



Hrvatsko biološko društvo
Societas biologorum croatica

Istraživački rad za natjecanje iz biologije

ožujak, 2014.

3. razred

**Učenici: Josipa Čonkaš
Josip Mihalac**

**Mentor: Mišo Rašan
Srednja škola Prelog**

PROMJENE FIZIKALNIH SVOJSTAVA JAJA U RAZLIČITIM UVJETIMA SKLADIŠTENJA



Agencija za odgoj i obrazovanje

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OBRAZLOŽENJE TEME	2
3. MATERIJAL I METODE RADA.....	3
4. REZULTATI.....	6
5. RASPRAVA	15
6. ZAKLJUČCI	18
7. SAŽETAK	19
8. POPIS LITERATURE.....	19

1. UVOD

Jaja kao prehrambeni proizvod imaju nezamjenjivu hranjivu vrijednost. Samo jedno jaje osigurava od 4,5-6 g bjelančevina, a najviše ih se nalazi u bjelanjku koji se smatra idealnim izvorom bjelančevina jer sadrži sve esencijalne aminokiseline u pravim omjerima (Kaić Rak i Antonić Degač, 1998.). Kada govorimo o kvaliteti jaja, čimbenici koji utječu na smanjenje kvalitete jaja tijekom skladištenja su vrijeme, temperatura i vlažnost zraka. Jaje je građeno od ljuske, bjelanjka i žumanjka. Ljuska služi kao zaštita osjetljivim dijelovima jaja od vanjskih utjecaja, no uz to omogućuje prijenos topline te izmjenu plinova. Ljuska je građena uglavnom od kalcijeva karbonata, čvrsta je i porozna. Debljina ljuske u prosjeku iznosi oko 0,35 mm (Trpčić i sur., 2010.). Kvaliteta ljuske ovisi o više čimbenika koji mogu biti genetski ili paragenetski. Najčešći utjecaj na kvalitetu ljuske jaja ima starost nesilica, hibrid, pasmina ili soj, mitarenje, hranidba, stres, bolest i sustav držanja (Roberts, 2004.). Na vanjskoj površini svježih jaja nalazi se amnionska kutikula potkožica koja prekriva ljusku i pore. Taj sloj čini prvu liniju obrane jajeta protiv različitih vanjskih patogena. Nekoliko minuta nakon nesjenja jaja kutikula je vlažna i nema ulogu u sprječavanju prodiranja bakterija kroz pore (Miyamoto i sur., 1998.). Sljedeća fizička barijera je membrana koja odvaja bjelanjak od ljuske, a građena je od tri sloja: unutarnje membrane, vanjske membrane i limitirajuće membrane. Zajedničko svojstvo unutarnje i vanjske membrane je da su građene od nasumično usmjerenih vlakana. Građa tih membrana izrazito je važna jer membrane imaju važnu ulogu u prolaznosti bakterija do žumanjka i bjelanjka. Odvajanjem unutarnje i vanjske membrane na širem vrhu jaja nastaje zračna komora koja se povećava starenjem jaja zbog isparavanja vode iz sadržaja jaja. Visina zračne komore proporcionalno se povećava za 0,32 mm dnevno (Hadžiosmanović i Pavičić, 1998.). Bjelanjak jajeta sadrži 87 % vode, 12 % bjelančevina, 0,5 % ugljikohidrata, 0,5 % mineralnih tvari te lipide u tragovima. Žumanjak se sastoji od 48 % vode, 16 % bjelančevina, 33 % masti, 1 % ugljikohidrata i 1 % mineralnih tvari. Jaja su također bogata vitaminom A i vitaminom D, a od minerala sadrže željezo, kalcij, fosfor, jod, cink, kobalt, selen i dr. (Maver i Matasović, 1998.). Glavni kriteriji za kvalitetno razvrstavanje konzumnih jaja za tržište je masa. Prema Pravilniku o kakvoći jaja (N.N. 115/06 i 76/08), jaja se klasiraju na jaja "A" klase ili svježja jaja te jaja "B" klase namijenjena industrijskoj proizvodnji. Kvaliteta jaja povezana je s fizikalnim, funkcionalnim, higijenskim, hranidbenim i kemijskim promjenama. Neke od tih

promjena očituju se smanjenjem mase bjelanjka, povećanjem pH vrijednosti, slabljenjem i rastezanjem vitelinske membrane, povećanjem tekućeg dijela žumanjka, gubitkom vitamina itd. U skladu s tim, a prema Pravilniku o kakvoći jaja (N.N. 115/06 i 76/08) u RH, jaja bi trebala biti prodana i upotrijebljena u roku od 28 dana nakon nesenja. Svježinu jaja možemo odrediti denzimetrijom i prosvjetljavanjem. Denzimetrijska metoda je metoda potapanja jaja u 12-postotnu otopinu kuhinjske soli, pri čemu svježije jaje tone, ono staro 2 dana lebdi bliže dnu posude, s 4 dana je bliže vrhu posude, dok jaje staro 15 dana pliva na površini (Hadžiosmanović i Pavičić, 1998.). Pomoću metode prosvjetljavanja moguće je odrediti visinu zračne komore te promjenu tog istog pokazatelja kroz određeno vrijeme.

2. OBRAZLOŽENJE TEME

U našem narodu je uvriježeno mišljenje kako su tradicionalni načini proizvodnje hrane na malo prirodniji i kvalitetniji u odnosu na industrijsku proizvodnju na veliko. Budući da su na prehrambenim artiklima u trgovinama nedostatne zabilješke na deklaracijama o načinu proizvodnje hrane, pogotovo hrane uvezene iz drugih država, stanovništvo je potaknuto na pažljiviji odabir namirnica za osobnu prehranu. Isto tako, pri kupnji jaja za osobnu potrošnju stanovništvo smatra da su jaja dobivena od kokoši u seoskim domaćinstvima kvalitetnija od jaja proizvedenih na konvencionalan način. Kokoši se u seoskim domaćinstvima uglavnom uzgajaju na otvorenom, hrane se raznovrsnom hranom i imaju mogućnost ispaše na zelenim površinama. Proučavanjem literature i potaknuti stalnim polemikama što je bolje „free range“ ili kavezni uzgoj, odlučili smo napraviti istraživanje o usporedbi kvalitete jaja dobivenih tradicionalnim načinom držanja nesilica u seoskim domaćinstvima („free range“) u odnosu na jaja proizvedena na konvencionalan način (kavezni uzgoj).

Nadalje, cilj našeg istraživanja bio je usporediti određene fizikalne pokazatelje kvalitete jaja koja su skladištena na različitim temperaturama (temperatura hladnjaka odnosno sobna temperatura) uz različit način skladištenja (kartonska ambalaža odnosno kukuruz). Isto tako, htjeli smo provjeriti jesu li naše bake i djedovi bili u pravu, tj. jesu li nekada doista očuvali fizikalne pokazatelje kvalitete jaja na duže vrijeme skladištenjem u kukuruzu ili nekim drugim žitaricama. Tijekom istraživanja bilježeni su

sljedeći pokazatelji: masa jaja, visina zračne komore, masa ljuske, uzgon u 12-postotnoj vodenoj otopini NaCl, boja žumanjka te indeks oblika jaja.

Pretpostavljamo da će jaja proizvedena na konvencionalan način imati manji raspon određivanih fizikalnih pokazatelja u odnosu na jaja dobivena iz „free range“ sustava držanja nesilica. Razlog tome su optimalni uvjeti držanja i hranidbe nesilica u konvencionalnoj proizvodnji jaja. Također pretpostavljamo kako će promjene određivanih fizikalnih pokazatelja biti veće pri tradicionalnom načinu skladištenja u usporedbi s skladištenjem hladnjaku.

