Inovativnom tehnologijom do povećanja sadržaja selena i cinka u jajima kokoši hrvatice

Išasegi, Irena

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:151:035488

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 U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Irena Išasegi

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

Inovativnom tehnologijom do povećanja sadržaja selena i cinka u jajima kokoši hrvatice

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Irena Išasegi

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

Inovativnom tehnologijom do povećanja sadržaja selena i cinka u jajima kokoši hrvatice

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
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij, smjer Zootehnika

Završni rad

Irena Išasegi

Inovativnom tehnologijom do povećanja sadržaja selena i cinka u jajima kokoši hrvatice

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi kako hranidba kukuruzom biofortificiranog cinkom i selenom utječe na povećanje navedenih mikroelemenata u jajetu te na kvalitetu konzumnih jaja. Pokusno razdoblje trajalo je 4 mjeseca. Kokoši su bile podijeljene u četiri skupine (A, B, C i D). Kokoši skupine A predstavljale su kontrolnu skupinu i konzumirale su smjese komercijalnog sastava, dok je skupina B konzumirala hranu s kukuruzom biofortificiranim s cinkom, a skupine C i D s dvije razine selena. Kvaliteta jaja određena je na ukupno 200 jaja, sadržaj cinka na 14 jaja i selena na 30 jaja. Parametri kvalitete jaja određeni su na svježim i čuvanim jajima. Od pokazatelja kvalitete jaja izmjereni su masa jaja i osnovnih dijelova, širina i dužina jaja te indeks oblika, boja žumanjka, visina bjelanjka; Haughove jedinice, čvrstoća i debljina ljuske, pH bjelanjka i pH žumanjka. Analizom rezultata utvrđeno je da se korištenjem kukuruza biofortificiranog selenom u hrani kokoši pasmine „Hrvatica“ statistički značajno povećava sadržaj selena u jestivom dijelu jaja ($P<0,001$), te se pozitivno djeluje na pokazatelje kvalitete jaja. Biofortifikacija kukuruza cinkom nije polučila zadovoljavajuće rezultate, stoga nije bilo značajnih razlika ($P>0,05$) kod sadržaja cinka u bjelanjcima kao i kod većine pokazatelja kvalitete jaja.

Ključne riječi: jaja, selen, cink, biofortifikacija, kokoš hrvatica

28 stranica, 11 tablica, 12 grafikona i slika, 35 literaturnih navoda

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

BSc Thesis

Innovative technology to increase the content of selenium and zinc in eggs of the “Hrvatica” hen

Summary: The aim of this research was to determine how feeding corn biofortified with zinc and selenium affects the increase of these microelements in egg, and what kind of influence it have on quality of eggs. Trial period lasted 4 months. Hens were divided into four groups (A, B, C, D). Hens from group A were representing control group and they consumed commercial mixtures. Group B consumed feed with corn biofortified with zinc, while groups C and D consumed feed with two levels of selenium. Quality of eggs was determined on the total of 200 eggs, zinc content on 14 eggs and selenium on 30 eggs. Egg quality parameters were determined on fresh and stored eggs. Egg quality parameters that were measured include: weight of eggs and basic parts, width and lenght of ege and the shape index, yolk color, albumen height, Haugh units, eggshell strenght and thickness, pH values of albumen and yolk. The results have shown that the use of corn biofortified with selenium in feed for "Hrvatica" hen significantly increases selenium content in the edible part of egg ($P<0.001$), and have a positive effect on egg quality parameters. Biofortification of corn with zinc did not yield satisfactory results, so there were no significant differences ($P>0,05$) in zinc content in egg whites as well as in most of egg quality parameters.

Key words: egg, selenium, zinc, biofortification, “hrvatica” hen

28 pages, 11 tables, 12 figures, 35 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 1
1.2. GRAĐA KOKOŠJIH JAJA I PREHRAMBENA VRIJEDNOST 2
1.3. KLASIRANJE I OZNAČAVANJE KONZUMNIH JAJA 4
1.3.1. Pokazatelji kvalitete jaja 7
1.4. PROIZVODNJA KONZUMNIH JAJA 9
1.4.1. Autohtona pasmina kokoš hrvatica 10
2. MATERIJAL I METODE 14
3. REZULTATI I RASPRAVA 17
4. ZAKLJUČAK 25
5. POPIS LITERATURE 26

1. UVOD

Peradarstvo je grana stočarstva koja je u stalnom porastu u cijelom svijetu zbog niskih troškova proizvodnje, brzog prirasta, visoke sposobnosti reprodukcije, prilagodbe peradi različitim uvjetima. To su čimbenici koji u velikoj mjeri utječu na razvoj peradarstva. Glavna uloga peradarstva je opskrbljivanje stanovništva kvalitetnim namirnicama, mesom i jaja.

Direktiva EU (EC Direktive 1999/74/EG) dovela je do promjena u organizaciji peradarske proizvodnje jer ona nalaže zabranu uzgoja peradi u tradicionalni kaveznim sustavima što utječe na dobrobit životinja i na samu kvalitetu jaja i mesa.

Jaja pripadaju skupini namirnica s velikom biološkom hranjivom vrijednošću jer sadrže osnovne tvari potrebne čovjeku, to su visoko kvalitetne bjelančevine koje sadrže esencijalne aminokiseline, masti, minerale i vitamine. Hibridne kokoši najčešće se koriste u intenzivnoj proizvodnji, dok se u ekstenzivnoj mogu koristiti osim hibrida i čiste pasmine kokoši. U Hrvatskoj na ekstenzivan način se uzgaja autohtona pasmina hrvatica.

Selen i cink esencijalni su element i u organizmu se nalazi u malim količinama. Selen sudjeluje u metaboličkim procesima, potiče rast i plodnost, povoljno djeluju na imunitet, također utječe i na svježinu proizvoda (Surai i Sparks, 2001., Gajčević i sur. 2009., Cruz i Fernandez, 2011.). Cink je sastavni dio oko 300 enzimskih sustava koji su dio metabolizma energije, ugljikohidrata, nukleinskih kiselina (RNA i DNA) i proteina. Važna je karika u imunološkom sustavu kao i transportu i korištenju vitamina A (Ibs i Rink, 2003.).

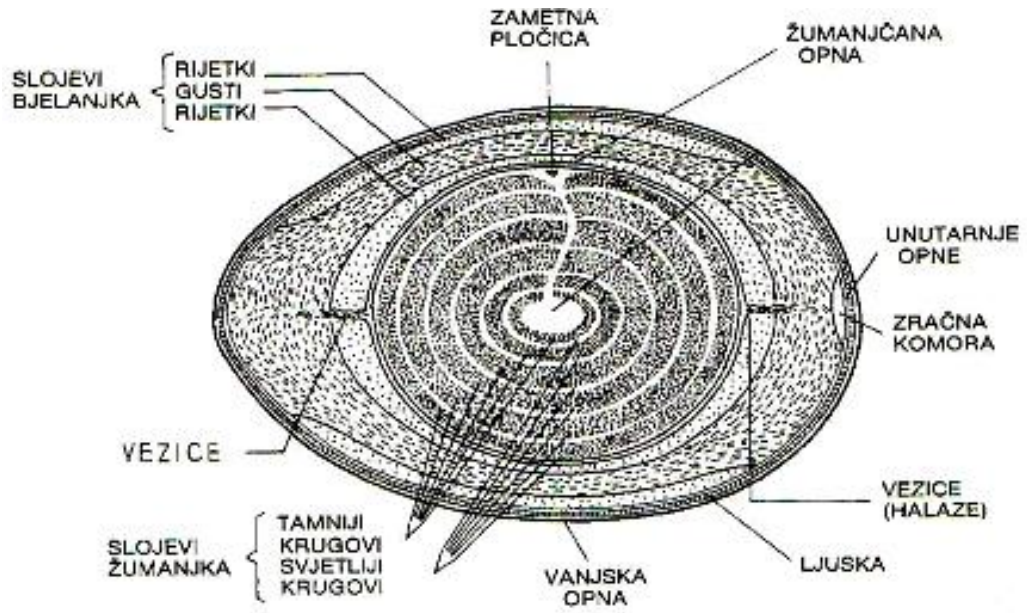
Pod pojmom biofortifikacija u ratarstvu se podrazumijeva kombinacija konvencionalne tehnike i biotehnologije u uzgoju ratarskih kultura s ciljem poboljšanja kvalitete usjeva. Biofortifikacija se koristi za rješavanje nedostataka različitih nutrijenata u hrani zemalja u razvoju (Sautter i sur., 2006.).

