je Leghorn. Korištenje ove pasmine u selekciji današnjih hibridnih nesilica je od velike važnosti jer ona predstavlja temelj u kod križanja i proizvodnje lakih hibridnih nesilica. Kao posljedica križanja, danas postoji nekoliko sojeva leghorn pasmine; bijeli, crni, jarebičasti, žuti, crveni itd. U proizvodnji jaja najviše se koristi bijeli leghorn. Na glavi ima lisnatu krijestu, te razvijene podušnjake i podbradnjake. Nesilice leghorna teške su 2,8 – 2,3 kilograma, ranorzele su, a nesivost je 220-260 jaja godišnje, iako je u boljim jatima zabilježena nesivost i do 280 jaja po nesilici. Jaja su mase 60 – 70 grama, bijele boje ljuske.



Slika 1. Pasmina Leghorn soj bijeli

Izvor:https://www.mypetchicken.com/PicturePop.aspx?image=/images/chickenPix/Large/Studio_Leghorn_172_L.jpg

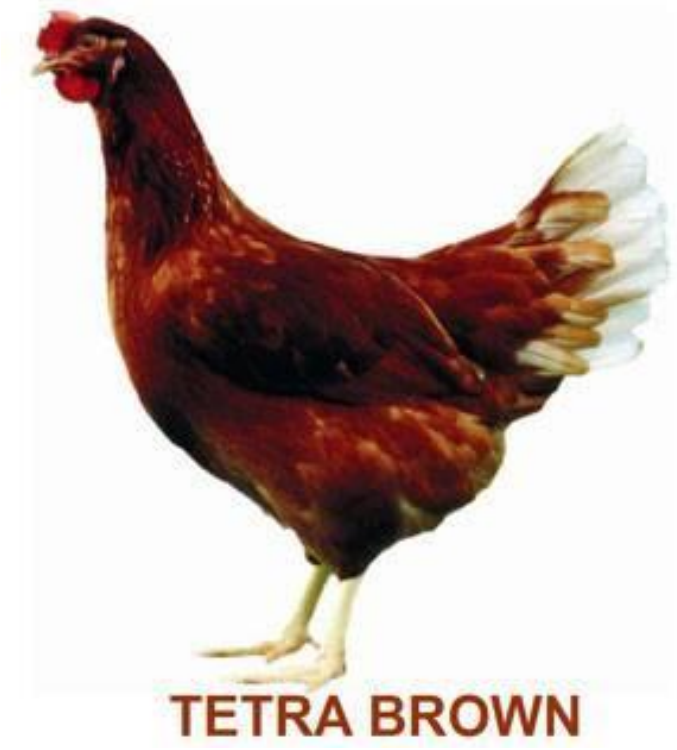


Slika 2. Pasmina Leghorn soj crni

Izvor: http://www.pinsdaddy.com/black-leghorn-hen_f6dv2aqHXSMijTOqSIr8NfS8AVCpMjEz4YlNdWfatR0/

2.2. TETRA SL

Tetra SL je hibrid koji se koristi u proizvodnji jaja smeđe boje ljuske. Ukupna proizvodnja jaja do 80 tjedna starosti nesilica je 363 komada. Utrošak hrane po nesilici dnevno u razdoblju proizvodnje (17-80 tjedna starosti nesilica) je od 110 do 115 g, a prosječna masa jaja 65 g. Tijekom proizvodnog ciklusa nesilice snesu najveći broj jaja L razreda (63g - 73 g) oko 64,2%, zatim jaja M razreda (53g - 63g) 21,3 %, dok su jaja XL (>73g) i S (<53g) razreda nešto slabije zastupljeni tijekom proizvodnog ciklusa nesilice (14,12% i 0,3%). Na početku proizvodnje (19-20 tjedan starosti nesilice) jaja su sitnija (42,5g – 48,1g), u dobi Pijetlovi su bijele boje sa smeđim mrljama na krilima, a kokoši su smeđe sa bijelim perjem na repu. To je vrlo otporna i jaka kokoš koja se u proizvodnji jaja koristi do 80 tjedana starosti.



Slika 3. Nesilica genotipa Tetra SL

Izvor:http://images.proultry.com/images/company/4331/products/200x200/tetra_sl_bablona_tetra_poultry.jpg

Tablica 1. Standardi prema proizvođaču za hibrid Tetra SL

Preživljavanje	
0-17 tjedna starosti	97-98%
17-80 tjedna starosti	94-96%
Utrošak hrane	
0-17 tjedna starosti	5,8-6,0 kg
17-80 tjedna starosti	110-115g dnevno po nesilici
Masa nesilica	
do 17 tjedna starosti	1,44 kg
do 80 tjedna starosti	1,92-2,00 kg
Spolna zrelost	
dob kod 50% nesivosti	144 dana
Dob kod 90% nesivosti	159 dana
Proizvodnja jaja	
Vrh proizvodnje	95-96%
Proizvodnja jaja iznad 90%	16-20 tjedna starosti nesilice
Ukupna proizvodnja jaja za 52 tjedna nesivosti	319 komada
Ukupna proizvodnja jaja u dobi od 80 tjedana	363 komada
Masa jaja	
Ukupno proizvedena masa jaja za 52 tjedna nesivosti	20,5 kg
Ukupno proizvedena masa jaja u 80 tjednu dobi nesilica	23,5 kg
Prosječna masa jaja u 80 tjednu dobi nesilica	67,7 kg

Izvor:http://www.babolnatetra.com/uploads/pdf/tetra_TETRA-L_commercial_2009_en.pdf

3. NUTRITIVNA VRIJEDNOST I KEMIJSKI SASTAV JAJA

Jaja su animalni proizvod koji se zbog visoke nutritivne vrijednosti, prikladnosti za pripremu i namjenu, konzumira vrlo često u kućanstvima. Na tablici 2 prikazan je kemijski sastav jaja.

Tablica 2. Kemijski sastav kokošjeg jajeta

Sastojak, %	Cijelo jaje s ljuskom	Cijelo jaje bez ljuske	Bjelanjak	Žumanjak
Voda	65,6	74,6	87,9	48,7
Bjelančevine	12,1	12,1	10,6	16,6
Masti	10,5	11,1	-	32,6
Ugljikohidrati	0,9	1,2	0,9	1,0
Mineralne tvari	10,9	1,0	0,6	1,1

Izvor: Prezentacija“Animal production“, Janječić, Z., cit. M. Leko (2016.)

Osim podataka prikazanih u tablici treba dodati da žumanjak jednog kokošjeg jajeta sadrži vitamine A, D, E i K u količinama koje zadovoljavaju 10-15 % dnevnih potreba čovjeka. Također u jajetu se nalaze i karotenoidi (750-1500 µg karotena), koji žumanjku daju boju i imaju antioksidativno djelovanje. Od mineralnih tvari, značajnih za opskrbu ljudskog organizma u jajima nalazimo kalcij (30 mg), natrij (65 mg), (68 mg), fosfor (105 mg), i magnezij (6,0 mg).

3.1. MASTI

Masti i ulja u smjese dodajemo kao izvor energije. Perad može podnijeti velike količine masti u obroku, ali treba paziti na količinu bjelančevina, odnosno aminokiselina. U konzumnom jajetu glavne tvari masti su trigliceridi i fosfolipidi. Žumanjak sadrži više masti nego bjelanjak, a u masti žumanjka spadaju trigliceridi, fosfolipidi, kolesterol itd. Najvažnije masne kiseline u trugliceridima žumanjka su oleinska, palmitinska, linolna, stearinska i arahidonska. Fosfolipidi sadrže lecitin koji je važan za rad živčanog sustava i stimuliranje rasta. Masti jaja sadrže i sterole u kojima je glavni sastojak kolesterol. Jedno jaje sadrži 200 – 220 mg kolesterola. Prije se smatralo da kolesterol loše utječe na krvožilni sustav ljudi, ali novija istraživanja pokazuju da za krvožilni sustav nije štetan kolesterol iz jaja, već zasićene masti iz hrane.