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Korišteni materijali

Za istraživanje je potreban sljedeći materijal: svjetiljka, pomično mjerilo, kuhinjska vaga marke Vivax, termometar, platnene vreće, kartonske kutije za jaja s poklopcem, fotoaparat marke Sony, hladnjak marke BEKO, papir, olovka, hibrid kukuruza BC Pajdaš i BC 572 proizvodnje 2012. i 2013. godine, 36 jaja dobivena od domaćih kokoši pasmine hrvatica, 36 jaja dobivena od kokoši hibrida Lohmann Brown iz kaveznog uzgoja, DSM skala za određivanje boje žumanjka, gumene rukavice, marker za označavanje jaja i metar.

3.2. Metode

U svrhu istraživanja bilo je potrebno izraditi osam vreća veličine 50 x 35 cm. U listopadu 2013. godine započeto je prikupljanje jaja dobivenih od domaćih kokoši pasmine hrvatica, obitelji Čonkaš iz Otoka te je uzorkovanje tih jaja, kao i jaja dobivenih od kokoši hibrida iz kaveznog uzgoja OPG-a Vuk iz Čehovca trajalo do studenog 2013. godine. Jaja su prikupljena po principu slučajnosti.

Nakon odabira jaja za skladištenje, napunjene su dvije platnene vreće kukuruzom do pola. U jednoj vreći se nalazio kukuruz proizvodnje 2012., a u drugoj vreći kukuruz proizvodnje 2013. Zatim je u svaku vreću stavljeno šest jaja čiji pokazatelji (masa jaja i visina zračne komore) su prethodno određeni. Nakon toga šest jaja je stavljeno u kartonsku kutiju te je zajedno s vrećama sve odloženo na policu.

Najprije je napunjena jedna platnena vreća kukuruzom proizvodnje 2012. do pola, a zatim druga platnena vreća kukuruzom proizvodnje 2013., također do pola. U svaku od tih vreća stavljeno je šest jaja kojima su već ranije određeni fizikalni parametri (masa

jaja i visina zračne komore). Nakon toga šest jaja je stavljeno u kartonsku kutiju te zajedno s vrećama sve odloženo u hladnjak. Isto tako, jaja su prije prvog stavljanja u vreću ili u kutiju bila označena brojevima od 1 do 6 kako bismo mogli razlikovati jaja prilikom sljedećih mjerenja. Važno je napomenuti da su prilikom svakog mjerenja ili nekog drugog kontakta s uzorkovanim jajima korištene gumene rukavice.

Prilikom izrade grafičkih prikaza jaja dobivena od hibrida Lohmann Brown označena su kraticom L, a jaja dobivena od kokoši hrvaticice kraticom H. Hladnjak je također označen kraticom H, a sobna temperatura kraticom S. Kukuruz proizveden 2013. označen je kraticom K1, kukuruz proizveden 2012. kraticom K2, a kutija za jaja kraticom K3 (tablica 1).

Tablica 1. Označavanje uzoraka jaja

LHK1	jaja hibrida kokoši Lohmann Brown skladištena u hladnjaku u kukuruзу proizvodnje 2012.
HHK1	jaja pasmine kokoši hrvatica skladištena u hladnjaku u kukuruзу proizvodnje 2012.
LHK2	jaja hibrida kokoši Lohmann Brown skladištena u hladnjaku u kukuruзу proizvodnje 2013.
HHK2	jaja pasmine kokoši hrvatica skladištena u hladnjaku u kukuruзу proizvodnje 2013.
LHK3	jaja hibrida kokoši Lohmann Brown skladištena u hladnjaku u kutiji
HHK3	jaja pasmine kokoši hrvatica skladištena u hladnjaku u kutiji
LSK1	jaja hibrida kokoši Lohmann Brown skladištena na sobnoj temperaturi u kukuruзу proizvodnje 2012.
HSK1	jaja pasmine kokoši hrvatica skladištena na sobnoj temperaturi u kukuruзу proizvodnje 2012.
LSK2	jaja hibrida kokoši Lohmann Brown skladištena na sobnoj temperaturi u kukuruзу proizvodnje 2013.
HSK2	jaja pasmine kokoši hrvatica skladištena na sobnoj temperaturi u kukuruзу proizvodnje 2013.
LSK3	jaja hibrida kokoši Lohmann Brown skladištena na sobnoj temperaturi u kutiji
HSK3	jaja pasmine kokoši hrvatica skladištena na sobnoj temperaturi u kutiji

Masa jaja mjerena je svaka dva dana pomoću digitalne kuhinjske vage marke Vivax, koja je najprije ujednačena s nulom te su zatim očitani dobiveni rezultati. Mjerena je masa šest uzoraka iz kojih je izračunata prosječna vrijednost. Visina zračne komore određivana je tako da se najprije pomoću svjetiljke osvijetlilo jaje na dijelu na kojem se nalazi zračna komora te je zatim pomoću pomičnog mjerila određena visina

zračne komore (slika 1.). Podaci su također bilježeni svaka dva dana. Nakon svakog mjerenja izračunata je prosječna vrijednost.



Slika 1. Mjerenje visine zračne komore

Boja žumanjka određena je pomoću DSM Yolk Color Fan skale (slika 3.) za određivanje boje žumanjka, a masa ljuske određena je pomoću digitalne kuhinjske vage. Jaja su najprije polupana te se izmjerila masa ljuske, zatim i boja žumanjka.

Nasumično su odabrana tri jaja koja su stavljena u pripremljenu 12-postotnu vodenu otopinu NaCl (slika 4.) kako bismo odredili uzgon svakog pojedinog jaja. Nakon ubacivanja jaja u prozirnu posudu zabilježena je visina na kojoj se nalazio donji vrh jaja.

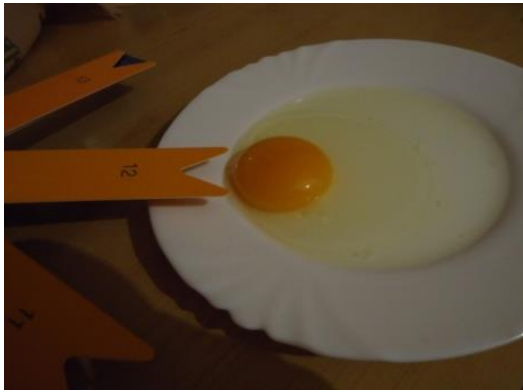
Dužina i širina jaja mjerena je pomičnim mjerilom kako bi izračunali indeks oblika jaja. Indeks oblika jaja se računa prema formuli (Panda, 1996.):

$$\text{Indeks oblika jaja} = \text{širina jaja} / \text{dužina jaja} \times 100$$

Prilikom skladištenja jaja određivana je temperatura u prostoriji u kojoj su se nalazila jaja te u hladnjaku pomoću digitalnog termometra.

Prije skladištenja jaja u kukuruza, posjećena je sušara Agromeđimurje u Donjem Kraljevcu gdje je izmjerena vlaga kukuruza proizvodnje 2012. i 2013. godine. Vlaga kukuruza mjerena je pomoću vlagomjera za žitarice marke Dickey - John GAC 2100. Mjerenje je napravljeno tri puta, očitana je vlaga, temperatura i hektolitarska težina te je zatim izračunata prosječna vrijednost.

Sve izračunate prosječne vrijednosti mjerenja su unesene u Microsoft office excell 2007 u kojem su izređeni grafički prikazi.