Kvaliteta jaja je jedno od važnijih svojstva, te je cilj ovog istraživanja dokazati kako korištenje kukuruza biofortificiranog cinkom i selenom utječe na kvalitetu jaja kokoši hrvatica.

1.1. GRAĐA KOKOŠJIH JAJA I PREHRAMBENA VRIJEDNOST

Kokošja jaja su odličan izvor hranjivih tvari potrebnih u ishrani ljudi. Imaju veliku biološku i hranjivu vrijednost, te su jedan od najjeftinijih izvora bjelančevina i energije. Ovisno o veličini, jedno jaje osigurava između 4,5 – 6 g. bjelančevina. Od hranjivih tvari bjelančevine su iskoristive 97%, masti 95%, ugljikohidrati 98%, i mineralne tvari 76% (Kralik i sur., 2008.).

Jaje je građeno iz tri osnovna dijela ljuska, bjelanjak i žumanjak. Ljuska jaja štiti osjetljive dijelove jaja od vanjskih utjecaja i omogućuje izmjenu plinova i prijenos topline. Ispod ljuske jajeta nalaze se rožnate opne. Jedna se nalazi uz ljusku, a druga opna obavija unutrašnji sadržaj jajeta. Između opni nalazi se zračni prostor koji se naziva komora. Zračni prostor se oblikuje odmah nakon nesenja uslijed skupljanja sadržaja njegova sadržaja i vidljiv je na tupom dijelu jajeta. Zračni prostor se povećava uslijed isparavanja vode, a veličina zračne komore služi kao indikator svježine.



Slika 1. Građa jaja

Izvor: Foto M. Leko (2016.)

U središnjem dijelu jajeta nalazi se žumanjak kojeg obavija žumanjčana opna. Halaze su spiralne tvorevine gustog bjelanjka koje drže žumanjak u centru jajeta. Žumanjak jajeta sadrži oko 48,7 % vode, 32,6 % masti, 16,6 % bjelančevina, 1, 0

ugljikohidrata i 1,1 % mineralnih tvari. (Kralik i sur. 2008.). Masti žumanjka čine kolesterol, trigliceridi masnih kiselina. Masti koje čine žumanjak su kolesterol, trigliceridi masnih kiselina, slobodne masne kiseline i fosfatidi : lecitin, kefalin i sfingomijelin.

Tri sloja bjelanjka obavijaju žumanjak, rijetki koji se nalazi ispod ljuske zatim gusti i ponovno svijetli bjelanjak . U bjelanjku se nalazi 12 -15% suhe tvari i 85 – 88% vode. Ovalbumin, konoalbumin i ovoglobulin su jednostvane bjelančevine u bjelanjku, a od složenih su zastupljeni uglavnom glikoproteidi, ovomukoid i ovomucin. Od ugljikohidrata u bjelanjku nalaze se glukoza, manoza i galaktoza, dok su masti zastupljene u manjoj mjeri.

1.2. KLASIRANJE I OZNAČAVANJE KONZUMNIH JAJA

Na tržištu glavni kriteriji za kvalitetno razvrstavanje konzumnih jaja su svježina i visina zračne komore, čistoća površine i neoštećenost ljuske te težina jaja. Pravilnikom o kakvoći jaja (N.N br. 115/06 i N.N br. 76/08) uređeni su: nazivi, definicije i opći uvjeti kojima jaja moraju udovoljavati, prikupljanje jaja i pakirni centri, klasiranje jaja, označavanje i pakiranje, označavanje trakama, evidencija proizvodnje i kontrola kvalitete jaja.

S obzirom na kvalitetu jaja se klasiraju na :

a) jaja „A“ klase ili svježa jaja
b) jaja „B“ namijenjena industrijskoj preradi

Jaja klase „A“ moraju u trenutku pakiranja ispunjavati sljedeće uvjete :

- da je ljuska i pokožica normalnog oblika, čista i neoštećena
- da zračna komora nije viša od 6mm i da je nepokretna, dok za jaja koja će se označiti kao „ekstra“ ne smije prelaziti 4 mm
- da je bjelanjak bistar, proziran i kompaktan
- da se žumanjak prvi prosvjetljavanju jaja vidi kao sjena nejasnih obrisa i da je pri naglom okretanju jaja nepokretan ili neznatno pokretan te da se nalazi u sredini jaja
- da je zametak neprimjetnog razvoja
- da nema stranih tvari
- da nema stranog mirisa

Jaja „A“ klase ne smiju biti prije ili poslije klasiranja prana ili čišćena na bilo koji način.Jaja koja su podvrgnuta postupku pranja ne smiju se označavati kao „A“ klasa čak i ako ispunjavaju ostale zahtjeve za tu klasu, te se moraju označiti riječima „oprana jaja“. Jaja „A“ klase ne smiju biti podvrgnuta postupku konzerviranja ili biti hlađena na temperaturi nižoj od +5 °C. Jaja koja su držana na temperaturi ispod + 5 °C kraće od 24h neće se smatrati hlađenim u slučaju prijevoza/transporta ili u skladištu trgovine na malo ako zaliha jaja ne prelazi količinu potrebnu za prodaju u tri dana. Jaja koja su podvrgnuta postupku hlađenja ne smiju se označavati kao „A“ klasa čak i ako ispunjavaju ostale zahtjeve za tu klasu, te se moraju označiti riječima „ hlađena jaja“

Jaja „B“ su jaja koja ne ispunjavaju zahtjeve primjenjive za jaja „A“ klase.



Slika 2. Izgled ambalaže za jaja na tržištu Hrvatske

Izvor: Foto Z. Kralik (2017.)

Prilikom stavljanja u promet jaja „A“ razrede i „oprana jaja“ razvrstavaju se s obzirom na masu u četiri razreda XL (od 73 g), L(63- 73 g) , M(53 - 63g) i S (manja od 53 g) .

Tablica 1.Označavanje jaja prema masi

Razred	**Masa**
XL - vrlo velika	od 73 g
L – velika	od 63 do73 g
M – srednja	od 53 do 63 g
S – mala	manja od 53g

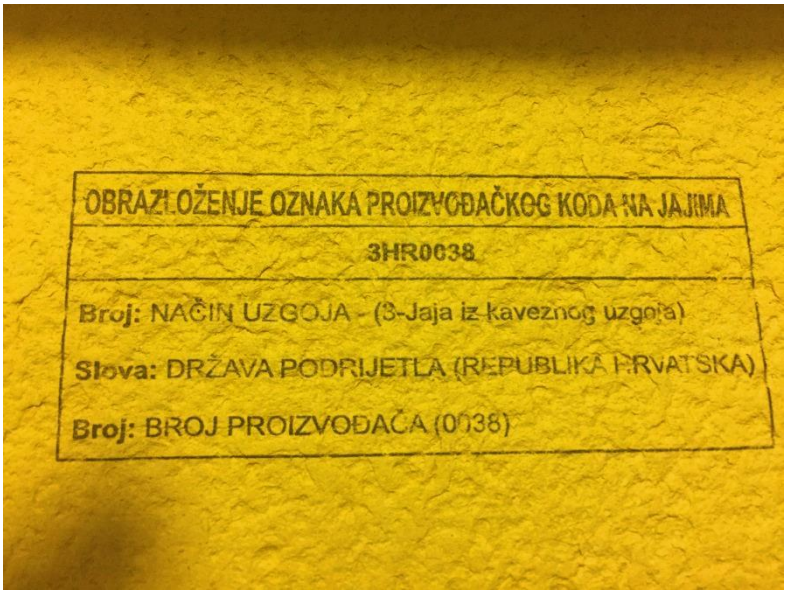
Izvor: Pravilnik o kakvoći jaja (2006.)

Na pakiranju jaja mora se vidljivo naznačiti minimalni rok trajnja i označava se riječima „najbolje upotrijebiti do“ i datum. Oznaka datuma pakiranja može se staviti na pakiranje jaja predviđeno za prodaju, a sastoji se od riječi „ datum pakiranja“ iza kojeg se nalazi datum. Minimalni rok trajanja e smije biti duži od 28 dana nakon nesenja. Pored

datuma minimalnog roka trajanja može se u trenutku pakiranja jaja ili/ i na pakiranju staviti oznaka preporučenog datuma prodaje koja se sastoji od riječi „prodati do“ iza koji se nalazi datum. Preporučeni rok prodaje ne smije prelaziti 21 dan nakon nesenja do prodaje potrošaču.