3.2. BJELANČEVINE

Bjelančevine bjelanjka sastoje se od globulina, albumina, ovalbumina, mucina i mukoida. Ostale tvari koje se nalaze u bjelanjku su ovotransferin, lizozim, ovoinhibitor, flavoprotein, cistatin i avidin. Ovotransferin ima važnu ulogu u prijenosu željeza do stanica. Lizozim sprječava razmnožavanje nepoželjnih bakterija u jajima. Ovoinhibitor sprječava proteinazu bakterijskoga i gljivičnoga serina i himotripsina. Cistatin je uključen u funkciju mišića.

Tablica 3. Sadržaj aminokiselina, mg/jajetu

Neesencijalne aminokiseline	Sadržaj	Zadovoljenje dnevnih potreba, %	Esencijalne aminokiseline	Sadržaj	Zadovoljenje dnevnih potreba, %
Alanin	310	-	**Histidin**	130	15,66
Arginin	330	-	**Izoleucin**	300	26,09
Asparaginska kiselina	560	-	**Leucin**	470	18,58
Cistein	130	11,30	**Lizin**	400	17,02
Glutaminska kiselina	720	-	**Metionin**	170	14,78
Glicin	190	-	**Fenilalanin**	290	13,43
Prolin	220	-	**Treonin**	270	21,77
Serin	410	-	**Triptofan**	70	21,88
Tirozin	230	10,65	**Valin**	340	23,13

Izvor: Jurić i sur. (2005.)

3.3. VITAMINI

Kokošje jaje sadrži sve potrebne vitamine, osim vitamina C. Posebno je bogato vitaminima bogatim u mastima i vitaminima B kompleksa. Neke vitamine perad može sama sintetizirati, ali u nedovoljnim količinama. **Vitamin A** pozitivno utječe na rast, razvoj i nesivost peradi. Dovoljne količine vitamina A u smjesama postižu se dodavanjem

vitaminsko – mineralnih premiksa u smjese. Ovaj vitamin deponira se u jetri, masnom tkivu i jajnicima peradi. **Vitamin E** značajan je po svom antioksidativnom djelovanju, te može pozitivno djelovati na na imunološki odgovor kod pilića štiteći limfocit, makrofage i druge stanice od oksidativnog oštećenja (Franchini i sur., 2002.; Leeson, 2007.).

Tablica 4. Sadržaj vitamina u 100 g kokošjeg jaja

Vitamini	**Mjerna jedinica**	**Količina**
Beta karoten	µg	10
Vitamin A	µg	146,1
Vitamin B1 (tiamin)	mg	0,069
Vitamin B12 (kobalamin)	µg	1,29
Vitamin B2 (riboflavin)	mg	0,478
Vitamin B3 (niacin)	mg	0,07
Vitamin B5 (pantotenska kiselina)	mg	1,438
Vitamin B6 (piridoksin)	mg	0,143
Vitamin B_9 (folna kiselina)	µg	47
Vitamin C	mg	0
Vitamin E	µg	0,97
Vitamin K	µg	0,3

Izvor: http://www.vitamini.hr/4231.aspx

Vitamin K izuzetno je važno dodati u smjesu za piliće jer manjak ovog vitamina izaziva hemoragije i uginuća pilića. **Vitamin B_7** ili **biotin** dodaje se smjesama kako ne bi došlo do dermatitisa. Nedostatak biotina uzrokuje perozu i smanjenje valivosti. **Vitamin B_1** ili **tiamin** pozitivno utječe na iskorištavanje hrane i probavljivost, a njegov nedostatak uzrokuje pojavu neuritisa. Dodaje se u obliku premiksa. **Vitamin B_2** ili **riboflavin** važan je ra rast i zdravlje peradi. Nedostatak uzrokuje pad proizvodnje jaja. **Vitamin B_3** ili **niacin**

dodaje se u smjese u sintetiziranom obliku. U ograničenim količinama perad može sintetizirati niacin iz triptofana. **Vitamin B_5** ili **pantotenska kiselina** potrebna je za rast, operjavanje i normalnu funkciju živčanog sustava. Nedostatak može uzrokovati dermatitis, slabije iskorištavanje hrane i slabiji prirast. **Vitamin B_6** ili **piridoksin** pozitivno utječe na valivost i reproduktivna svojstva peradi. Krmiva za hranidbu peradi sadrže dovoljne količine piridoksina pa je deficit rijedak. **Vitamin B_9** ili **folna kiselina** važna je za optimalni sadržaj hemoglobina, rast i dobro operjavanje peradi. **Vitamin B_{12}** ili **kobalamin** važan je za razvoj embrija i rast pilića. Perad ga nije sposobna sintetizirati pa treba voditi računa da smjese sadrže dovoljne količine ovog vitamina. **Vitamin C** pozitivno utječe na prirast peradi i na proizvodnju, posebno u ljetnim mjesecima. Dodaje se putem premiksa u smjese.

3.4. MINERALNE TVARI

Mineralne tvari imaju važnu ulogu u organizmu peradi jer sudjeluju u mnogim metaboličkim procesima i sastavni su dio tkiva i proizvoda peradi. Njihov nedostatak u hrani uzrokuje pad proizvodnje. Organizam peradi sadrži od 2,5 – 5% mineralnih tvari od kojih se najveći dio nalazi u kostima. Posebnu pažnju prilikom izrade smjese za perad treba posvetiti esencijalnim mineralnim tvarima: kalcij, fosfor, natrij, magnezij, kalij, mangan, selen, jod i cink.

Rezerve kalcija mlade nesilice počinju odlagati u organizam dva tjedna prije nesenja. Njegov nedostatak u hrani uzrokuje pad proizvodnje jaja i lošu kvalitetu ljuske. Pri deficitu kalcija u hrani, nesilice počinju iskorištavati kalcij iz vlastitog kostura. Ljuska sadrži 1,6 – 2,4 g kalcija u obliku kalcijevog karbonata. Kokoš koja ima godišnju nesivost 280 jaja u njima izluči oko 550 g kalcija. U smjese za piliće stavlja se 1,0 – 1,4%, a u smjese za nesilice 2,2 – 2,5% kalcija. U slučaju da se želi postići visoka kvaliteta ljuske, u smjese treba dodavati krmiva koja sadrže visoki postotak kalcija (Kralik i sur., 2008.).

Za rast i razvoj peradi važan je i fosfor. On je sastavni dio kostiju i sudjeluje u metaboličkim procesima. Jaje sadrži 0,1 g fosfora. Smjese za piliće trebaju sadržavati 0,6 – 0,8%, a smjese za nesilice 0,6 – 0,7% fosfora. S obzirom da krmiva biljnog podrijetla sadrže male količine natrija, u smjese treba dodati 0,2 – 0,5% kuhinjske soli.

Nedostatak mangana uzrokuje pad nesivosti i valivosti, te perozu. U smjesu za piliće dodaje se u količini 50 – 60 ppm, a za nesilice 35 – 40 ppm. Jod se dodaje u količini 1 ppm/kg smjese. Željezo je važno u održavanju razine hemoglobina u krvi. U smjesu se dodaje u količini 30 – 50 ppm. Obrok peradi mora sadržavati 2 – 3 ppm bakra.