Slika 3. Određivanje boje žumanjka

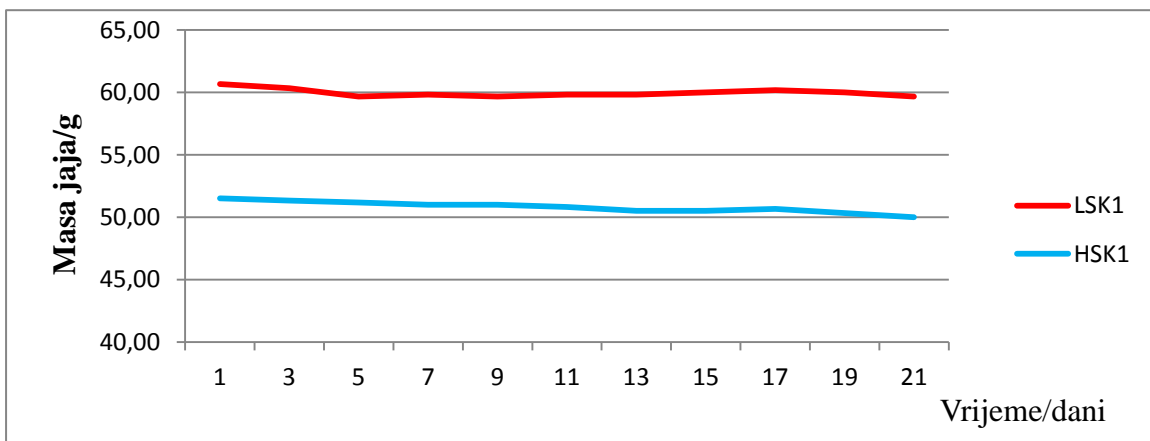


Slika 4. Uzgon u 12% otopini NaCl

4. REZULTATI

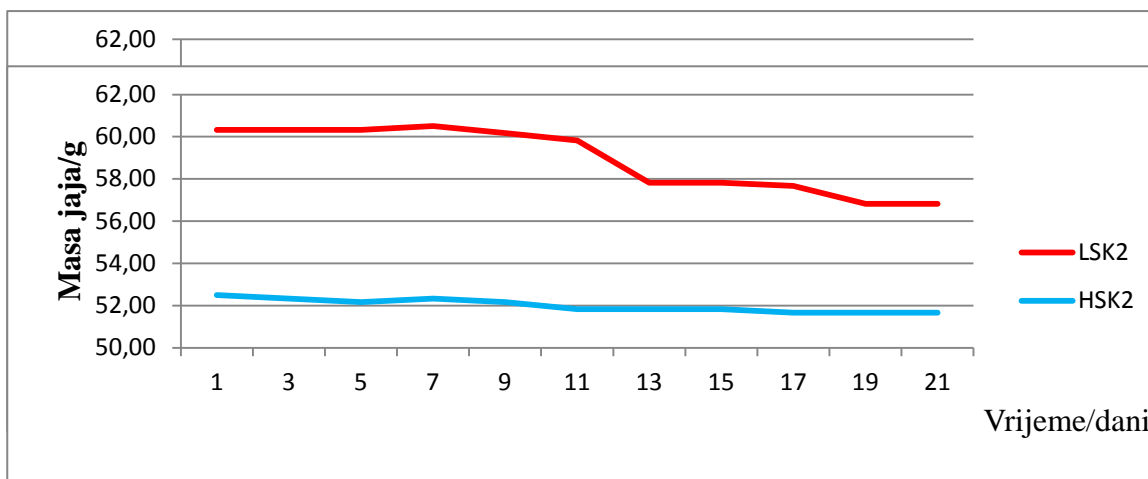
Prosječne vrijednosti rezultata mjerenja promjene mase jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja prikazane su na slici 6. Jaja su skladištena od 23. listopada do 12. studenog 2013. godine. Sobna temperatura tijekom skladištenja jaja kretala se od 22°C do 23°C, a vrijednost vlage kukuruza proizvodnje 2012. je iznosila 16,8%.

Iz slike 6. vidljivo je da se masa jaja tijekom skladištenja u kukuruzu na sobnoj temperaturi smanjuje. Utvrđena masa jaja kod hibrida Lohmann Brown prvog dana u prosjeku je iznosila 62 g, dok nakon 21. dana skladištenja utvrđena masa jaja bila 58,50 g, odnosno utvrđeno je smanjenje mase za 5,64%. Prosječna masa jaja pasmine hrvaticice prvog dana je iznosila 51,50 g, a nakon 21. dana 50 g, dakle došlo je do smanjenja mase za 2,93%.



Slika 6. Promjene mase jaja tijekom skladištenja

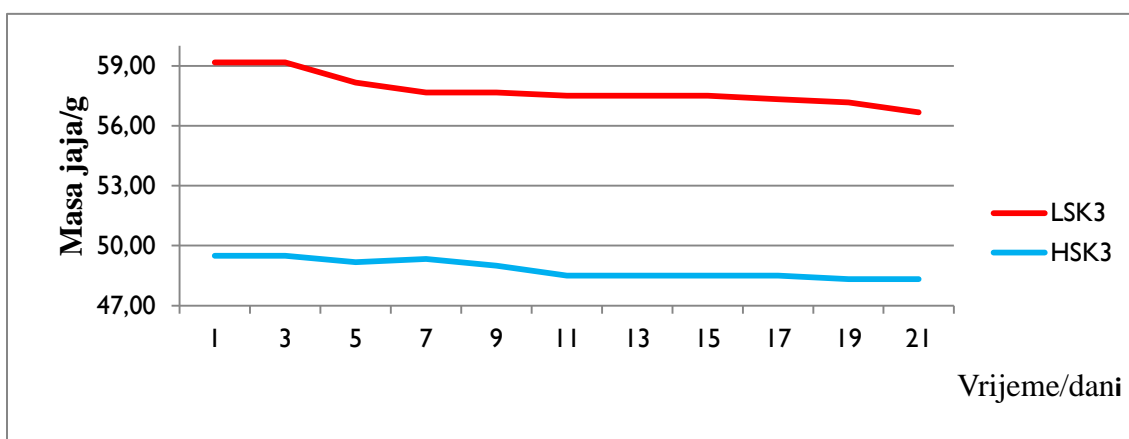
Promjene mase jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja prikazane su grafički na slici 7. Jaja su skladištena su od 23. listopada do 12. studenog 2013. godine. Sobna temperatura tijekom skladištenja jaja kretala se od 22 °C do 23 °C, a vrijednost vlage kukuruza proizvodnje 2013. tijekom skladištenja je iznosila 28,9%.



Slika7. Promjene mase jaja tijekom skladištenja

Prilikom skladištenja jaja u kukuruza, masa jaja je opadala, što vidimo iz slike 7. Početna masa jaja kod hibrida Lohmann Brown u prosjeku je iznosila 60,33 g, a nakon 21. dana ona je pala na 56,83 g, tj., došlo je do smanjenja mase od 5,8%. Masa jaja pasmine hrvatica prvog dana je iznosila 52,50 g, a 21. dana u prosjeku 51,67 g te smanjenje mase iznosi 1,62%.

Na slici 8. prikazane su prosječne vrijednosti promjene mase jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja jaja 21 dan u kartonskim kutijama na sobnoj temperaturi.