Na svakom jajetu mora se nalaziti: oznaka zemlje u kojoj je jaje proizvedeno (HR, D, S, NL i slično), način na koji je jaje proizvedeno te broj proizvedenog objekta.

Način na koji je jaje proizvedeno označava se na sljedeći način:
0 - predstavlja organsku proizvodnju,
1 - označava sustav slobodnog držanja s primjenom vanjskog držanja,
2 - označava podni sustav držanja i
3 - jaja proizvedena u obogaćenim kavezima.



Slika 3. Obrazloženje oznake na jajima koda proizvođača
Izvor: Foto Z. Kralik (2017.)



Slika 4. Otisak oznake koda proizvođača na jajetu

Izvor: Foto Z. Kralik (2017.)

Posebnim propisima moraju udovoljavati parkirni centri kao i postupak odobravanja parkirnih centara : Prostor pakirnog centra mora biti isključivo namijenjen obradi (klasiranje, pakiranje, označavanje) i čuvanje jaja. Pakirni centar mora imati sljedeću tehničku opremu :

- za osvjetljenje jaja (pojedinačna neovisna lampa)
- uređaju koji mjeri visinu zračne komore u jajetu
- za klasiranje jaja po težini
- jednu ili više atestranih vaga za vaganje jaja
- za označavanje žigosanje jaja

1.2.1. Pokazatelji kvalitete jaja

Fizikalno – kemijskom analizom utvrđuje se svojstva koja utječu na kvalitetu jaja. Kvaliteta jaje se dijeli na vanjsku i unutarnju kvalitetu jaja. Pokazatelji vanjske kvalitete su: masa jaja, indeks jaja, čvrstoća ljuske i debljina ljuske. Kod unutarnje kvalitete analiza se provodi na više pokazatelja: indeks žumanjka i bjelanjka, pH vrijednost žumanjka i bjelanjka, Haugh jedinice (HJ), vrijednosni broj (VB), stupanj starenja (SS), analiza kemijskih sastojaka i drugo.

Jaja koja se nalaze u maloprodaji i koja su dostupna konzumentima moraju biti svježa. Svježina jaja je jedno od najznačajnijih svojstava. Theron i sur. (2003.) ističu da jaja moraju biti prodana i upotrijebljena u roku od 21-28 dana nakon nesenja. Svježina jaja ovisi o opada nakon nesenja i ovisi o temperaturi, vlažnosti zraka i vremenu čuvanja. Kvaliteta jaja je povezana s kemijskim, funkcionalnim, hranidbenim i higijenskim promjena. Jaja moraju biti spremljen u zaštićenu i odgovarajuću ambalažu kako bi se očuvala svježina i kvaliteta jaja.

Kako bi odredili svježinu jaja, koristimo se s dvije metode: denzimetrijom i prosvjetljavanjem.

Denzimetrijska metoda izvodi se na način da se jaje potopi u 12% otopinu soli, i najbrža je metoda određivanja svježine jaje. Ako je jaje svježe tonuti će prema dnu posude , jaje staro dva dana lebdi bliže dnu posude, dok jaje koje je staro 15 dana pliva na samoj površini. Prosvjetljavanje je metoda kojom se određuje visina zračne komore, homogenost bjelanjka, intenzitet i pokretljivost žumanjka pomoću svjetiljke. Promjena veličine zračne komore vidljiva je promjena koja se događa u jajima. Jaje u tijelu nesilice je na temperaturi od 40°C do 41°C. Nakon nesenja jaje dolazi u sredinu gdje je manja temperatura nego u tijelu nesilice i to utječe na skupljanje sadržaja jajeta. Između opne koja se nalazi ispod ljuske i opne koja obavija bjelanjak stvara se zračni prostor koji se povećava što se dulje čuva jaje. Taj prostor naziva se zračna komorica. Ispitivanje unutrašnjih svojstava jaja može se provjeriti ako se pažljivo izlije sadržaja jajeta na ravnu površinu. Boja žumanjka je prvo svojstvo koje vidimo te je pokazatelj same kvalitete jaja. Lopatasti žumanjak ima jaje koje je svježe. Bjelanjak svježeg jajeta je gusti i okružuje žumanjak. Jaje u kojem se ne vidi granica između gustog i rijetkog dijela, te ima plosnati i mlohavi žumanjak nije svježe jaje.

1.3. PROIZVODNJA KONZUMNIH JAJA

Nesilice namijenjen za proizvodnju konzumna jaja drže se većinom u kavezima. Razlikujemo tri osnovna kavezna sustava: flatdeck, kalifornijski i baterijski sustav (Slika 5.). Međutim nesilice se mogu držati i slobodno („free range“), kako se drže kokoši hrvatice. Veliku pozornost treba posvetiti hranidbi nesilica bi proizvodnja bila što ekonomičnija i radi boljeg iskorištavanja genetskog potencijala. U hranidbi nesilica od ključne su važnosti sljedeće hranjive tvari: bjelančevine, masti, ugljikohidrati, mineralne tvari i vitamini. Nesilice ih najčešće konzumiraju u obliku gotovih krmnih smjesa.



Slika 5. Kavezni (baterijski) sustav držanja kokoši nesilica

Izvor:https://agroplus.rs/agroplus/wp-content/uploads/2011/01/1-Vesti175-1.jpg

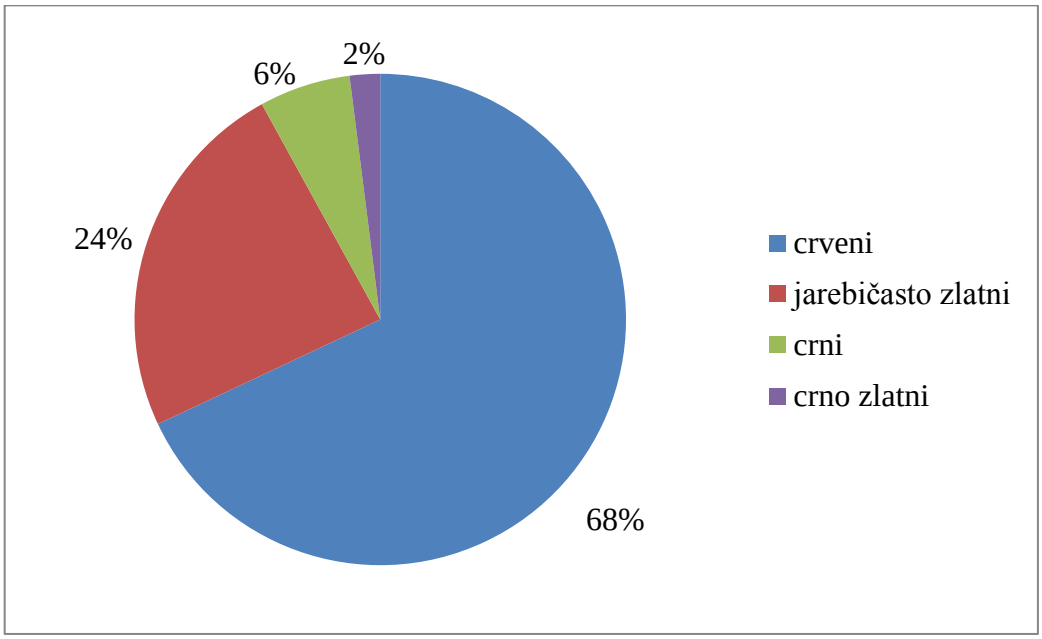
Veliku pozornost treba pridodati optimalnim klimatskim uvjetima jer utječu na nesivost, konzumaciju hrane i na samu kvalitetu ljuske jajeta. Kralik i sur. (2008.) ističu da je optimalna temperatura u nastambi za nesilice iznosi 18°C - 22 °C, ali se proizvodnja značajno ne mijenja ako je temperatura u granicama od 13°C do 26 °C. Optimalna vlaga zraka trebala bi se biti 65% do 76% . Amonijak, sumporvodik i ugljični dioksid pripadaju u skupinu štetih plinova i njihova koncentraciju je vrlo važna jer mogu negativno utjecati na proizvodnju. Mikroklimatski čimbenici odražavaju se umjetnom ventilacijom. Vrlo važan čimbenik osvjetljenje zbog utjecaja na hipofizu koje je usko povezana s hormonima potrebnim za nesenje jaja.