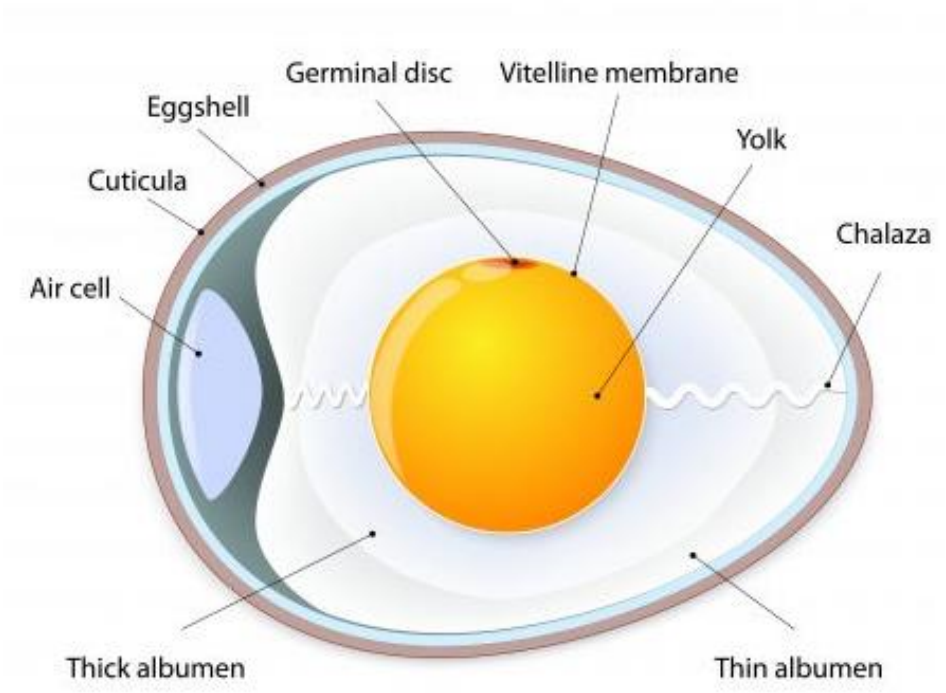
Tablica 5. Sadržaj minerala u 100 g kokošjeg jaja

Mineralne tvari	**Mjerna jedinica**	**Količina**
Bakar	mg	0,102
Cink	mg	1,11
Fosfor	mg	1,91
Natrij	mg	140
Kalcij	mg	53
Kalij	mg	134
Magnezij	mg	12
Mangan	mg	0,038
Selen	µg	31,7
Željezo	mg	1,83

Izvor: http://www.vitamini.hr/4231.aspx

4. GRAĐA I SASTAV JAJA

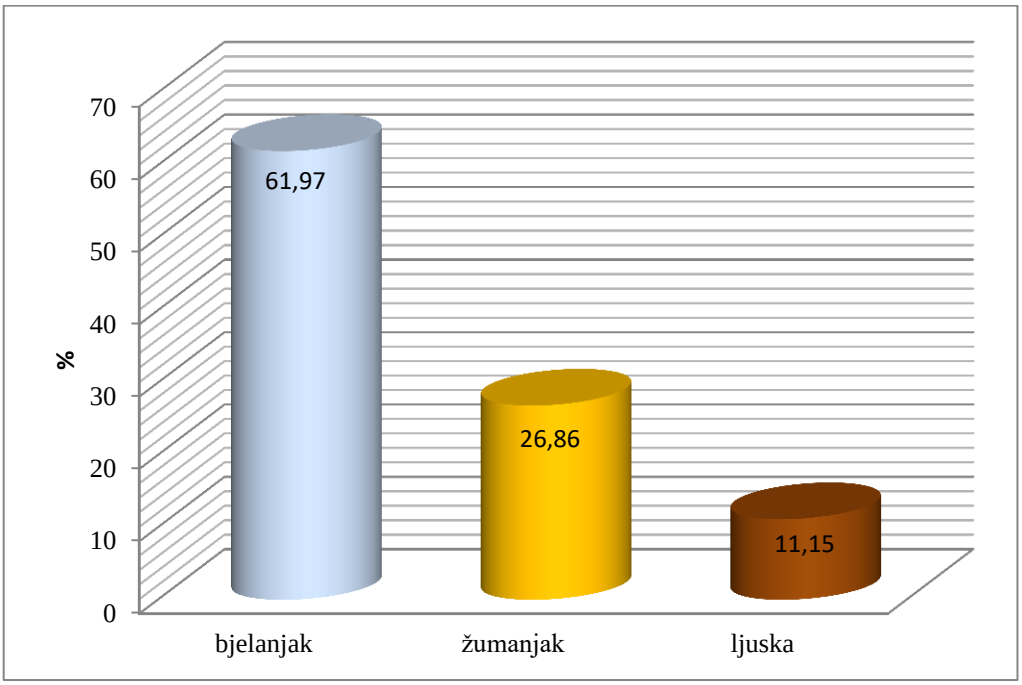
Kokošje jaje asimetričnog je i eliptičnog oblika s jednim krajem zaobljenijim od drugoga. Indeks oblika kreće se od 68 do 86, a u prosjeku iznosi 74. Svako jaje građeno je od ljuske, bjelanjka i žumanjka. Kod kokošjeg jajeta koje je u prosijeku 65 g udio osnovnih dijelova kreće se 60% bjelanjak, 30% žumanjak i 10% ljuska.



Slika 4. Građa kokošjeg jajeta

Izvor: https://www.mypetchicken.com/backyard-chickens/chicken-help/What-is-a-fertilized-chicken-egg-H327.aspx

U istraživanju utjecaja različitih ulja u hrani za nesilice na kakvoću jaja i sadržaj masnih kiselina u žumanjcima jaja Kralik i sur. (2007.), navode da je kod jaja mase 63,63 g iz kontrolne skupine nesilica hibrida Hy Line, udio osnovnih dijelova u jajima iznosio: bjelanjak 61,97%, žumanjak 26,86% i ljuska 11,15% (Grafikon 1).



Grafikon 1. Udio osnovnih dijelova u jajetu

Izvor: Kralik i sur. (2007.)

4.1. BJELANJAK

Bjelanjak se sastoji od 3 sloja. Ispod ljuske se nalazi vanjski sloj rijetkog bjelanjaka, zatim sloj gustog bjelanjaka i unutrašnji sloj svijetlog-rijetkog bjelanjaka. Bjelanjak sadrži 85-88% vode i 12-15% suhe tvari. Bjelanjak je bogat bjelenčevinama kao što su: ovalbumin, ovoglobulin, konoalbumin, ovomukoid i ovomucin. Od ugljikohidrata sadrži glukozu, galaktozu i manozu. U bjelanjku se nalazi oko 0,5% mineralnih tvari, a masti dolaze samo u tragovima. Bjelanjak ima pH 7,6 i brže raste ukoliko se jaja čuva određeno vrijeme u odnosu na vrijednost pH žumanjka. Haugh jedinice (HJ) jedan su od pokazatelja kvalitete bjelanjka, a izračunavaju se na temelju mase jajeta i visine bjelanjka i određenih konstanti. Starenjem jaja opadaju HJ. Svježa jaja prilikom mjerenja imaju vrijednosti HJ preko 70.