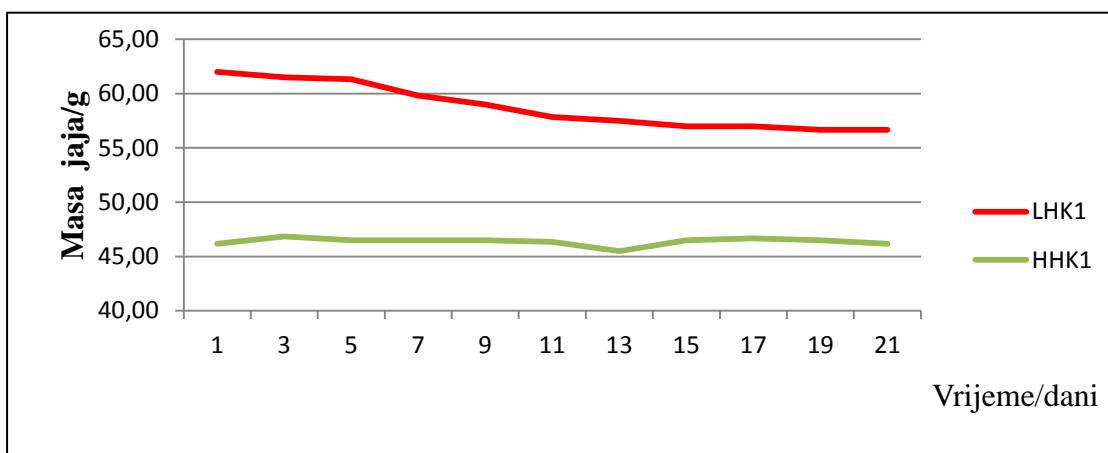


Slika 8. Promjene mase jaja tijekom skladištenja

Iz slike 8. vidimo smanjenje mase jaja prilikom skladištenja na sobnoj temperaturi u kartonskoj kutiji. Kod jaja hibrida L. Brown došlo je do smanjenja mase za 4,22% pošto je prvog dana prosječna masa jaja iznosila 59,17 g, a posljednjeg dana 56,67 g. Masa jaja pasmine hrvatica je u prosjeku prvog dana iznosila 49,50 g, a 21. dana 48,33 g te je došlo do smanjenja od 2,36%.

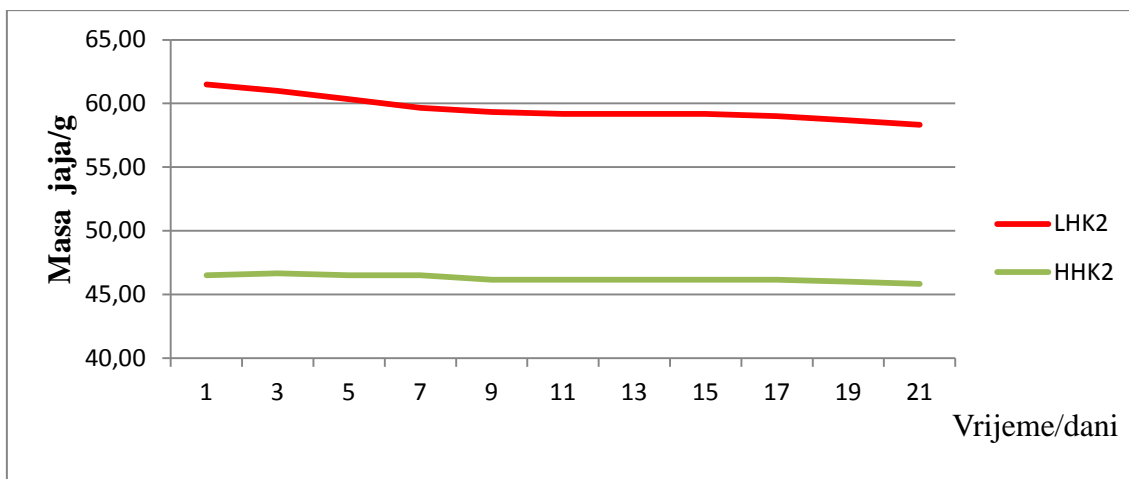
Prosječne vrijednosti rezultata promjene mase jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja prikazane su grafički po danima na slici 9. Jaja su skladištena od 7. studenog do 27. studenog. Temperatura hladnjaka tijekom skladištenja iznosila je 6,5 °C, a vrijednost vlage kukuruza proizvodnje 2012. je iznosila 16,8%.

Skladištenjem jaja u frižideru također dolazi do smanjenja mase jaja što je vidljivo na slici 9. Prvog dana masa jaja hibrida L.Brown iznosila je 62 g, a posljednjeg dana 56,67 g, dok je kod pasmine hrvatica prvog dana iznosila 46,17 g, a posljednjeg dana 45,3 g. U prosjeku je kod hibrida došlo do smanjenja mase za 8,60 %, a kod pasmine hrvaticaza 1,88%.



Slika 9. Promjene mase jaja tijekom skladištenja

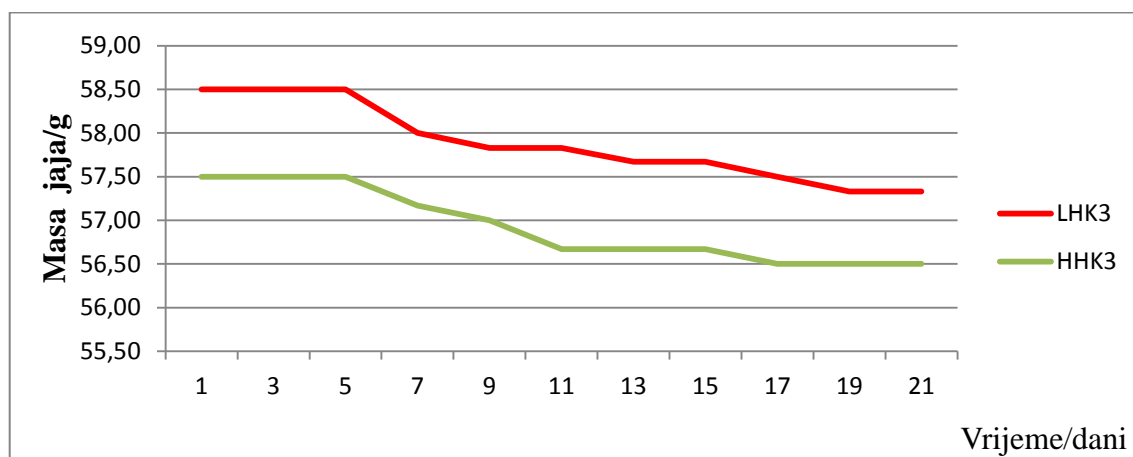
Rezultati promjene mase jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja prikazani su grafički po danima na slici 10. Skladištenje jaja trajalo je od 7. studenog do 27. studenog. Temperatura hladnjaka tijekom skladištenja iznosila je 6,5° C, a vrijednost vlage kukuruza proizvodnje 2013. je iznosila 28,9%.



Slika 10. Promjene mase jaja tijekom skladištenja

Promatrajući sliku 10. vidimo lagano opadanje mase jaja kroz vremenski period. 7. studenog, tj. prvog dana skladištenja, masa jaja hibrida L. Brown iznosila je 61,50 g, a 21. dana 58,33 g te je utvrđeno opadanje mase od 5,15%. Kod pasmine hrvatica masa jaja je u prosjeku iznosila 46,50 g 1. dana, a 45,83 g 21. dana. Dakle, došlo je do smanjenja mase od 1,44%.

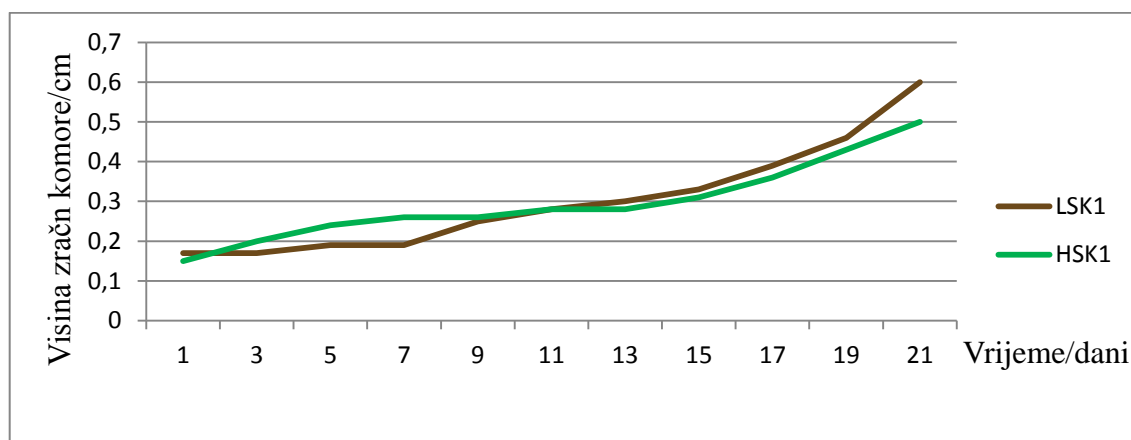
— Promjena mase jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja u kartonskoj kutiji, u hladnjaku prikazana su na slici 11.