1.3.1. Autohtona pasmina kokoš hrvatica

Uz rijeku Dravu početkom 20. stoljeća počeo je uzgoj kokoši hrvatice. Uzgoj se proširio te se danas uzgaja u svim dijelovima Hrvatske. Godine 1917. Ivan Lakuš iz Torčeca u Podravini križao je domaću kokoš s pijetlovima pasmine Leghorn i tako započeo uzgoj kokoši hrvatice. Ovaj selekcionar isključivao je iz uzgoja jedinke bijelog perja, a ostavljano jedinke s crnom, crvenom, smeđom i jarebičastom bojom perja. Izgled i odlike kokoši hrvatice kakvu poznajemo dobiva križanjem s pasminom Wellsummer (Posavi i sur., 2002).

Godine 1937. kokoš hrvatica osvaja prvu nagradu u Leipzigu, a najveći uspjeh postiže na natjecanju kokoši u nesenju jaja na državnom dobru „ Karađorđevo“ kraj Bačke Palanke, te na istom natjecanju biva priznata kao pasmina naziva hrvatica (Posavi i sur., 2004.).

Kokoš hrvatica pripada u skupinu peradi s kombiniranim svojstvima, i danas se u Hrvatskoj uzgajaju u četiri soja: crveni, crni, jarebičasto- zlatni i crno zlatni soj (Slike 3, 4, 5 i 6). Za sve su sojeve karakteristični bijeli podušnjaci, kod crvenog i jarebičasto – zlatnog soja bijele noge, dok su kod crnog i crno – zlatnog soja sive noge. Tjelesna masa kokoši je od 1,5-2 kg, a pijetla 2,2-2,8 kg (Janječić i sur., 2007).



Grafikon 1. Udio kokoši hrvatica po sojevima

Izvor: HPA (2016.)

Crveni soj kokoši hrvatice odlikuje se osnovnom ciglasto-crvenom bojom perja s narančasto-zlatnim vratom. Kod kokoši vrh repa obojen je crnom bojom perja, a kod pijetla je cijeli rep crne boje s metalno-zelenim sjajem.



Slika 6. Crveni soj

Izvor: Z. Janječić (2017.)

Crni soj pasmine hrvatice ima crnu boju perja s metalnim sjajem. I kokoš i pijetao imaju karakterističnu crnu boju perja.



Slika 7. Crni soj

Izvor: M. Leko (2016.)

Jarebičasto-zlatni soj pasmine hrvatica prepoznatljiv je po narančasto-zlatnom vratu kod kokoši. Ostali dio tijela pokriven je obrubljeno okreno-žutom i sivo-smeđom bojom, a vrh repa je crne boje. Pijetao ima narančasto-zlatni vrat, te su leđa, gornji dio krila i letna peraja tamnocrvene boje. Prsa, trbuh, rep i poprečna krilna crta crne su boje metalnog sjaja.



Slika 8. Jarebičasto – zlatni soj

Izvor: M. Leko (2016.)

Crno- zlatni soj pasmine hrvatica specifičan je po narančastožutom vratu koji imaju i kokoš i pijetao , a ostatak perja je crne boje s metalno zelenim sjajem.



Slika 9. Crno – zlatni soj

Izvor: Z. Janječić (2017.)

Kokoš hrvatica ima veliku ulogu i od značajne je važnosti kao izvorna pasmina. Sukladno tome Sabor Republike Hrvatske donio je odluku o isplati novčanih sredstava za svaku uzgojno valjanu životinju. Temeljem ”Zakona o novčanim poticajima” uzgajivačima kokoši hrvatica isplaćuje se novčani poticaj u iznosu do 60,0 kuna po kljunu. Umatičavanje rasplodnih jata kokoši hrvatica vrše djelatnici Hrvatske poljoprivredne agencije (HPA). Jedno rasplodno jato čini jedan pijetao i do deset kokoši iz istog soja. Uzgajivači su dužni umatičeno jato držati u uzgoju 12 mjeseci, pratiti sve proizvode podatke i dostavljaju u HPA. Ako ima više umatičenih jata kokoši hrvatica na istom gospodarstvu vrlo je važno da je svako rasplodno jato fizički odvojeno jer to utječe na sigurnije i točnije praćenje rezultata. Prema izvješću HPA za (2016) broj umatičenih kokoši na razini RH bio je 5318 kljunova a pijetlova 550 komada. Prilikom izbora životinja za matični broj, jedinke moraju biti stare najmanje 18 tjedana. Svaka jedinka označava se trajnim nožnim prstenom s utisnutim matičnim brojem iz HPA.

2. MATERIJAL I METODE

Istraživanje je koncipirano tako da je postavljeno dva usporedna pokusa na ukupno 60 nesilica pasmine hrvatica, držanih slobodno. Kokoši su bile podijeljene u četiri skupine (A, B, C i D). Kokoši skupine A konzumirale su smjesu komercijalnog sastava te su predstavljale kontrolu. Ostale tri skupine bile su pokusne s tim da je u skupini B u smjesi korišten kukuruz biofortificiran s cinkom, dok je u skupinama C i D kukuruz bio biofortificiran s selenom u dvije razine.

Pokusno razdoblje trajalo je 4 mjeseca. U smjesama je korišten kukuruz hibrida Bergxxon (RWA, FAO grupa 400), biofortificiran cinkom odnosno različitim razinama selena.

Tijekom vegetacije kukuruza na njivi obavljena je folijarna aplikacija u trignojidbena tretmana B=2 kg Zn ha^{-1} C=10 g Se ha^{-1} i D= 20 g Se ha^{-1}, dok je kao smjesa A bila komercijalna smjesa za nesilice. Kod pokusnih smjesa iz premiksa su izuzeti cink odnosno selen. Sastav smjesa prikazan je na tablici 2.

Tablica 2. Sastav smjesa korištenih u hranidbi nesilica

Sastojak (%)	Smjesa*
Kukuruz	56,5
Sojina sačma 46	17,5
Suncokretova sačma 33	7,5
Stočni kvasac	2,5
Ulje	1,5
Vapnenac	9,5
Kuškovit za nesilice 5%	5,0
Ukupno	100

*Kukuruz u pokusnim smjesama biofortificiran je folijarno s cinkom ili selenom kako je opisano u tekstu iznad tablice, a premiks je korigiran također prema opisu u tekstu iznad tablice.

[1]Premix: Vit.A (E 672) 240.000 i.j., Vit.D3 (E 671) 30.000 i.j., Vit.E (E 3a700, DL-α tokoferol acetat) 200 mg, Vit.K3 45 mg, Vit.B1 40 mg, Vit.B2 80 mg, Vit.B6 (3a831) 40 mg, Vit.B12 200 mcg, Vit.C (E 300) 300 mg, Niacin 600 mg, pantotenska kiselina 140 mg, folna kiselina 10 mg, biotin 1 mg, kolin klorid 10.000 mg, željezo (E 1, FeSO4xH2O) 725 mg, jod (E 2, KJ) 15 mg, bakar (E 4, CuSO4x5H2O) 80 mg, mangan (E 5, MnO) 1.500 mg, cink (E 6, ZnO) 1.000 mg, selen (E 8, Na_2SeO_3) 3 mg, antioksidant (BHA, E 320 i EQ, E 324 1.000 mg, Canthaxanthin, E 161g 80 mg, fitaza 5000 CT (6-fitaza, 4a16, EC-3.1.3.26) 5000 OTU, Probiotik 8000 mg.

Neposredno prije hranidbe nesilica napravljena je analiza sadržaja cinka i selena u smjesama. Utvrđeno je da po kg smjese A ima 0,2115 mg Se/kg i 50,25 mg Zn/kg. Smjesa B sadrži 45,06 mg Zn/kg hrane, smjesa C= 0,2001 mg Se/kg hrane i smjesa D=0,4188 mg Se/kg hrane.

Nakon 4 mjeseca hranidbe nesilica smjesama iz svake skupine izabrano je po 50 jaja za utvrđivanje kvalitete. Kvaliteta jaja određena je na ukupno 200 jaja. Parametri kvalitete jaja određeni su na svježim jajima (2 dana nakon sakupljanja jaja) i jajima skladištenim 28 dana na +4°C. Od pokazatelja kvalitete jaja izmjereni su masa jaja i osnovnih dijelova, širina i dužina jaja te indeks oblika, boja žumanjka, visina bjelanjka; HJ, čvrstoća i debljina ljuske, pH bjelanjka i pH žumanjka.