$$HJ = 100 \log (H + 7{,}77 - 1{,}7\, W^{0{,}37})$$

H = visina gustoga bjelanjka u milimetrima

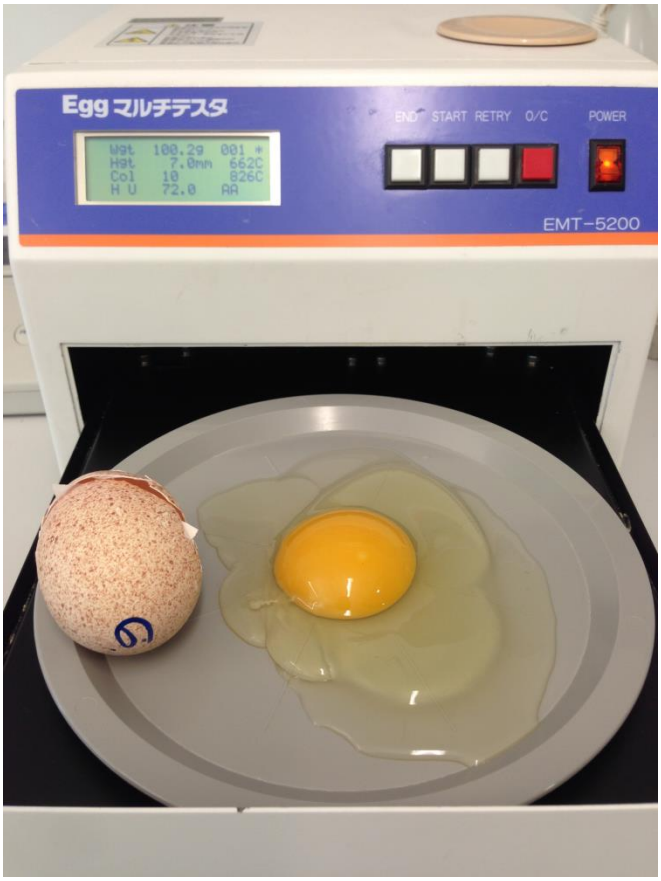
W= masa jajeta u gramima

ili

$$HJ = 100 \log (H - 3{,}3\ p\ 0{,}37 + 7{,}6)$$

H = visina gustoga bjelanjka u milimetrima

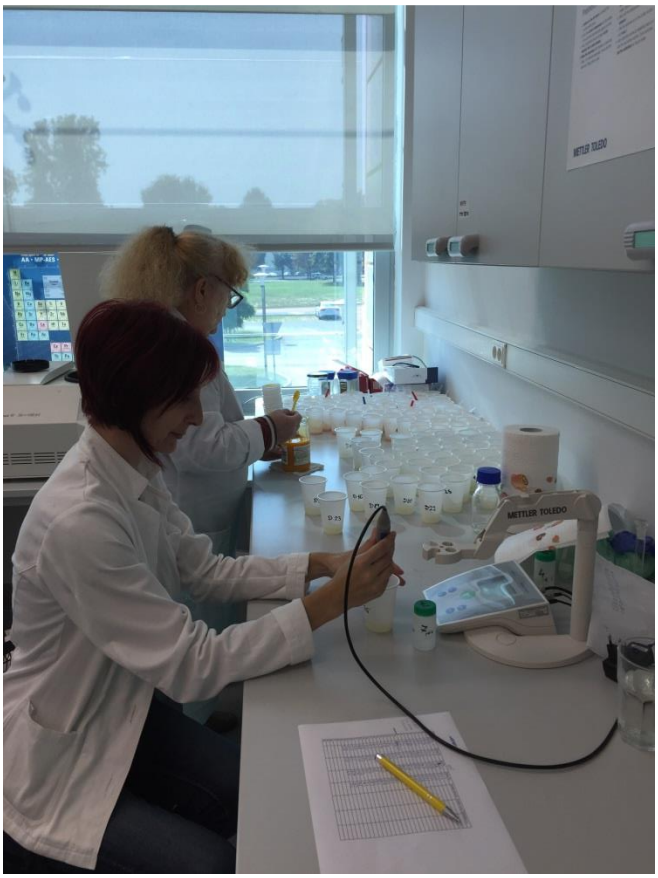
p = masa jajeta u gramima



Slika 5. Mjerenje parametara unutarnje kvalitete purjih jaja

Izvor: Foto Z. Kralik (2015.)

Za utvrđivanje HJ i ostalih parametara kvalitete jaja mogu se koristiti i različiti sofisticirani uređaji kao što je Egg Multi Tester 5200 prikazan na Slici 5.



Slika 6. Mjerenje pH bjelanjaka koristeći Ph metar Metler Toledo MP 120

Izvor: Foto Z. Kralik (2016.)

4.2. ŽUMANJAK

Žumanjak je stanica loptastog oblika bogata hranjivim tvarima. Žumanjčana opna obavija žumanjak koji se nalazi u središtu jajeta. Na površini žumanjka nalazi se zametna pločica. Žumanjak je lakši od bjelanjka, a u središtu ga drže halaze – spiralne niti gustog bjelanjka. Boja žumanjka varira ovisno o količini pigmenata, osobito karotena u hrani. Dobit ćemo intenzivniju boju žumanjka ako kokoši hranimo krmivima kao što su kukuruz, brašno dehidrirane lucerne i kukuruzni gluten. Boja se određuje pomoću Roshe-ove lepeze s numeracijom od 1 do 15 (Slika 7.). Vrijednosti pH žumanjak kreću se oko 6,0.



Slika 7. Mjerenja boje žumanjka Roshe-ovom lepezom

Izvor: Foto Z. Kralik (2014.)

Žumanjak se sastoji od oko 49% vode, 16% bjelančevina, 33% masti, 1% ugljikohidrata 1% mineralnih tvari. Indeks žumanjka jedan je od važnih pokazatelja svježine jaja. Ovisan je o pasmini ili hibridu dobi kokoši i načinu skladištenja jaja. To je omjer visine i promjera jajeta, a varira od 32-52%. Žumanjak starenjem postaje plosnatiji, a indeks mu je oko 25%. (Senčić, 2011.)

4.3. LJUSKA

Ljuska štiti jaje od vanjskih utjecaja i omogućuje izmjenu plinova i prijenos topline. Sastoji se od organskog dijela koji izgleda poput mreže rastvorivih odnosno nerastvorivih proteini u koji se ugrađuju minerali. Ljuska se sastoji od 95% anorganske tvari (kalcij-karbonta), 3,3% proteina i 1,6% vlage (Jurić i sur., 2005.). Vanjska površina presvučena je kutikulom (tanki sloj mucina) ispod koje se nalazi kompaktni i spužvasti sloj. Debljine je oko 0,35 mm, a boja varira od bijele do smeđe. Boja ljuske ovisi o pigmentima, vrsti peradi i genotipu (Kralik i sur., 2008.). Ljuska obavija jaje s vanjske strane, a ispod nje se nalaze dvije rožnate opne između kojih je zračna komora. Ona nastaje neposredno nakon nesenja kao posljedica hlađenja jaja i skupljanja njegova sadržaja, a najčešće se nalazi na tupom dijelu jajeta. Starost jaja možemo procijeniti po veličini zračne komore jer se tijekom čuvanja jaja zbog isparavanja vode kroz pore ljuske zračni prostor

povećava. Pri standardnoj hranidbi nesilica Hy Line hibrida, čvrstoća ljuske u prosjeku iznosi 2,84 kg/cm^2 (Kralik i sur., 2007.), a kod Tetra SL hibridnih nesilica čvrstoća ljuske bila je 3,28 kg /cm^2 (Kralik i sur.,2016.).



Slika 8. Mjerenje debljine ljuska jajeta

Izvor: Foto Z.Kralik (2017.)



Slika 9. Mjerenje čvrstoće ljuska guščjeg jajeta

Izvor: Foto Z. Kralik (2015.)

5. KVALITETA KONZUMNIH JAJA PREMA PRAVILNIKU RH

Pravilnikom o kvaliteti jaja (NN 115/2006) uređuje se kvaliteta jaja koja se stavljaju na tržište. S obzirom na kvalitetu u članku 9. jaja se klasiraju na:

- ✓ jaja ″A″ klase (svježa jaja)
- ✓ jaja ″B″ klase (jaja namijenjena industrijskoj preradi)

Dok je člankom 10. definirano kakve uvjete moraju ispunjavati jaja ″A″ klase prilikom pakiranja:

- ✓ ljuska i pokožica moraju biti normalnog oblika, neoštećena i čista
- ✓ zračna komora ne smije prelaziti 6 mm i mora biti nepokretna, osim kod jaja koja se označavaju kao ″ekstra″ ne smije biti viša od 4 mm
- ✓ bjelanjak treba biti bistar, proziran i kompaktan
- ✓ žumanjak se pri prosvjetljivanju treba vidjeti kao sjena nejasnih obrisa, a pri naglom okretanju treba ostati nepokretan i u sredini jajeta
- ✓ zametak treba biti neprimjetnog razvoja
- ✓ ne smije sadržavati strane tvari i strane mirise

Nakon pakiranja, jaja ″A″ klase ne smiju se prati i čistiti, a ako se operu, moraju se naznačiti riječima ″oprana jaja″.

Također se ne smiju konzervirati niti hladiti na temperaturi nižoj od 5°C, a ona koja su hlađena, moraju se naznačiti riječima ″hlađena jaja″.