Slika 11. Promjene mase jaja tijekom skladištenja

Na slici 11. prikazano je smanjenje mase jaja tijekom skladištenja. Možemo vidjeti da je masa jaja hibrida L. Brown u početku iznosila 58,50 g, a na kraju 57,33 g, tj. došlo je do smanjenja ukupne mase od 2%. Kod jaja pasmine hrvatica masa jaja se smanjila u prosjeku za 1,74%, pošto je prvoga dana iznosila 57,50 g, a posljednjeg 56,50 g.

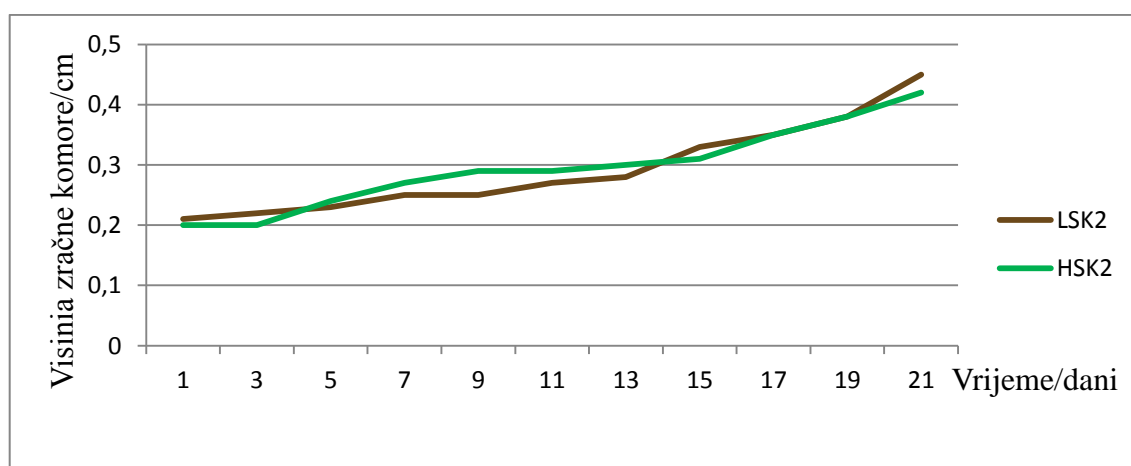
Prosječne vrijednosti rezultata promjene visine zračne komore jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann brown prilikom skladištenja prikazane su grafički po danima na slici 12.



Slika 12. Promjene visine zračne komore tijekom skladištenja

Na slici 12. uočljivo je značajno povećanje prosječne visine zračne komore kod obje skupine skladištenih jaja. Kod jaja hibrida L. Brown zabilježeno je povećanje visine zračne komore za 72%, pošto je prvog dana prosječna visina komore iznosila 0,17 cm, a posljednjeg dana 0,6 cm. Jaja pasmine hrvatica u prosjeku su prvog dana imala visinu zračne komore 0,15 cm, a posljednjeg dana 0,5 cm, tj. došlo je do povećanja od 70 %.

Vrijednosti promjene visine zračne komore jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja prikazane su na slici 13.

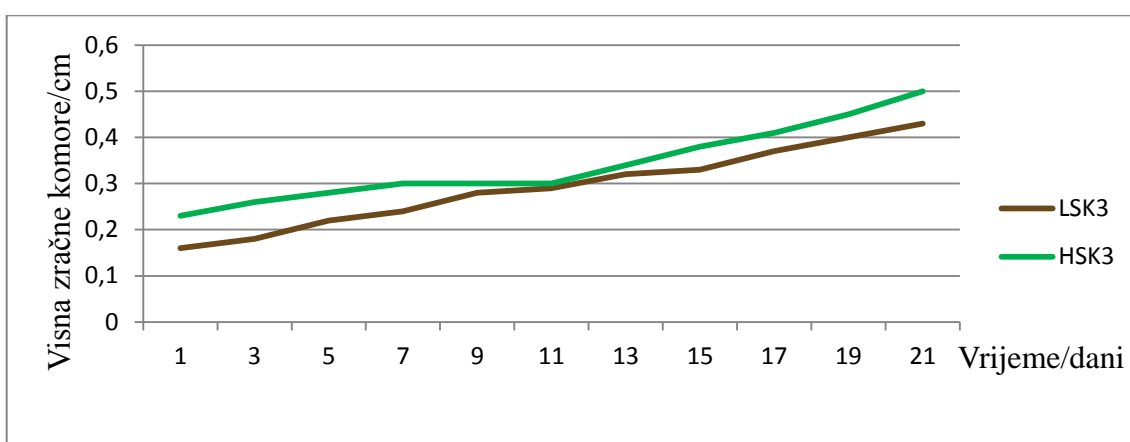


Slika 13. Promjena visine zračne komore tijekom skladištenja

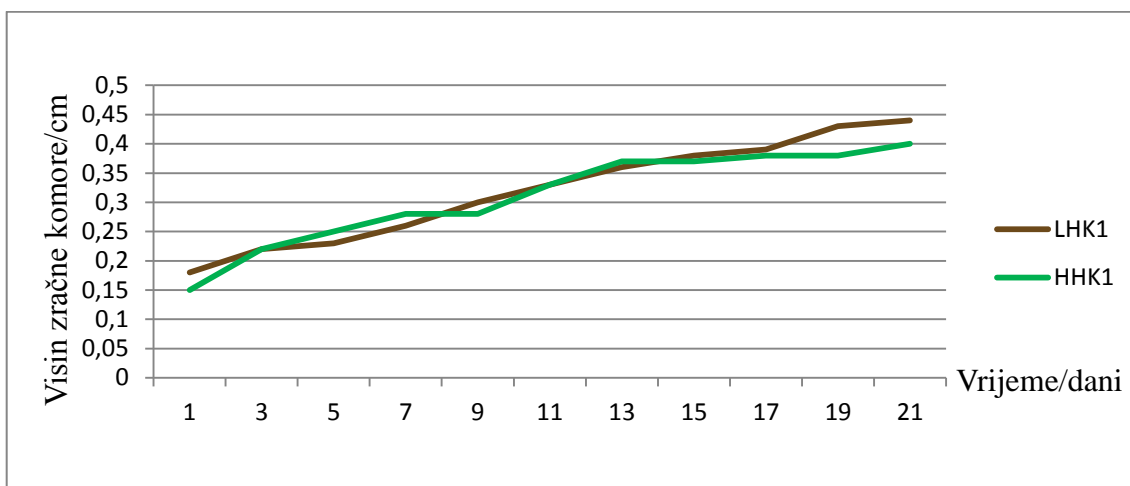
Iz slike 13. vidljivo je povećanje visine zračne komore kroz određeni vremenski period. Kod jaja hibrida L. Brown došlo je do ukupnog povećanja visine zračne komore za 53 %, a kod jaja pasmine hrvatica za 52 %. Prvog dana prosječna visina komore kod hibrida L. Brown je iznosila 0,21 cm, a kod jaja

pasmine hrvatica 0,2 cm. Posljednjeg dana skladištenja širina komore iznosila je 0,45 cm kod hibrida L. Brown, odnosno 0,42 cm kod jaja pasmine hrvatica.