Masa jaja i osnovnih dijelova (bjelanjak, žumanjak i ljuska) utvrđena je pomoću vage PB 1502-S. Automatskim uređajem Egg shell Force Gauge Model-II izmjerena je čvrstoća ljuske jaja. Debljina ljuske 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.).

Sadržaj cinka utvrđen je na 14 jaja (A=7 jaja i jaja), dok je sadržaj selena utvrđen na ukupno 30 jaja (A=10 jaja, C=10 jaja i D=10 jaja). Sadržaj mikroelemenata utvrđen je posebno u bjelanjcima odnosno žumanjcima jaja.

Boja žumanjka, HJ i visina bjelanjka utvrđeni su automatskim uređajem Egg Multi-Tester EMT-5200. Vrijednosti pH bjelanjka i žumanjka, izmjerene su pH metrom MP 120. Sadržaj mikroelemenata cinka i selena u jajima određen je koristeći uređaj Perkin Elmer Optima 2100 DV (Davidowski, 1993.)

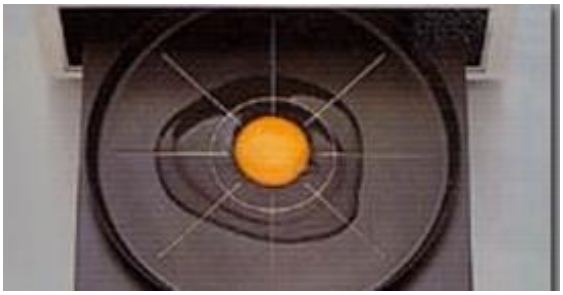
Rezultati istraživanja obrađeni su uz pomoć programa Statistica for Windows version 12.0 (StatSoftInc., 2013). U obradi rezultata korištena je jednofaktorijalna i višefaktorijalna analize varijance (ANOVA i MANOVA), te ukoliko je P vrijednost bila statistički značajna razlike između skupina testirane su Fisherovim LSD testom.



Slika 10. Kokoši hrvatice skupine A

Izvor: Foto Z. Kralik (2016.)





Slika 11.EggMulti-Tester EMT-5200

Izvor: http://www.robotmation.co.jp/keiranemteng.htm



Slika 12. Mjerenje debljine ljuske jajeta

Izvor: Foto: Z. Kralik (2016.)

3. REZULTATI I RASPRAVA

Na tablici 3 je prikazan utjecaj korištenih tretmana (A i B) na kvalitetu svježih jaja. Iz tablice je vidljivo da jaja kontrolnog tretmana A imaju veći indeks oblika, masu jaja i osnovnih dijelova u jajima u odnosu na jaja pokusnog tretmana B. Također jaja tretmana A (0,379 mm i 2,946 kg/cm2) imaju deblju i čvršću ljusku u odnosu na jaja tretmana B (0,364 mm i 2,874 kg/cm^2). Razlike između tretmana nisu bile statistički značajne (P>0,05).

Tablica 3. Utjecaj hranidbenih tretmana A i B na kvalitetu svježih jaja

Pokazatelj	**Tretmani**		**P vrijednost**
	A	B	
Indeks oblika, %	72,72	72,64	0,881
Masa jaja, g	51,64	50,22	0,116
Masa bjelanjka, g	27,92	26,85	0,081
Masa žumanjka, g	17,17	16,86	0,393
Masa ljuske, g	6,55	6,50	0,786
Debljina ljuske, mm	0,379	0,364	0,122
Čvrstoća ljuske, kg/cm^2	2,946	2,874	0,660

A=komercijalna smjesa, B=kukuruz biofortificiran sa 2 kg Zn ha^{-1}

Cruz i Fernandez (2011.) navode da korištenje cinka u organskom obliku u hranidbi japanskih prepelica nije utjecalo na pokazatelje vanjske i unutarnje kvalitete svježih jaja. Njihovi rezultati sukladni su našima.

Na tablici 4. je prikazan utjecaj korištenih hranidbenih tretmana A i B na kvalitetu jaja čuvanih 28 dana u hladnjaku na temperaturi od +4°C. Iz tablice je vidljivo da jaja kontrolnog tretmana A imaju veći indeks oblika, masu jaja, masu žumanjka i ljuske u odnosu na jaja pokusnog tretmana B. Navedene razlike nisu statistički značajne (P>0,05). Statistički značajno veću (P<0,05) debljinu i masu ljuske imala su jaja iz tretmana A (6,77 g i 0,303 mm) u odnosu na jaja iz tretmana B (6,35 g i 0,285 mm). Čvršća ljuska zabilježena je kod jaja A tretmana 2,959 kg/cm^2 u odnosu na ljusku jaja tretmana B gdje je utvrđeno da je potrebno opteretiti ljusku jajeta s 2,853 kg/cm^2 kako bi se javilo napuknuće na središnjem djelu jaja. Uočene razlike u čvrstoći ljuske između tretmana A i B nisu bile statistički značajne (P=0,503).

Tablica 4. Utjecaj hranidbenih tretmana A i B na kvalitetu jaja čuvanih 28 dana na +4°C

Pokazatelj	Tretmani		P vrijednost
	A	B	
Indeks oblika, %	73,48	72,83	0,435
Masa jaja, g	50,71	50,06	0,549
Masa bjelanjka, g	26,79	27,03	0,765
Masa žumanjka, g	17,13	16,67	0,333
Masa ljuske, g	$6,77^{a}$	$6,35^{b}$	**0,025**
Debljina ljuske, mm	$0,303^{a}$	$0,285^{b}$	**0,034**
Čvrstoća ljuske, kg/cm^2	2,959	2,853	0,503

A=komercijalna smjesa, B=kukuruz biofortificiran sa 2 kg Zn ha^{-1}
Eksponenti ^{a,b} iznad brojeva u redovima označavaju statističku značajnost na razini P<0,05

Na tablici 5. prikazan je utjecaj tretmana, vremena čuvanja i njihove interakcije na unutarnju kvalitetu jaja. Analizom rezultata utvrđene su statistički značajne razlike u vrijednostima pH žumanjaka, HJ i visini bjelanjka. Na ove vrijednosti utjecaj je imalo vrijeme čuvanja jaja (P<0,001 i P=0,006), dok je razlika utvrđena u vrijednosti boje žumanjka uzrokovana interakcijom (P=0,028). Manje pH vrijednosti žumanjaka i bjelanjaka utvrđene su kod svježih jaja u odnosu na čuvana jaja kod obije skupine (P<0,001). Manje pH vrijednosti utvrđene su kod svježih jaja nesilica koje su hranjene smjesama iz tretmana B u odnosu na jaja podrijetlom od nesilica koje su konzumirale hranu iz tretmana A (žumanjak B=pH 6,01 i A=pH 6,08 odnosno bjelanjak B=8,96 odnosno A=8,98).

Tablica 5. Utjecaj hranidbenih tretmana i vremena čuvanja na kvalitetu jaja skupina A i B

Tretman	Vrijeme čuvanja	pH žumanjka	pH bjelanjka	HJ	Visina bjelanjka (mm)	Boja žumanjka
A	2 dana	$6,08^{b}$	8,98	$65,75^{a}$	$4,55^{a}$	$12,04^{ab}$
B	2 dana	$6,01^{b}$	8,96	$64,45^{a}$	$4,22^{ab}$	$11,76^{b}$
A	28 dana	$6,22^{a}$	9,03	$60,20^{b}$	$3,99^{b}$	$11,96^{b}$
B	28 dana	$6,19^{a}$	9,00	$60,50^{b}$	$3,97^{b}$	$12,60^{a}$
SEM		0,026	0,035	1,389	0,143	0,206
Utjecaj/P vrijednost						
Tretman		0,072	0,431	0,721	0,227	0,385
Vrijeme čuvanja		**<0,001**	0,257	**<0,001**	**0,006**	0,069
Interakcija		0,445	0,874	0,565	0,285	**0,028**

A=komercijalna smjesa, B=kukuruz biofortificiran sa 2 kg Zn ha^{-1}
Eksponenti ^{a,b} iznad brojeva u stupcima označavaju statističku značajnost na razini P<0,001

Također su vrijednosti pH kod B skupine bile manje nego kod skupine A i kod jaja skladištenih 28 dana u hladnjaku(žumanjak B=pH 6,19 i A=pH 6,19 odnosno bjelanjak

B=9,00 odnosno A=9,03). Vrijednosti HJ i visina bjelanjka su se tijekom čuvanja smanjivale. Trend smanjenja bio je veći kod jaja skupine A u odnosu na jaja skupine B. Najintenzivnija boja žumanjka utvrđena je kod jaja B skupine čuvanih 28 dana u hladnjaku (12,60), a najmanja kod svježih jaja ove skupine (11,76).