Jaja koja su prana i hlađena ne smiju imati oznaku ″A″ klase iako ispunjavaju ostale uvjete za tu klasu. Pakiranje i jaja se označavaju riječima i brojevima ovisno o načinu uzgoja peradi:

- ✓ 0 – jaja iz ekološkog uzgoja
- ✓ 1 – jaja iz slobodnog uzgoja
- ✓ 2 – jaja iz podnog uzgoja
- ✓ 3 – jaja iz kaveznog uzgoja



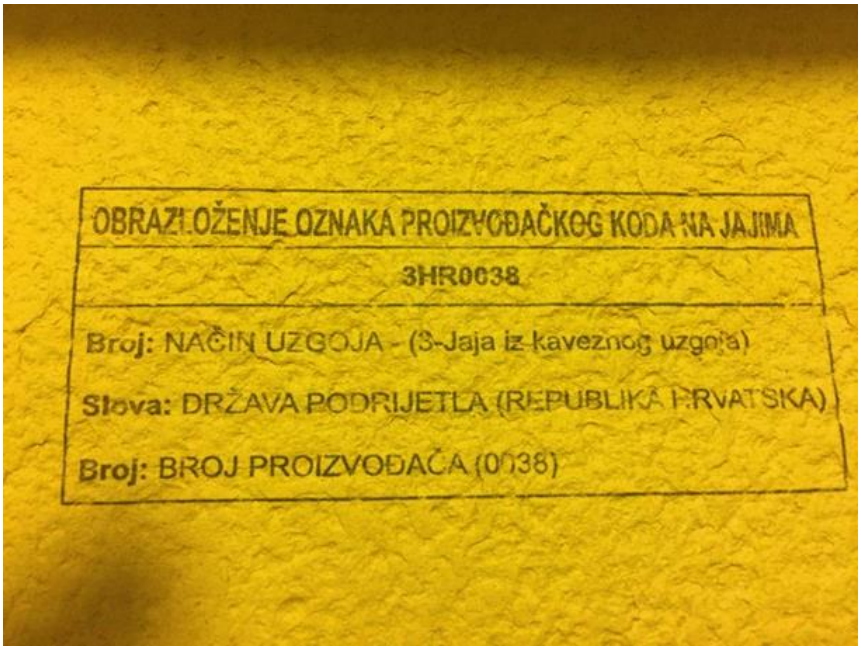
Slika 10. Nesilice u obogaćenim kavezima na farmi Marijančanka (oznaka na pakiranju jaja 3)

Izvor: Foto Z.Kralik (2017.)



Slika 11. Sortirnica jaja na farmi konzumnih jaja Marijančanka

Izvor: Foro Z. Kralik (2017.)



Slika 12. Oznake na pakiranim jajima

Izvor: Foto Z. Kralik (2017.)



Slika 13. Oznake na jajima

Izvor: Foto Z. Kralik (2017.)

Prilikom stavljanja u promet, jaja ″A″ klase razvrstavaju se i prema masi u četiri razreda:

- ✓ XL – vrlo velika jaja od 73 g i više
- ✓ L – velika jaja od 63 do 73 g
- ✓ M – srednja jaja od 53 do 63 g
- ✓ S – mala jaja od 53 g i manje

Cilj je postići da kokoši nesu jaja mase od 55 – 60 g jer je takva jaja lako transportirati i ona postižu visoku cijenu na tržištu. Na pakiranju mora biti jasno otisnuta oznaka klase (A ili B) i težinskog razreda (XL, L, M ili S). Treba biti navedena država podrijetla jaja, broj proizvođača, podaci o načinu uzgoja i broj ovlaštenoga pakirnog središta. Oznake otisnute na pakiranju moraju biti vidljive i čitke.

6. UTJECAJ HRANIDBE NA KVALITETU I OBOGAĆIVANJE JAJA FUNKCIONALNIM SASTOJCIMA

Kokoši nesilice treba hraniti kvalitetnom hranom da bi one zadovoljile uzdržne i produktivne potrebe za hranjivim tvarima i energijom. Hrana utječe na kvalitetu jaja odnosno na debljinu i čvrstoću ljuske, boju i miris žumanjka, visinu bjelanjka, pH žumanjka i bjelanjka, HJ, ali utječe i na sadržaj hranjivih tvari, minerala i vitamina u jajima. Potrošači obraćaju pozornost i na masu jaja, a ona ovisi o količini energije u obroku, sadržaju masti, bjelančevina itd. Ako je energetska vrijednost ispod optimalne (11,3-11,5 MJ ME/kg smjese za Tetra SL nesilice), dio bjelančevina koristi se za zadovoljenje energetskih potreba i to dovodi do smanjenja mase jaja.

Najčešći funkcionalni sastojci koji se koriste pri obogaćivanju peradarskih namirnica (mesa i jaja) su: selen, cink, omega-3 masne kiseline, vitamin E, vitamin A, lutein i slično. Navedeni sastojci atraktivni su prvenstveno zbog toga što se već niz godina u razvoju funkcionalne hrane teži dizajniranju palete proizvoda za očuvanje zdravlja srca i smanjenje prekomjerne tjelesne mase, budući da su to najveći problemi modernoga načina života (Kralik i sur., 2012.).

6.1.OBOGAĆIVANJE JAJA OMEGA-3 MASNIM KISELINAMA

Omega-3 masne kiseline su polinezasićene masne kiseline koje imaju dvostruku vezu na trećem C atomu (n-3 položaju). Najvažnije masne kiselina u obrocima peradi su: α-linolenska (LNA), eikozapentaenska (EPA) i dokozaheksaenska(DHA). Najbogatiji izvori LNA masne kiseline su: lan, orasi, repica i zeleno lisnato povrće, dok su riba i ulja morskih organizama najbogatiji izvori EPA i DHA. U ljudskoj prehrani LNA je najvažnija n-3 masna kiselina.

U istraživanju utjecaja različitih ulja u hrani za nesilice na kakvoću jaja i sadržaj masnih kiselina u žumanjku jajeta Kralik i sur., (2007.) koristili su tri skupine nesilica kojima su davali posebno pripremljene smjese. Kontrolna skupina nesilica konzumirala je smjesu s dodatkom 5% sojinog ulja. Smjesa pokusne skupine P1 sadržala je 3,5% ribljeg i 1,5% repičinog ulja, dok je smjesa P2 sadržala 1,5% ribljeg ulja i 3,5% repičinog ulja. Nesilice su hranjene smjesama 28 dana. U rezultatima istraživanja autori navode da je statistički značajno najpovoljniji (najmanji) omjer n6/n3 PUFA utvrđen kod P1 skupine u

odnosu na skupine P2 i K (4,27: 7,26 i 11,89; P<0,05). U skupini P1 gdje je udio ribljeg ulja u hrani nesilica bio najveći, utvrđeno je i statistički značajno više EPA (K=0%; P1=0,22%; P2=0%), DHA (K=1,26%, P1=2,64% i P2=2,23%) i LNA (K=1,16%; P1=2,31% i P2=1,21%) u odnosu na ostale skupine u istraživanju. Sukladno povećanju navedenih masnih kiselina P1 je imala i najveći udio ukupnih n-3 PUFA u žumanjcima u odnosu na skupine P2 i K (5,17%> 3,44% > 2,42%). Da dodatak ribljeg ulja u smjese za nesilice statistički značajno utječe na povećanje udjela DHA u žumanjcima jaja navode i Ceylan i sur. (2004.).

Omidi i sur. (2015.) u istraživanju modifikacije profila masnih kiselina u žumanjcima jaja korištenjem različitih izvora ulja u smjesama za nesilice koristili su 72 nesilice hibrida Tetra SL u dobi od 23 tjedna, koje su podijelili u 6 pokusnih skupina. Kontrolna skupina bila je bez dodatka ulja, dok su ostalim skupinama dodana različita ulja u udjelu od 3% (P1=riblje ulje; P20 maslinovo ulje; P3= ulje sjemenki grožđa; P4= canola (repica) ulje; P50 sojino ulje). Autori navode da korišteni tretmani nisu imali značajan utjecaj na proizvodnju i masu jaja i konverziju hrane (P>0,05), dok je statistički značajno veći udio EPA, DHA i ukupnih n-3 PUFA utvrđen kod jaja nesilica koje su konzumirale hranu s dodatkom ribljeg ulja u odnosu na ostale ispitivane skupine (P<0,05).