Rezultati promjene visine zračne komore jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja prikazani su grafički na slici 14. Povećanje visine zračne komore jaja prilikom skladištenja na sobnoj temperaturi u kartonskoj kutiji s poklopcem vidimo na slici 14. Visina zračne komore jaja u prosjeku je prvog dana iznosila 0,16 cm kod hibrida L. Brown, odnosno 0,23 cm kod pasmine hrvatica. Posljednjeg dana utvrđeno je da se visina komore povećala na 0,43 cm kod hibrida L. Brown i na 0,5 cm kod jaja pasmine hrvatica. Ukupno povećanje širine komore iznosi 62 % kod hibrida L. Brown, a 54 % kod pasmine hrvatica.



Slika 14. Promjena visine zračne komore tijekom skladištenja
Prosječna promjena visine zračne komore tijekom skladištenja jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prikazana je na slici 15.

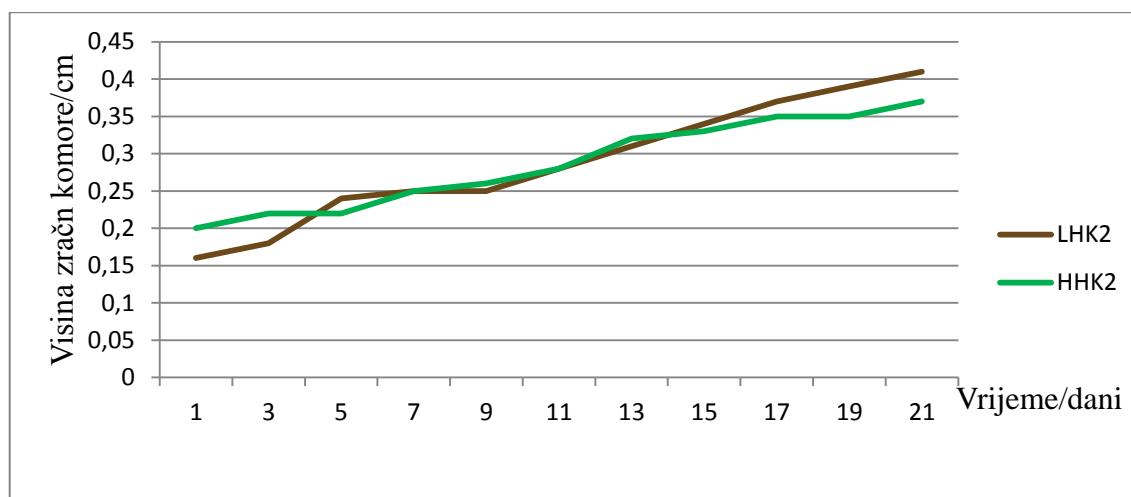


Slika 15. Promjena visine zračne komore tijekom skladištenja

Na slici 15. vidimo povećanje visine zračne komore i kod jaja koja su skladištena u hladnjaku. Prvog dana visine zračne komore kod jaja hibrida L. Brown iznosila je u prosjeku 0,15 cm, a 21. dana 0,44 cm te je došlo do povećanja

od 59 %. Visina zračne komore jaja pasmine hrvatica prosječno je iznosila 0,15 cm prvoga dana, odnosno 0,4 cm posljednjeg dana te je tu vidljivo povećanje od 62,5 %.

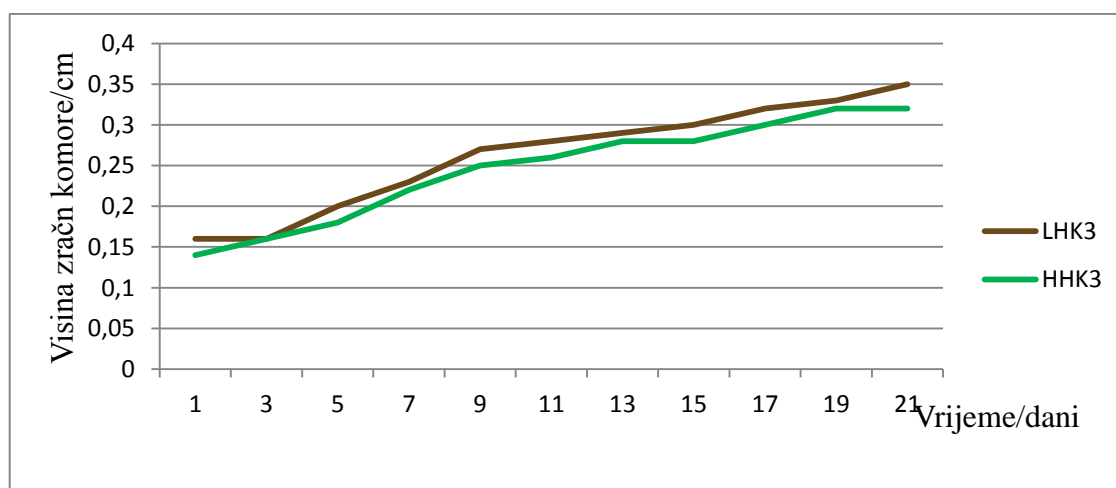
Vrijednosti rezultata promjene visine zračne komore jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja prikazane su na slici 16.



Slika 16. Promjena visine zračne komore tijekom skladištenja

Skladištenjem jaja u hladnjaku, u kukuruzu proizvodnje 2013. godine, došlo je do povećanja visine zračne komore za 61 % kod hibrida L. Brown, tj. za 46 % kod jaja pasmine hrvatica. Prvoga dana skladištenja, kod jaja hibrida L. Brown prosječna visina komore je iznosila 0,16 cm, a posljednjeg dana 0,37 cm. Kod jaja dobivenih od kokoši pasmine hrvatica prvoga dana je prosječna visina komore iznosila 0,2 cm, a 21. dana 0,37 cm.

Promjenavisine zračne komore jaja kokoši hrvaticice i hibrida Lohmann Brown prilikom skladištenja u hladnjaku u kartonskoj kutiji prikazana je na slici 17.



Slika 17. Promjena visine zračne komore tijekom skladištenja

Skladištenjem jaja u kartonskoj kutiji u hladnjaku došlo je do porasta visine zračne komore, što je vidljivo na slici 17. Prvog dana skladištenja kod jaja hibrida L. Brown prosječna visina komore iznosila je 0,16 cm, a kod jaja pasmine hrvatica 0,14 cm. Posljednjeg dana skladištenja zabilježena je prosječna visina komore od 0,35 cm kod jaja hibrida L. Brown i 0,32 cm kod pasmine hrvatica. Ukupno povećanje visine zračne komore bilo je za 54 % kod jaja hibrida L. Brown i za 56 % kod jaja dobivenih od kokoši pasmine hrvatica.