S obzirom da nije utvrđen utjecaj tretmana na unutarnju kvalitetu jaja, pretpostavka je da uzrok navedenom proizilazi upravo iz činjenice da se tijekom biofortifikacije kukuruza nije uspjelo dobiti željeno povećanje cinka u zrnu kukuruza, te je razina cinka u obije smjese bila ujednačena.

Na tablici 6. prikazan je utjecaj korištenih hranidbenih tretmana na kvalitetu svježih jaja. Jaja skupina C i D imala su nešto veći indeks oblika (73,39% i 73,40%) u odnosu na skupinu A (72,79%). Masa svježih jaja skupine A bila je veća u odnosu na skupine C i D (51,64 g; 50,55 g i 50,46g). Najveću masu bjelanjka imala su jaja skupine C, dok su jaja skupine A imala veću masu žumanjka. Sve opisane razlike između skupina nisu bile statistički značajne (P>0,05), ali je utvrđena statistički značajno veća masa žumanjka kod jaja skupine A (17,17 g) u odnosu na skupine C i D (16,03 g i 15,99 g). Kod vrijednosti debljine i čvrstoće ljuske uočeno je da nema statistički značajnih razlika između ispitivanih skupina, ali su bolje vrijednosti uočene kod skupine D u odnosu na skupinu A.

Tablica 6. Utjecaj hranidbenih tretmana A,C i D na kvalitetu svježih jaja

Pokazatelji	**Tretmani**			**P vrijednost**
	A	C	D	
Indeks oblika, %	72,79	73,39	73,40	0,643
Masa jaja, g	51,64	50,55	50,46	0,436
Masa bjelanjka, g	27,92	28,03	27,65	0,895
Masa žumanjka, g	$17,17^{a}$	$16,03^{b}$	$15,99^{b}$	**<0,01**
Masa ljuske, g	6,55	6,51	6,37	0,621
Debljina ljuske, mm	0,379	0,395	0,388	0,321
Čvrstoća ljuske, kg/cm^2	2,945	3,244	3,353	0,127

A=komercijalna smjesa, C=kukuruz biofortificiran sa 10 g Se ha^{-1} ; D= kukuruz biofortificiran sa 20 g Se ha^{-1}
Eksponenti ^{a,b} iznad brojeva u redovima označavaju statističku značajnost na razini P<0,01

Na tablici 7 prikazan je utjecaj korištenih hranidbenih tretmana na kvalitetu jaja čuvanih u hladnjaku 28 dana. Rezultati ukazuju da nije bilo statistički značajnih razlika između ispitivanih skupina kod vrijednosti indeksa oblika, mase jaja, mase bjelanjka i

žumanjka, debljini i čvrstoći ljuske (P>0,05). Statistički značajno veću masu ljuske jaja imala je skupina A u odnosu na skupine C i D (A=6,77 g : C=6,39 g i D=6,40g; P=0,027). U rezultatima različitih znanstvenika navodi se da dodatak selena u hranu za nesilice nema utjecaja na unos hrane, proizvodnju i masu jaja (Patton i sur., 2000., Puthpongsiriporn i sur., 2001., Dvorska i sur., 2003., Jiakui i Xialong, 2004., Payne i sur., 2005., Mohiti-Asli i sur., 2008., Kralik i Grčević 2017.). Njihovi rezultati sukladni su našima. Scheideler i sur. (2010.) navode da razina selena ima utjecaja na masu jaja (P<0,02). Njihovi rezultati nisu sukladni našima.

Tablica 7. Utjecaj hranidbenih tretmana A,C i D na kvalitetu jaja čuvanih 28 dana na +4°C

Pokazatelji	**Tretmani**			**P vrijednost**
	A	C	D	
Indeks oblika, %	73,48	73,06	72,84	0,576
Masa jaja, g	50,71	49,73	49,70	0,523
Masa bjelanjka, g	26,79	26,93	26,41	0,757
Masa žumanjka, g	17,13	16,34	16,89	0,076
Masa ljuske, g	$6,77^{a}$	$6,39^{b}$	$6,40^{b}$	**0,027**
Debljina ljuske, mm	0,303	0,314	0,297	0,063
Čvrstoća ljuske, kg/cm^2	2,959	3,073	3,089	0,669

A=komercijalna smjesa, C=kukuruz biofortificiran sa10 g Se ha^{-1} ; D= kukuruz biofortificiran sa 20 g Se ha^{-1}
Eksponenti ^{a,b} iznad brojeva u redovima označavaju statističku značajnost na razini P<0,01

Na tablici 8.prikazan je utjecaj korištenog hranidbenog tretmana i vremena čuvanja na unutarnju kvalitetu jaja. Iz rezultata se može uočiti da je tretman imao utjecaja na pH bjelanjka (P=0,045), tretman i vrijeme čuvanja utjecali su na HJ i visinu bjelanjka. Utjecaj vremena čuvanja i interakcija utvrđena je kod pH žumanjka, dok su na vrijednosti boje žumanjka utjecali i tretman i vrijeme čuvanja i njihova interakcija. Vrijednosti pH žumanjak povećavale su se s vremenom čuvanja jaja. Tako su kod svježih jaja utvrđene manje vrijednosti pH žumanjaka kod sve tri skupine (A=6,08; C=6,02 i D=6,09) u odnosu na jaja čuvana 28 dana u hladnjaku (A=6,22; C=6,27 i D=6,26). Vrijednosti pH bjelanjaka bile su manje kod jaja tretmana C i D u odnosu na tretman A, kako kod svježih tako i kod čuvanih jaja. HJ bile su veće kod skupina u koje je dodan biofortificirani kukuruz u odnosu na kontrolnu skupinu. U skupinama C i D vrijednosti HJ bile su bolje i kod čuvanih jaja. Također se može naglasiti da je trend smanjenja vrijednosti HJ tijekom čuvanja jaja bio manji kod C i D skupina u odnosu na skupinu A. S obzirom da vrijednosti HJ ovise i o vrijednostima visine bjelanjka one su se kretale sukladno HJ.

Tablica 8. Utjecaj hranidbenih tretmana i vremena čuvanja na kvalitetu jaja skupina A,C i D

Tretman	Vrijeme čuvanja	pH žumanjak	pH bjelanjka	HJ	Visina bjelanjak (mm)	Boja žumanjka
A	2 dana	6,08^{b}	8,98^{abc}	65,76^{ab}	4,54a^{b}	12,04^{a}
C	2 dana	6,02^{c}	8,89^{c}	67,94^{ab}	4,36^{bc}	11,00^{c}
D	2 dana	6,09^{b}	8,92^{abc}	69,56^{a}	4,95^{a}	11,44^{bc}
A	28 dana	6,22^{a}	9,04^{a}	60,20^{c}	3,99^{c}	11,96^{ab}
C	28 dana	6,27^{a}	8,93^{bc}	63,53^{bc}	4,06^{c}	11,76^{ab}
D	28 dana	6,26^{a}	9,01^{ab}	66,32^{ab}	4,35^{bc}	12,32^{a}
SEM		0,019	0,037	1,735	0,162	0,205
Utjecaj/P vrijednost						
Tretman		0,326	**0,045**	**0,018**	**0,015**	**0,007**
Vrijeme čuvanja		**<0,001**	0,0581	**0,002**	**<0,001**	**0,002**
Interakcija		**0,019**	0,782	0,800	0,631	**0,042**

A=komercijalna smjesa, C=kukuruz biofortificiran sa10 g Se ha^{-1} ; D= kukuruz biofortificiran sa 20 g Se ha^{-1}
Eksponenti ^{a,b,c} iznad brojeva u stupcima označavaju statističku značajnost na razini P<0,05, P<0,01 i P<0,001

Visina bjelanjka bila je najveća kod D skupine koja je imala i najveće vrijednosti HJ, kako kod svježih tako i kod čuvanih jaja (4,95 mm i 4,35 mm). Sve navedeno ukazuje da je smjesa s višom razinom selena imala utjecaja na kvalitetu jajima ove skupine. Selen je antioksidant te je oksidacija tvari u ovim jajima bila manje intenzivna u odnosu na skupine C i A. Boja žumanjka najintenzivnija je bila kod jaja D skupine čuvanih 28 dana u hladnjaku (12,32), a najmanja kod svježih jaja C skupine (11,00).