6.2. OBOGAĆIVANJE JAJA MIKROELEMENTIMA

Debljina ljuske ovisi o sadržaju kalcija, fosfora i vitamina D_3. Optimalna količina kalcija u krmnim smjesama je od 3,20 do 4,50%, a količina fosfora od 0,30 do 0,40%. Ako u smjesi nema dovoljno kalcija, nesilice iskorištavaju kalcij iz kostura, a kasnije nesu jaja s tankom ljuskom ili bez nje. Dobar izvor kalcija je stočna kreda. Višak fosfora također može nepovoljno utjecati na čvrstoću ljuske. Na kvalitetu ljuske pozitivno utječu magnezij, mangan, cink i bakar, a najbolje ih je davati u obliku kelata (spojevi) u vrijeme od sredine do kraja nesenja.

Osim komercijalnih pripravaka u novije vrijeme u istraživanjima se koriste žitarice fortificirane različitim mikroelementima. Kralik i sur. (2016.) u istraživanju utjecaja uporabe selenom fortificirane pšenice u smjesama za nesilica na kvalitetu jaja i sadržaj selena u jestivom djelu jajeta, koristili su 105 nesilice hibrida Tetra SL, koje su podjelili u tri pokusne skupine. Kontrolna skupina (A) konzumirala je komercijalnu smjesu

za nesilice a pokusnim skupinama 10% kukuruza zamijenjeno je s pšenicom koja je bila fortificirana selenom u dvije razine. U smjesama je utvrđen sadržaj selen kako slijedi: A=0,2522 mg Se/kg hrane; B=0,3059 mg Se/kg hrane i C=0,5484 mg Se/kg hrane. Autori navode da je utvrđena statistički značajna razlika u masi jaja i njegovih osnovnih dijelova čuvanih 3 dana u hladnjaku na +4°C (P<0,05), dok kod jaja čuvanih 28 dana u hladnjaku vrijednosti navedenih pokazatelja bile su ujednačene kod svih ispitivanih skupina (P>0,05). Međutim autori navode da je razine selena u smjesama statistički je značajno utjecala na debljinu ljuske i boju žumanjak jaja čuvanih 3 dana. Deblju ljusku i intenzivniju boju žumanjak imala su jaja kontrolne u odnosu na pokusne skupine. Važno je istaknuti da je razina selena u hrani imala utjecaj na vrijednosti HJ koje su bile veće kod pokusnih skupina u odnosu na kontrolnu kod jaja u oba termina mjerenja (3 i 28 dana čuvanja). Sadržaj selena u bjelanjcima jaja pokusne skupine C bio je statistički značajno veći u odnosu na skupine B i A u oba termina mjerenja (nakon 14 i 28 dana hranidbe smjesama). Sadržaj selena u žumanjku jaja skupine C također je bio veći nego u skupinama B i A ali razlika nije bila statistički značajna.

Tablica 6. Utjecaj tretmana i vremena analize na sadržaj selena u jajima (mg/kg uzorka)

Tretman	**Vrijeme analize (dani)**	**Broj uzoraka**	**Bjelanjak**	**Žumanjak**
A	14	5	$0,0783^{e}$	0,5194
	26	5	$0,0912^{bc}$	0,5283
B	14	5	$0,0877^{c}$	0,5205
	26	5	$1,0492^{ab}$	0,5547
C	14	5	$1,1117^{a}$	0,5292
	26	5	$1,1081^{a}$	0,6001
SEM			0,005	0,023
Izvor varijacije				
Tretman			<0,001	0,217
Vrijeme analize			0,043	0,054
Interakcija			0,114	0,412

Izvor: Kralik i sur. (2016.)

Kralik i sur. (2009.) navode da na obogaćivanje jaja selenom utjecaj ima izvor selena (anorganski odnosno organski), kao i razina selena u hrani. U istraživanju je korišteno tri skupine nesilica (C, E1 i E2). Nesilice skupine C konzumirale su smjesu s 0,2

mg/kg anorganskog selena, E1 skupina nesilica dobivala je hranu s 04 mg/kg anorganskog selena, dok je E2 skupina nesilica u hrani dobivala 0,4 mg/kg organskog selena. U rezultatima istraživanja autori navode da skupina E2 ima statistički značajno veći sadržaj selena u bjelanjcima jaja u odnosu na skupine E1 i C (E2=345 ng/g, E1=230 ng/g i C=181 ng/g; $P<0,001$), dok je kod žumanjaka utvrđena značajna razlika između E2 (783 ng/g) u odnosu na C (537 ng/g).

6.3. OBOGAĆIVANJE JAJA LUTEINOM I ZEAKSANTINOM

Lutein (*lat.* žuti) je prirodni-biljni pigment koji zajedno sa svojim izomerom zeaksantinom pripada ksantofilskoj skupini karotenoida. Ksantofili sadrže dvije hidroksilne skupine, po jednu na svakom kraju molekule, radi čega imaju veću polarnost u odnosu na ostale karotenoide (Golzar Adabi i sur., 2010.). Lutein i zeaksantin se uglavnom nalazi u lisnatom povrću (kelj, raštika, špinat, salata), voću (mandarine) i žitaricama (kukuruz). Žumanjak jajeta je bogat izvor visoko biološki raspoloživih ksantofila, uključujući lutein i zeaksantin (Nimalaratne i sur., 2013.; Sommerburg i sur., 1998.). Kao i ostali karotenoidi lutein i zeaksantin su topivih u mastima, te se u crijevima ugrađuju u hilomikrone koji ga transportiraju do jetre. Poznato je da više od 50% luteina u krvi prenose lipoproteini velike gustoće (HDL), dok ostatak raspoloživog luteina bude transportiran lipoproteinima male gustoće (LDL) i vrlo male gustoće (VLDL; Wang i sur., 2007.).Iako žumanjak jajeta ne predstavlja najbolji izvor prehrambeni luteina, njegova bioiskoristivost u ljudskom organizmu je veća u odnosu na lutein iz biljnih izvora (salata, špinat, raštika i sl.; Chung i sur., 2004.).

Leeson i Caston (2004.) u istraživanju obogaćivanja kokošjih jaja luteinom navode da dodatkom luteina u hranu za kokoši u koncentraciji od 375 ppm, sadržaj luteina raste sa 0,3 mg/60g jajeta na 1,5mg/60g jajeta. Hrana za kokoši sastavljena je na bazi kukuruza i soje. Nadalje isti autori navode da dodatkom 500 ppm luteina u hranu na bazi kukuruznog gluteina i lucerne sadržaj luteina povećava na čak 2,2mg/60g jajeta. U istraživanju Jang i sur. (2014.) koristili su tri smjese za nesilice. Prva je bila standardna smjesa (kontrolna), u drugu smjesu su dodavali komercijalni lutein u količini od 40 mg/kg smjese, a u treću smjesu sirovi ekstrakt špinata otopljen u uljima s lecitinom te je sadržaj luteina također iznosio 40 mg/kg. Nesilice su hranili tako pripremljenom smjesama 5 tjedana. Nakon analize sadržaja luteina u jajima utvrđeno je da jaja skupine u koju je dodan komercijalni lutein imaju za otprilike četiri puta više luteina u odnosu na kontrolnu

skupinu. Između pokusnih skupina nije utvrđena statistički značajna razlika u sadržaju luteina, međutim primjećuje se da jaja nesilica skupine koja je konzumirala smjesu s dodatkom komercijalnog luteina sadrži vise luteina u jajima. Ovi rezultati sugeriraju da komercijalni lutein omogućuje učinkovitiji prijenos luteina iz hrane u žumanjak od ekstrakta špinata.

Tablica 7. Sadržaj luteina i zeaksantina (µg/100g suhe tvari) u sirovom jajetu i žumanjku

Jaje (sirovo)	**Lutein**	**Zeaksantin**	**Reference**
Cijelo jaje (bjelanjak+žumanjak)	288	279	Perry i sur. (2009.)
Žumanjak	787	762	Perry i sur. (2009.)
Žumanjak	1282	640	Nimalaratne i sur. (2013.)
Žumanjak	1774	1021	Schlatterer i Breithaupt (2006.)
Žumanjak	810-3720	540-1120	Brulc i sur. (2013.)

Izvor: Zaheer, (2017.)

Prosječan sadržaj luteina u žumanjcima jaja na tržištu Republike Hrvatske prikazan je u tablici 8.