Rezultati mjerenja mase ljuske, boje žumanjka, uzgona u 12% otopini NaCl-a te izračuni indeksa žumanjka i indeksa oblika jaja prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Vrijednosti mjerenja i izračuni nekih fizikalnih parametara jaja

		MASA LJUSKE/g	BOJA ŽUMANJKA	UZGON U 12% OTOP. NaCl-a	INDEKS OBLIKA JAJA
LSK1	1	7,7	12	na površini	78,84
	2	7,87	12	na površini	80
	3	8	12	na površini	80,18
	PROSJEK	7,86	12		79,673333
LSK2	1	7,6	12	na površini	79,24
	2	8,2	11	na površini	79,6
	3	7,98	11	na površini	81,48
	PROSJEK	7,93	11,33		80,106667
LSK3	1	7,5	11	na površini	79,24
	2	7,78	12	na površini	82,24
	3	7,8	12	na površini	81,48
	PROSJEK	7,69	11,67		80,986667
LHK1	1	8	12	na površini	74,07
	2	7,8	11	na površini	77,47
	3	7,56	11	na površini	76,66
	PROSJEK	7,79	11,33		76,066667
LHK2	1	7,65	13	na površini	78,3
	2	7,7	13	na površini	78,43
	3	8,1	12	na površini	74,68

	PROSJEK	7,82	12,67		77,136667
LHK3	1	7,56	15	na površini	77,3
	2	7,75	15	na površini	78,43
	3	7,86	14	na površini	74,58
	PROSJEK	7,72	14,67		76,77
HSK1	1	4,23	12	na površini	77,08
	2	5,00	9	na površini	72
	3	4,75	9	na površini	74
	PROSJEK	4,66	10		74,36
HSK2	1	5,3	9	na površini	68,42
	2	7,55	8	na površini	73,68
	3	4,35	9	na površini	74,46
	PROSJEK	5,73	8,66		72,186667
HSK3	1	5,55	9	na površini	66,6
	2	5,85	10	na površini	73,46
	3	4,1	12	na površini	89,74
	PROSJEK	5,17	10,33		76,6
HHK1	1	7,95	11	na površini	77,08
	2	5,83	11	na površini	78
	3	7,45	11	na površini	73,46
	PROSJEK	7,08	11		76,18
HHK2	1	5,62	6	na površini	68,08
	2	6,89	11	na površini	78,26
	3	4,00	5	na površini	70
	PROSJEK	5,50	7,33		72,113333
HHK3	1	5,68	11	na površini	79,16
	2	5,45	11	na površini	80
	3	4,21	11	na površini	71,15
	PROSJEK	5,11	11		76,77

5. RASPRAVA

U istraživanju koje je provedeno od 23. listopada 2013. do 27. studenog 2013., ukupno je korišteno 72 jaja, odnosno 36 jaja hibrida L. Brown i 36 jaja kokoši pasmine hrvatica.

Prema masi svježa jaja su razvrstana u razrede. Jaja korištena u ovom pokusu a podrijetlom od hibrida L. Brown pripadaju M i L razredu, dok je kod pasmine hrvaticice masa jaja bila neujednačena, odnosno u pokusu su bila zastupljena tri razreda prema masi S, M i L (N.N. 115/06 i 76/08). Rezultati mase jaja su u skladu s očekivanima zbog različitog načina uzgoja kokoši.

Analizom dobivenih rezultata mase jaja koji su grafički prikazani na slikama (6-11) utvrđeno je smanjenje mase uzoraka jaja neovisno o načinu skladištenja. Pretpostavljamo da je razlog tome gubljenje vode koja izlazi kroz pore kojih ima od 7000 - 17 000 (Board, 1980.) na svakoj ljusci jajeta. Prosječna masa jaja podrijetlom od hibrida L. Brown bila je veća u odnosu na jaja kokoši hrvaticice. U jajima veće mase je veći maseni udio bjelanjka koji uvijek sadrži veću masu vode u odnosu na žumanjak. Pretpostavljamo da jaja veće mase imaju veći broj pora na ljusci jer imaju veću površinu. To su zasigurno razlozi zbog kojih u svim ispitivanjima jaja hibrida L. Brown gube veći postotak mase u odnosu na ispitivana jaja kokoši hrvaticice u svim uvjetima skladištenja. Sukladno našim rezultatima, značajan utjecaj temperature i dužine skladištenja na smanjenje mase jaja u svojim istraživanjima dokazali su i Samil i sur., (2005.) te Jin i sur., (2011.).

Iako smo pretpostavili da će ukupno smanjenje mase jaja uzorka LSK1(kukuruz proizvodnje 2012., sobna temperatura) biti veće nego kod uzorka LSK2 (kukuruz proizvodnje 2013, sobna temperatura) zbog većeg postotka vlage u kukuruзу (slika 6 i 7). Veća vlaga kukuruza rezultira manjim gubitkom vode u uzorcima jaja. Vjerojatno postotak vlage u okolišu izravno utječe na smanjenje mase jaja tijekom skladištenja. Gotovo slični rezultati (slika 9 i 10) dobiveni su na uzorcima jaja koji su skladišteni u kukuruзу različitih godina proizvodnje (2012. i 2013.).

Usporedbom rezultata gubitka mase uzoraka jaja skladištenih u kartonskim kutijama i kukuruзу u hladnjaku i na sobnoj temperaturi ustanovljeni su veći gubitci mase tijekom skladištenja na sobnoj temperaturi. Razlog tome je veća kinetička energija čestica čime su gibanja istih brža. Zbog toga dolazi do brže izmjene tvari kroz ljusku jaja. To je uzrok gubitka veće mase vode na sobnoj temperaturi (Anonymus, 2006.).

Visina zračne komore povećava se na uzorcima ispitivanih jaja tijekom skladištenja u svim uvjetima. Usporedbom visine zračne komore na uzorcima skladištenima u kukuruzu na sobnoj temperaturi vidljive su znatne razlike (slike 12 i 13). Do povećanja zračne komore dolazi zbog gubitka na masi jaja. Gubitkom vode smanjuje se uglavnom volumen bjelanjka, a povećava se volumen zračne komore. Jaja čuvana u vlažnijem kukuruzu proizvodnje 2013. imaju manji porast visine zračne komore u odnosu na jaja čuvana u kukuruzu koji sadrži manji postotak vlage, proizvodnje 2012. Razlike u gubitku mase već su prije opisane. Isto tako veća je razlika u povećanju zračne komore u jaja hibrida L. Brown u odnosu na jaja pasmine hrvaticice. Razlog za to je također već prije opisan jer je prosječna masa svježih jaja hibrida L. Brown (od 58,5 g do 62 g) veća od prosječne mase svježih jaja pasmine hrvatica (46,5 g do 57,5 g). Uzorci ispitivanih jaja dobivenih od hibrida L. Brown i pasmine hrvatica skladišteni u hladnjaku (slike 14 i 17) pokazuju vrlo mala odstupanja u promjeni visine zračne komore tijekom ispitivanja. Razlog tomu su usporeni procesi izmjene tvari s okolinom kroz ljusku jaja. Jaja skladištena u hladnjaku pokazuju veće promjene u veličini zračne komore u kukuruzu proizvodnje 2012. (slike 15 i 16). Vjerojatno je to zbog razlike u postotku vlage u kukuruzu.

Masa ljuske jaja hibrida Lohmann Brown u prosjeku ima veće vrijednost nego masa jaja kokoši hrvaticice. Razlozi ovakvih rezultata mogu se tumačiti s više gledišta. Prvenstveno se može pretpostaviti da su razlike dobivene u masi ljuske posljedica genetske različitosti ispitivanih kokoši, zatim da su nesilice u različitoj starosnoj odnosno proizvodnoj dobi, te da im je hranidba različita. U svom istraživanju utjecaja genotipa, starosti nesilica i interakcije navedena dva faktora na kvalitetu jaja istraživali su Lukaš i sur., (2009.). Oni su ustanovili da genotip značajno utječe na masu jaja i masu njegovih osnovnih dijelova. Isti autori navode da su jaja nesilica genotipa Isa Brown imala veću masu jaja i ljuske u odnosu na jaja nesilica genotipa Moravia BSL (hibrid podrijetlom iz Češke). Rezultati njihovih istraživanja pojašnjavaju naše rezultate. Kod kokoši hrvaticice zabilježene su i povećane mase ljuske koji su odstupale od prosjeka. Najveća masa ljuske zabilježena je kod hibrida Lohmann Brown kod skupine LSK2, dok je najmanja masa ljuske utvrđena kod jaja dobivenih od kokoši pasmine hrvatica, u skupini HSK1.