Jaje je vrlo kvarljiva hrana, a kvaliteta se može značajno smanjiti za vrijeme skladištenja-čuvanja. Na kvalitetu jaja mogu utjecati uvjeti okoline, temperatura, vlažnost i vrijeme čuvanja. Unutarnja kvaliteta jaja obično se procjenjuje pomoću mjerenja visine bjelanjka ili HJ. Oba su parametra povezana s uvjetima skladištenja jaja u policama supermarketa. Iako je skladištenje jaja (način i vrijeme) u trgovinama propisano Pravilnikom, potrebno je očekivati neke promjene u unutarnjim karakteristikama jaja. Promjene su prvenstveno vezane za gubitak vode i ugljičnog dioksida što uzrokuje povećanje pH vrijednosti u jestivom djelu jajeta (Decuypere i sur., 2001.). Kvaliteta bjelanjka neizravno je povezana s količinom izgubljenog ugljičnog dioksida od trenutka nesenja jaja (Wakebe, 1998.). Difuzijom ugljičnog dioksida kroz poroznu ljusku jaja povećava se pH (Williams, 1992.; Brake i sur., 1997.; Silversides i Scott, 2001.), što rezultira disocijacijom dvaju proteina (lisozoma i ovomucina) u bjelanjku koji su

odgovorni za njegovu viskoznost (Williams, 1992). Bjelanjak postaje vodenast, smanjuje se visina bjelanjka i HJ. Navedene činjenice uočljive su i u rezultatima našeg istraživanja.

Povećanje vrijednosti boje žumanjka nije neuobičajena pojava. Razlog tome je što radi smanjenja vlage u jajetu dolazi do veće koncentracije pigmenata. Pretpostavka je daseprolaskom proteina iz bjelanjka u žumanjak, utječe na intenzitet boje žumanjka Yadgary i sur. (2010.) i Sauveur (1993.). Pereira (2009.) navodi da se kod jaja čuvanih u hladnjaku može održati izvorna boja, slična boji koja je izmjerena kod svježeg žumanjka. U istraživanju o kvalitete jaja Kralik i Grčević (2017.) također navode intenzivniju boju žumanjka kod jaja nesilica koje su konzumirale hranu s većom razinom selena, što je sukladno našim rezultatima.

Utjecaj hranidbenih tretmana i dijela jajeta na sadržaj cinka u bjelanjcima i žumanjcima jaja prikazan je u tablici 9. Iz rezultata je vidljivo da korišteni hranidbeni tretman, dio jajeta i njihova interakcija imaju statistički značajan utjecaj na sadržaj cinka u jajetu (P <0,001). Veći sadržaj cinka utvrđen je u bjelanjcima tretmana A (0,2217 mg/kg) u odnosu na tretman B (0,1597 mg/kg), ali razlike nisu bile statistički značajne. Kod sadržaja cinka u žumanjcima statistički značajno veći sadržaj cinka utvrđen kod skupine B (29,087 mg/kg) u usporedbi s skupinom A (24,917 mg/kg). Iz rezultata je vidljivo da je sadržaj cinka veći u žumanjcima u odnosu na bjelanjke jaja, što je slučaj i kod ostalih mikroelemenata koji se dodaju u hranu peradi.

Tablica 9. Utjecaj hranidbenog tretmana i djela jajeta na sadržaj cinka u jajetu

Tretman	**Dio jajeta**	**Sadržaj Zn mg/kg**
A	bjelanjak	$0,2217^{c}$
B	bjelanjak	$0,1597^{c}$
A	žumanjak	$24,917^{b}$
B	žumanjak	$29,087^{a}$
SEM	0,5448	
Utjecaj/P vrijednost		
Tretman	**<0,001**	
Dio jajeta	**<0,001**	
Interakcija	**<0,001**	

A=komercijalna smjesa, B=kukuruz biofortificiran sa 2 kg Zn ha^{-1}
Eksponenti ^{a,b,c} iznad brojeva u stupcima označavaju statističku značajnost na razini P<0,001

Na tablici 10 prikazan je utjecaj hranidbenog tretmana, dijela jajeta i njihove interakcije na sadržaj selena u bjelanjcima odnosno žumanjcima jaja. Rezultati ukazuju da

je sadržaj selena veći u žumanjcima jaja u odnosu na bjelanjke u svim pokusnim skupinama. Nadalje, uočljivo je da hranidbeni tretman utječe na sadržaj selena u jajima, točnije s povećanjem razine selena u hrani povećava se njegov sadržaj u jajima. Tako je skupina D imala statistički značajno veći sadržaj selena u žumanjcima i bjelanjcima jaja u odnosu na skupine C i A (P<0,001). Sadržaj selena u skupinama A i C bio je prilično ujednačen, razlog tome je što su nesilice skupine A konzumirale komercijalnu smjesu za nesilice koja prema preporukama treba sadržati 0,15 mg/kg selena (u smjesi utvrđeno 0,2115 mg/kg), a kod C skupine biofortifikacijom je postignuto 0,201 mg/kg selena.

Tablica 10. Utjecaj hranidbenog tretmana i djela jajeta na sadržaj selena u jajetu

Tretman	**Dio jajeta**	**Sadržaj Se mg/kg**
A	bjelanjak	$0,0832^{d}$
	žumanjak	$0,4741^{b}$
C	bjelanjak	$0,1344^{d}$
	žumanjak	$0,4696^{b}$
D	bjelanjak	$0,2599^{c}$
	žumanjak	$0,7157^{a}$
SEM	0,0185	
Utjecaj/P vrijednost		
Tretman	**<0,001**	
Dio jajeta	**<0,001**	
Interakcija	**<0,007**	

A=komercijalna smjesa, C=kukuruz biofortificiran s10 g Se ha^{-1} ; D= kukuruz biofortificiran s 20 g Se ha^{-1}
Eksponenti ^{a,b,c,d} iznad brojeva u stupcima označavaju statističku značajnost na razini P<0,001

Na tablici 11. prikazan je utjecaj hranidbenih tretmana na sadržaj selena u jestivom dijelu jajeta (žumanjcima i bjelanjcima). Iz rezultata je uočljivo da su korišteni hranidbeni tretmani imali utjecaja na sadržaj selena u bjelanjcima i žumanjcima jaja (P<0,001).

Tablica 11. Utjecaj hranidbenih tretmana na sadržaj selena u jestivom djelu jajeta (mg/kg)

Dio jaja	**Tretmani**			**P vrijednost**
	A	C	D	
Bjelanjak	$0,0832^{c}$	$0,1344^{b}$	$0,2599^{a}$	**<0,001**
Žumanjak	$0,4741^{b}$	$0,4696^{b}$	$0,7157^{a}$	**<0,001**

A=komercijalna smjesa, C=kukuruz biofortificiran s 10 g Se ha^{-1} ; D= kukuruz biofortificiran s 20 g Se ha^{-1}
Eksponenti ^{a,b,c} iznad brojeva u redovima označavaju statističku značajnost na razini P<0,001

Sadržaj selena u bjelanjcima bio je statistički značajno veći u skupini D (0,2599 mg/kg) u odnosu na skupinu C (0,1344 mg/kg) i skupinu A (0,0832 mg/kg). Kod žumanjka

je također utvrđen najveći sadržaj selena kod jaja skupine D (0,7157 mg/kg) u donosu na skupine C i A (0,04696 mg/kg i 0,4741 mg/kg).

Surai i Sparks (2001.) u radu koji govori o proizvodnji dizajniranih jaja, navode da je dodatak od 0,2 ppm i 0,4 ppm organskog selena u hranu za nesilice rezultiralo s četiri i osam puta većim sadržajem Se u bjelanjku, u usporedbi s jajima podrijetlom od kokoši hranjenih komercijalnom smjesom (bjelanjak: A= 50,7ng / g B= 193,7ng / g i C= 403,7ng / g). Nadalje, navode da je i u žumanjku sadržaj selena bio povećan i to s 298,3ng /g u kontrolnoj skupini na 605,3ng/g u skupini B i 854,0 ng/g u skupini C. Kenyon i sur. (2003.) navode da se dodatkom 0,2ppmorganskog selena u hranu za nesilice utječe na povećanje sadržaja selena u bjelanjcima i žumanjcima jaja. Slična zapažanja ističu u svojim rezultatima istraživanja Yaroshenko i sur. (2003.). Navedeni autori ističu da je dodatak od 0,4 ppm organskog selena u hranu nesilica utjecao na bolju svježinu jaja, kao i povećan sadržaj selena u jajima. Rezultati naših istraživanja također pokazuju trend povećanja sadržaja selena u bjelanjcima i žumanjcima jaja kokoši koje su konzumirale hranu s većom razinom selena .Utjecaj razine selena u hrani na razinu selena u jestivom djelu jajeta ističu Gajčević i sur. (2009.).