Tablica 8. Sadržaj luteina u jajima na tržištu Republike Hrvatske

Sadržaj luteina	**Domaća jaja (free range)**	**Kavezni uzgoj (proizvođač 1)**	**Kavezni uzgoj (proizvođač 2)**
µg/g žumanjka	35,71	15,35	12,65
mg/100g žumanjka	3,57	1,54	1,27
mg/60 g jajeta	0,55	0,24	0,20

Izvor: Grčević i sur. (2014.)

Povećanje sadržaja luteina u jajima moguće je i uporabom drugih prirodnih sastojaka bogatih luteinom. U istraživanju Hammershoj i sur., (2010.) nesilicama su u hranu dodali različite sorte mrkve. Sadržaj luteina u osmovnoj smjesi iznosio je 2,9 mg/kg, dok je u sorti ljubičaste mrkve utvrđen sadržaj luteina 6,5 mg/kg. Sadržaj luteina u žumanjcima jaja kokoši koje su konzumirale smjesu s dodatkom ljubičaste mrkve povećao se za 64% u odnosu na kontrolnu skupinu. Sadržaj luteina u žumanjcima kontrolne skupine iznosio je 7,46 µg/g a u pokusnoj skupini 12,23 µg/g.

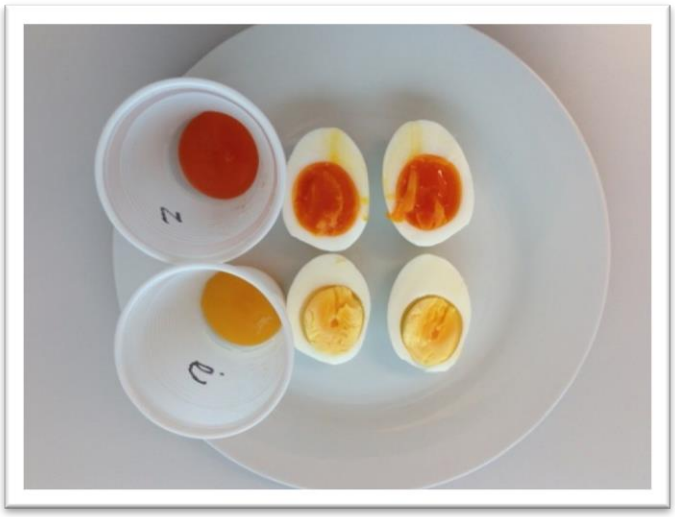
Važno je napomenuti da su istraživani učinci različitih postupaka kuhanja (ključanje, prženje, zagrijava u mikrovalnoj pećnici) na sadržaj ksantofila u žumanjcima jaja te je utvrđeno da termička obrada smanjuje sadržaj luteina i zeaksantina (Nimalaratne i sur., 2013.). Navedeni autori ističu da se sadržaj ukupnih-*trans* luteina u žumanjku smanjuje za 23% ako se jaje kuha, za 19% ukoliko se jaje prži i 17% ukoliko se jaje zagrijava u mikrovalnoj pećnici.

6.4. OBOGAĆIVANJE JAJA VITAMINIMA

Vitamini su esencijalni nutrijenti koje ljudi i životinje ne mogu sintetizirati već ih moraju uzimati putem hrane. Vitamini se dijele u dvije skupine: a) topivi u vodi (vitamini B kompleksa i vitamin C) i b) topivi u mastima (A, D, E i K vitamini)

U istraživanju utjecaja vitamina E (α-tokoferola) na kvalitetu konzumnih jaja obogaćenih s n-3 dugolančanim masnim kiselinama Meluzzi i sur. (2000.) utvrdili su porast sadržaja α-tokoferola u žumanjcima sa 90,93μg/g žumanjka u kontrolnoj grupi, na 313,84 μg/g žumanjka u grupi koja je u hranu dobivala 200 mg/kg μ-tokoferilaceata. Jiang i sur. (1994.) navode da se sadržaj α-tokoferola u žumanjcima jaja linearno povećavao s povećanjem tokoferola u smjesama za nesilice. Pal i sur. (2002.) u svom istraživanju navode da se sadržaj vitamina E u žumanjcima jaja udvostručuje ukoliko u smjesama za nesilice sadržaj vitamina E s 55 IU/kg hrane povećamo na 110 IU/kg hrane.

U istraživanju utjecaja dodatka 100 mg/kg vitamina E, 200 mg/kg luteina, 0,5mg/kg Se i 5 % smjese ulja u hranu za nesilice i dužine kuhanja (0, 7 i 10 minuta) na boju žumanjka i kvalitetu kokošjih jaja ukazuju da dodatak vitamina E, luteina, selena i mješavine ulja statistički značajno utječu na intenzivniju boju svježih žumanjaka, dok kod kuhanih jaja boja postaje svjetlija (Kralik i sur., 2014.). Navedeni autori ističu da je kod kontrolne (B) skupine utvrđen manji trend opadanja boje žumanjaka u ovisnosti o dužini kuhanja jaja u odnosu na pokusnu (BK) skupinu (B=s 12,00 na 7,28 odnosno BK=s 14,42 na 8,42).



Slika 14. Različiti intenzitet boje žumanjaka (svježih i kuhanih)

Izvor: Foto Z. Kralik (2014.)



Slika 15. Boja žumanjka jaja nesilica iz tretmana s dodatkom 100 mg vitamina E+200mg/kg luteina+0,5 mg/kg selena+ 5% mješavina ulja u hrani

Izvor: Foto Z. Kralik (2014.)

Boja žumanjaka mjerena Minolta kolorimetrom CR 300 (L*) bila je intenzivnija kod duže kuhanih jaja (tretman B), a posljedično tome kod istih žumanjaka smanjio se intenzitet crvenila (a*), dok su vrijednosti žutila (b*) bile ujednačene. Za razliku od gore spomenutog, kod tretmana BK intenzitet boje žumanjka (L*) je varirao. Vrijednost L* se

smanjila kod jaja kuhanih 7 minuta, ali se kod jaja kuhanih 10 minuta značajno povećala u odnosu na svježa jaja (L*=59,24, L*= 48,12 i L*=63,25; P<0,001). Kod žumanjaka BK tretmana vrijednosti a* i b*, ovisno o dužini kuhanja jaja prate trend povećanja (P<0,001).

Mori i sur. (2003.) navode da je koncentracije retinola u žumanjku jajeta bile značajno povećana s povećanjem vitamina A u smjesama za nesilice. Kontrolna skupina nesilica konzumirala je hranu bez dodatka vitamina A, P1 s dodatkom 15 000 IU vitamina E /kg hrane i P2 s dodatkom 30 000 IU vitamina E/ kg hrane. U žumanjcima jaja utvrđen je sadržaj retinola u kontrolnoj skupini 24,6 IU/g odnosno P1= 33,6 IU/g i P=37,7 IU/g.

7. ZAKLJUČAK

Jaja su visokovrijedne namirnice koje sadrže savršen omjer bjelančevina, masti, vitamina i minerala i zbog toga je svakodnevno prisutno u ljudskoj prehrani. Svako jaje građeno je od bjelanjka, žumanjka i ljuske. U intenzivnoj proizvodnji konzumnih jaja koriste se hibridne nesilice koje mogu nesti jaja smeđe odnosno bijele boje ljuske. U RH koriste se genotipovi koji nesu jaja smeđe boje ljuske. Tijekom proizvodnog ciklusa jedna nesilica snese oko 350-363 komada jaja prosječne mase 65g.

Tijekom proizvodnog ciklusa kokoši nesilice treba hraniti kvalitetnom hranom, kako bi zadovoljile uzdržne i produktivne potrebe. Sastav smjese koja se koristi za hranidbu nesilica može imati utjecaja na kvalitetu jaja (debljinu i čvrstoću ljuske, boju i miris žumanjka) kao i na sadržaj pojedinih tvari u jajetu.