4. ZAKLJUČAK

Iz prikazanih rezultata istraživanja može se zaključiti da je korištenje biofortificiranog kukuruza mikroelementom selenom u hranidbi peradi pozitivno djelovalo na kvalitetu jaja. Kod skupina C i D u odnosu na skupinu A utvrđene su statistički značajno veće vrijednosti HJ, visine bjelanjka, boje žumanjka ($P<0,05$) i povoljnije vrijednosti pH bjelanjaka i pH žumanjaka ($P<0,05$). Također je kod hranidbenih tretmana C i D utvrđen veći sadržaj selena u jestivom djelu jajeta ($P<0,001$). Pokazatelji kvalitete jaja i sadržaja cinka nisu pokazali negativan efekt kod pokazatelja kvalitete jaja. Međutim iz rezultata je uočljivo da se tijekom biofortifikacije kukuruza nije postigla razina cinka u zrnu koja bi bila dostatna za obogaćivanje jaja ovim mikroelementom.

Rezultati ovih istraživanja pokazuju mogućnost uporabe biofortificiranih žitarica u hranidbi peradi kao alternativnog izvora mikroelemenata koji se dodaju u smjese u obliku premiksa.

5. POPIS LITERATURE

1. Brake, J., Walsh T.J., Benton Jr. C.E., PetitteJ.N., Meijerhof R., Penalva G. (1997.): Egg handling and storage. Poultry Science. 76:144-151.
2. Cruz, V.C., FernandezI.B. (2011.): Effect of Organic Selenium and Zinc on the Performance and Egg Quality of Japanese Quails. Brazilian Journal of Poultry Science. 13(2): 91-95.
3. Davidowski, L. (1993.): Perkin Elmer ICP Application Study Number 67.
4. Decuypere, E., Tona, K., Bruggeman, V., Bamelis, F. (2001.): The day-old chick: A crucial hinge between breeders and broilers. World's Poultry Science Journal.57:127-139.
5. Dvorska, J.E., Yaroshenko, F.A., Surai, P.F., Sparks, N.H.C. (2003): Selenium-enriched eggs: quality evaluation. Pp. 23-24. in Proc. 14th European Symp. Poult. Nutr. Lillehammer, Norway.
6. Gajčević, Z., Kralik G., Has-Schon E., Pavić, V. (2009.): Effects of organic selenium supplemented to layer diet on table egg freshness and selenium content. Italian Journal of Animal Science, 8(2):189-199.
7. Hrvatska poljoprivredna agencija (2016.): Godišnje izvješće. http://www.hpa.hr/godisnja-izvjesca/ (pristupljeno: 30.6.2017.)
8. https://agroplus.rs/agroplus/wp-content/uploads/2011/01/1-Vesti175-1.jpg (pristupljeno: 30.6.2017.)
9. Ibs, K.H., Rink, L. (2003.): Zinc-altered immune function. The Journal of Nutrition, 133 (5): 1452S-1456S.
10. Janječić, Z., Mužić S., Herak-Perković V. (2007.): Proizvodnost kokoši hrvatica. Praxis veterinaria. 55 (3) 115-122.
11. Jiakui, L. Xiaolong, W. (2004.): Effect of dietary organic versus inorganic seleniumin laying hens on the productivity, selenium distribution in egg and selenium contentin blood, liver and kidney. J. Trace Elem. Med. Bio. 18, 65-68.
12. Kenyon, S., Spring, P., Tucker, L. (2003.): Egg selenium Concentrations in breeder hens fed diets with selenium derived from different sources. pp 1060-1063 in Proc. 16th Eur. Symp. on the Quality of Egg Poultry Meat and 10th Eur. Symp. on the Quality of Egg and Egg Products, Saint Brieuc, France.
13. Kralik Z., Grčević M. (2017.): Kvaliteta jaja kokoši hrvatice hranjenih smjesama s biofortificiranim kukuruzom. Zbornik „Peradarski dani 2017.“ (urednica Mirta

Balenović) Zagreb: Hrvatski veterinarski institut, Centar za peradarstvo, pp. :151-155.

14. Kralik, G., Has-Schön, E., Kralik, D., Šperanda M. (2008.): Peradarstvo biološki i zootehnički principi. Sveučilišni udžbenik, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
15. Leko, M. (2016.): Alternativna proizvodnja jaja na obiteljskim gospodarstvima. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
16. Mohiti-Asli, M., Shariatmadari, F., Lotfollahian, H., Mazuji, M.T. (2008.): Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acids composition during storage. Canadian J. Anim. Sci. 88, 475-483.
17. Panda, P. C. (1996.): Shape and Texture. In Text book on Egg and Poultry Technology. First Edition, New Delhi, India.
18. Patton, N.D., Cantor, A.H., Pescatore, A.J., Ford, M.J. (2000.): Effect of dietary selenium source, level of inclusion and length of storage on internal quality and shell strength of eggs. Poult. Sci. 79, 75-116.
19. Payne, R.L., Lavergne, T.K., Southern, L.L. (2005): Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg Se concentration. Poult. Sci. 84, 232-237.
20. Pereira, A.L.F. (2009.): Efeito da nutrição vitamínica e mineral no desempenho e resposta imune de poedeiras comerciais. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Centro de CiênciasAgrárias - UniversidadeFederal do Ceará. Fortaleza.
21. Posavi M., Ernoić M., Ozimec R., Poljak F. (2002.): Hrvatske pasmine domaćih životinja. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb.
22. Posavi, M., Ernoić, M., Ozimec, R., Poljak, F. (2004.): Enciklopedija hrvatskih domaćih životinja. Katarina Zrinski, Varaždin.
23. Pravilnik o kakvoći jaja (N.N br. 115/06 i N.N br. 76/08)
24. Puthpongsiriporn, U., Scheideler, S.E., Shell, J.L., Beck, M.M. (2001.): Effect of vitamin E and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. Poult. Sci. 80, 1190-1200.

25. Sautter, C., Poletti, S., Zhang, P., Gruissem, W. (2006.): Biofortification of essential nutritional compounds and trace elements in rice and cassava. Proc. Nutr. Soc. 65(2):153–159.
26. Sauveur B. (1993.): El huevo para consumo:basesproductivas. Barcelona: Mundi-Prensa.. 401p.
27. Scheideler, S. E., Weber, P., Monsalve, D. (2010.): Supplemental vitamin E and selenium effects on egg production, egg quality, and egg deposition of α-tocopherol and selenium. Appl. Poult. Res. 19:354–360.
28. Silversides, F.G., Scott, T.A. (2001.): Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. Poultry Science. 80:1240-1245.
29. Statistica for Windows version 12.0 (StatSoftInc., 2013.)
30. Surai, P.F., Sparks N.H.C., (2001.): Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. Trends Food Sci. Tech. 12:7-16.
31. Theron, H., Venter, P., Lues, J.F.R. (2003.): Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. Food Research International. 36 (9-10): 969-975.
32. Wakebe M. (1998.): Organic selenium and egg freshness. Patent # 10-23864. Feed for meat chickens and feed for laying hens. Japanese Patent Office, Application Heisei 8-179629.
33. Williams, K.C. (1992.): Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. World's Poultry Science Journal. 48:5-16.
34. Yadgary, L., Cahane,r A., Kedar, O., Uni, Z.(2010.): Yolk sac nutrient composition and fat uptake in late-term embryos in eggs from young and old broiler breeder hens. Poultry Science. 89(11): 2441-2452.
35. Yaroshenko, F.A., Dvorska, J.E., Surai, P.F., Sparks, N.H.C. (2003.): Selenium/ vitamin E enriched eggs: nutritional quality and stability during storage. CD-Rom Poster presented 19thAnnual Symp. on Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Lexington, KI, USA.