8. LITERATURA

1. Brulc, L., Simonovska, B., Vovk, I., & Glavnik, V. (2013.): Determination of egg yolk xanthophylls by isocratic high performance liquid chromatography. Journal of Chromatography A, 1318: 134–141.
2. Ceylan, N., Ciftci, I., Mizrak, C., Kahraman, Z., Efil, H. (2004.): Effects of dietary oil sources included in 2 levels on performance of laying hens and the fatty acid and cholesterol composition of eggs. Book of abstracts. XXII World's poultry congress. Istanbul, Turkey. 362.
3. Chung, H.Y., Helen, M.R., Elizabeth, J.J. (2004.): Lutein bioavailability is higher fromlutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. The Journal of Nutrition 134: 1887-1893.
4. Državni zavod za statistiku, Statistički ljetopis RH (2016.): http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2016/sljh2016.pdf (pristupljeno: 30.6.2017.)
5. Farr, D. R. (1997.): Functional Foods. Cancer Letters. 114: 59-63.
6. Franchini, A. Sirri, F., Tallarico, N., Minelli, G., Iaffaldano, N., Meluzzi, A. (2002.): Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. Poult. Sci. 81:1744–1750.
7. Golzar Adabi, S.H., Kamali, M.A., Davoudi, J., Cooper, R.G., Hajbabaei, A. (2010): Quantification of lutein in egg following feeding hens with a lutein supplement and quantification of lutein in human plasma after consumption of lutein enriched eggs. Arch.Geflügelk., 74(3): 158–163.
8. Grčević, M., Kralik, Z., Kralik, G., Radišić, Ž., Mahmutović, H. (2014.): Increase of the lutein content in hens' eggs Proceedings of the International Symposium on Animal Science (ISBN: 978-86-7834-199-1) 23-25 September, Beograd-Zemun, str. 637-642.
9. Hammershoj, M., Kidmose, U.,Steenfeldt, S. (2010.): Deposition of carotenoids in egg yolk by short-term supplement of coloured carrot (*Daucus carota*)varieties as forage material for egg-laying hens.J. Sci. Food. Agric., 90: 1163-1171.
10. Hardy, G. (2000.): Nutraceuticals and functional foods: Introduction and meaning, Nutrition, 16: 688–697.

11. Jang, I., Ko, Y., Kang, S., Kim, S., Song, M., Cho, K., Ham, J., Sohn, S. (2014.): Effects of Dietary Lutein Sources on Lutein-Enriched Egg Production and Hepatic Antioxidant System in Laying Hens. J. Poult. Sci., 51: 58-65.
12. Jiang, Y.H., McGeachin, R.B., Bailey, C.A. (1994.): Alpha-tocopherol, beta-carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. Poultry Science 1; 73(7):1137-1143.
13. Jurić, V., , Jajić, I., Bursić, V., Jurić, J. (2005.): Nutritivna i upotrebna vrednost jaja. Letopis naučnih radova, 29(1): 138-145.
14. Kralik, G., Has-Schön, E., Kralik, D., Šperanda, M. (2008.): Peradarstvo biološki i zootehnički principi. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 612.
15. Kralik, G., Kralik, Z., Grčević, M., Škrtić, Z. (2012.): Obogaćivanje peradarskih proizvoda funkcionalnim sastojcima. Poljoprivreda, 18(1): 52-59.
16. Kralik, G., Škrtić, Z., Kralik Z., Hanžek D. (2007.): Utjecaja različitih ulja u hrani za nesilice na kakvoću jaja i sadržaj masnih kiselina u žumanjcima jaja. Krmiva, 49(3): 115-125.
17. Kralik, Z., Grcević, M., Radišić, Ž., Kralik, I., Lončarić, Z., Škrtić, Z. (2016.):Effect of selenium-fortified wheat in feed for laying hens on table eggs quality. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 22 (2): 297–302.
18. Kralik, Z., Radišić, Ž., Kralik, I., Kralik, G., Grčević, M. (2014.): Effect of treatment and cooking length on yolk color and egg quality. Proceedings of the International Symposium on Animal Science (ISBN: 978-86-7834-199-1), str. 624-629.
19. Kralik., G., Gajčević, Z., Suchý, P., Straková, E., Hanžek, D. (2009.): Effects of Dietary Selenium Source and Storage on Internal Quality of Eggs. Acta Vet. Brno, 78: 219–222.
20. Leeson S. (2007.): Vitamin requirements: Is there basis for re-evaluating dietary specifications. World's Poult. Sci. J. 63:255–266.
21. Leeson, S., Caston, L. (2004.): Enrichment of Eggs with Lutein. Poultry Science. 86: 1709-1712.
22. Leko, M. (2016.): Alternativna proizvodnja jaja na obiteljskim gospodarstvima. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.

23. Meluzzi, A., Sirri, F., Manfreda, G., Tallarico, N., Franchini, A. (2000.): Effects of dietary vitamin E on the quality of table eggs enrichedwith n-3 long-chain fatty acids. Poultry Science. 79:539-545.
24. Mori,A.V., Mendonca Jr, C.X., Almeida, C.R.M., Pita, M.C.G. (2003.): Supplementing Hen Diets with Vitamins A and E Affects Egg Yolk Retinol and α-Tocopherol Levels. J. Appl. Poult. Res. 12:106–114.
25. Nimalaratne, C., Wu, J., Schieber, A. (2013.): Egg yolk carotenoids: Composition, analysis, and effects of processing on their stability. In P. Winterhalter & S.E. Ebeler (Eds.), Carotenoid cleavage products, chapter 18 (pp. 219–225). Oxford: ACS Publications, Oxford University Press.
26. Omidi,M., Rahimi, S., Torshizi, M.A.K. (2015.): Modification of egg yolk fatty acids profile by using different oil sources.Vet. Res. Forum. 6(2): 137-141.
27. Pal, L., Dublecz, K., Husveth, F., Wagner, L., Bartos, A., Kovacs, G. (2002.): Effect of dietary fats and vitamin E on fatty acid composition, vitamin A and E content and oxidative stability of egg yolk. Archiv fur Geflugelkunde,66(6):251-257.
28. Perry, A., Rasmussen, H., Johnson, E.J. (2009.): Xanthophyll (lutein, zeaxanthin) content in fruits, vegetables and corn and egg products. Journal of Food Composition and Analysis, 22: 9–15.
29. Schlatterer, J., Breithaupt, D.E. (2006.): Xanthophylls in commercial egg yolks: Quantification and identification by HPLC and LC-(APCI) MS using a C30 phase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54: 2267–2273.
30. Senčić, Đ. (2011.): Tehnologija peradarske proizvodnje, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 242.
31. Senčić, Đ., Samac, D. (2017.): Jaja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 121.
32. Sommerburg, O., Keunen, J., Bird, A., van Kuijk, F. J. G. M. (1998.): Fruits and vegetables that are sources for lutein and zeaxanthin: the macular pigment in human eyes. British Journal of Ophthalmology, 82(8): 907-910.
33. Stanton, C., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F.,Van Sinderen, D. (2005.): Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites, Current Opinion in Biotechnology, 16: 198–203.
34. Wang, W., Connor, S.L., Johnson, E., Klein, M.L., Connor, W.E. (2007.): Effect of Dietary Lutein and Zeaxanthin Plasma Carotenoids and Their Transport in

Lipoproteins in Age-Related Macular Degeneration. American Journal of Clinical Nutrition. 85:762-769.

35. Zaheer, K. (2017.): Hen egg carotenoids (lutein and zeaxanthin) and nutritional impacts on human health: a review. CYTA- Journal of Food, 15(3): 474-487.
36. https://www.mypetchicken.com/PicturePop.aspx?image=/images/chickenPix/Large/Studio_Leghorn_172_L.jpg
37. http://www.pinsdaddy.com/blackleghornhen_f6dv2aqHXSMijTOqSIr8NfS8AVCpMjEz4YlNdWfatR0/
38. http://images.proultry.com/images/company/4331/products/200x200/tetra_sl_babolna_tetra_poultry.jpg
39. http://www.babolnatetra.com/uploads/pdf/tetra_TETRA-SL_commercial_2009_en.pdf
40. http://www.vitamini.hr/4231.aspx
41. https://www.mypetchicken.com/backyard-chickens/chicken-help/What-is-a-fertilized-chicken-egg-H327.aspx