Narodna pretpostavka o boji žumanjka ispostavila se pogrešnom. Naime u narodu prevladava mišljenje da je boja žumanjka jaja dobivenih iz „free range“ sustava intenzivnija, odnosno tamnija. Najtamnija boja žumanjka je zabilježena kod uzorka

LHK3 te je iznosila u prosjeku 14,66 prema DSM Yolk skali. Najsvjetlija boja žumanjka iznosila je 7,33 prema DSM Yolk skali kod uzorka HHK2. Žumanjci jaja dobivenih od hibrida Lohmann Brown u prosjeku svih ispitivanih skupina su tamniji od žumanjaka kokoši hrvaticice. Zabilježena je i razlika u boji žumanjaka ovisno o mjestu na kojem su jaja skladištena. Jaja skladištena na sobnoj temperaturi u prosjeku su imala svjetliju boju žumanjka, dok su jaja skladištena u hladnjaku u prosjeku imala tamniju boju žumanjka. Maria Elena i sur., (2006) navode da se tijekom skladištenja jaja boja žumanjka nije značajno smanjila kod jaja čuvanih na temperaturi 4°C, međutim boja žumanjka postala je svjetlija (smanjenje s 9,91 na 8,33) nakon što su jaja stajala 30 dana na temperaturi 22°C. Uzrok smanjenja boje može se pripisati razrjeđenju žumanjka. Prilikom povećanja temperature skladištenja jaja povećana je i temperatura unutar jajeta, što uzrokuje raspadanje strukture gustih frakcija bjelanjka (raspadaju se halaze, vitelinska membrana i razrjeđuje sloj gustog bjelanjka). Raspadanjem gustih dijelova bjelanjka neki sastojci iz bjelanjka prolaze kroz membranu u žumanjak, gdje uzrokuju razvodnjavanje pigmentata što smanjuje boju žumanjka (Jones, 2006). Mišljenje potrošača je da što je tamnija ljuska jaja, bit će i žući žumanjak. Međutim, znanstveno je dokazano da je boja ljuske jaja genetski uvjetovano svojstvo, stoga u proizvodnji jaja imamo hibride kokoši nesilica koje nesu jaja smeđe boje ljuske i hibride kokoši nesilica koje nesu jaja bijele boje ljuske. Boja žumanjka negenetski je uvjetovano svojstvo, stoga boja ljuske ovisi prvenstveno o hranidbi nesilica. Razlika koju smo mi zabilježili u boji žumanjka između kokoši L. Brown i kokoši pasmine hrvatica prvenstveno je posljedica nejednake hranidbe. U konvencionalnoj proizvodnji jaja nesilice dobivaju smjesu koja je izbalansirana i u kojoj su dodana umjetna bojila, što je razlog tamnije boje žumanjka jaja podrijetlom od L. Brown nesilica. Kod kokoši hrvatica pretpostavljamo da je uzrok izrazito svijetle boje žumanjka osim neizbalansirane hranidbe i sezonom nesenja (jesen), kada na ispustu više nema kvalitetne trave, konzumacijom koje bi moglo doći do tamnije boje žumanjka, jer je trava bogata prirodnim pigmentima koji su odgovorni za intenzitet boje žumanjka.

Sva su ispitivana jaja plivala na površini u 12-postotnoj vodenoj otopini NaCl zbog sile uzgona. Rezultati su u skladu s podacima iz literature. Jaje starije od 15 dana pliva na površini (Hadžiosmanović i Pavičić, 1998.). Svježa jaja su veće mase u odnosu na starija jaja. Jaja starija više od 15 dana zbog gubitka mase imaju veću zračnu komoru koja dodatno potpomaže silu uzgona. Tijekom istraživanja nismo određivali silu uzgona

kako ne bismo oštetili kutikulu na ljusci. Pretpostavljamo da bi na jaja koja su brže i više gubila na masi prije djelovala sila uzgona i obrnuto.

Prosječne vrijednosti indeksa oblika jaja hibrida L. Brown kreću se u rasponu od 76,07% do 80,99%. Prema masi to su jaja M i L klase. Jajima pasmine hrvatica također je određen prosječni indeks oblika čije vrijednosti variraju od 72,11% do 76,77%. Prema masi ispitivana jaja pasmine hrvatica pripadaju razredima S, M i L.

Kako bi dobili potpuniju sliku o promjenama tijekom skladištenja jaja svakako bi bilo poželjno usporediti mikrobiološke pokazatelje kvalitete svježih jaja i jaja nakon skladištenja.

6. ZAKLJUČCI

- ispitivana jaja hibrida Lohmann Brown pripadaju razredu M, a jaja pasmine hrvatica imaju veći raspon mase te pripadaju S, M i L razredima.
- smanjenje mase jaja i povećanje visine zračne komore tijekom skladištenja ovisi o površini, veća površina jaja - veći gubitci mase, genetičkoj različitosti i starosnoj dobi kokoši te o hranidbi
- smanjenje mase jaja i povećanje zračne komore skladištenih u kukuruzu ovisi o %-tku vlage u kukuruzu te o temperaturi okoline
- jaja hibrida L. Brown imaju tamniju boju žumanjka u odnosu na jaja pasmine hrvatica zbog optimalne hranidbe nesilica, boja žumanjka jaja pasmine hrvatica ovisi i o godišnjem dobu nešenje
- jaja skladištena u hladnjaku imaju tamniju boju žumanjka u odnosu na ona koja su skladištena na sobnoj temperaturi
- porast sile uzgona ovisi o promjeni veličine zračne komore i smanjenju mase jaja
- tradicionalne metode skladištenja jaja bile su najefikasnije u ono vrijeme kad nije bilo modernih tehnologija (hladnjaci), no u današnje vrijeme na nižim temperaturama skladištenja manji je raspon vrijednosti fizikalnih pokazatelja kvalitete jaja
- promjene pokazatelja u današnje vrijeme se određuju na temelju mjerenja te se obradom podataka dolazi do zaključka, a nekad se nisu mjerili pokazatelji već su se koristili iskustvenom metodom

7. SAŽETAK

U ovom radu istraženi su fizikalni pokazatelji jaja u različitim uvjetima skladištenja. Jaja su skladištena na sobnoj temperaturi i u hladnjaku te je mjerena masa jaja, visina zračne komore, masa ljuske, boja žumanjka, indeks oblika jaja te uzgon u 12-postotnoj otopini NaCl. Cilj istraživanja bio je usporediti određene fizikalne pokazatelje kvalitete jaja koja su skladištena na različitim temperaturama uz različiti način skladištenja. Zadatak je bio svaka dva dana bilježiti promjene kod mase jaja i visine zračne komore. Nakon 21 dana skladištenja određen je indeks oblika jaja, masa ljuske, boja žumanjka i uzgon u 12-postotnoj otopini NaCl. U našem istraživanju korišteno je 36 jaja hibrida Lohmann Brown i 36 jaja pasmine hrvatica te ostali pribor potreban za istraživanje. Nakon usporedbe rezultata dobivenih ovim istraživanjem došli smo do zaključka da smanjenje mase jaja i povećanje visine zračne komore tijekom skladištenja ovisi o površini ljuske, postotku vlage u kukuruzu te o temperaturi okoline. Tamnija boja žumanjka utvrđena je kod jaja hibrida L. Brown. Porast sile uzgona ovisi o promjeni veličine zračne komore i smanjenju mase jaja.

8. POPIS LITERATURE

1. Anonymus, (2006.): Mikrobiološka kakvoća i ocjena svježine konzumnih jaja. Meso, Vol. XII (2010), rujan-listopad, broj 5.
2. Board, R.G., H.S. Tranter (1995.): The microbiology of eggs. U: Stradelman W.J. and Cotterill O.J. Eggs Science and Tehnology. The Haworth Press, London, 63-91
3. Hadžiosmanović M., Ž. Pavičić (1998.): Higijena namirnica animalnog podrijetla. Udžbenik za 4. razred veterinarskih škola, str. 124-125
4. Jin Y. H., Lee K. T., Lee W. I., Han Y. K. (2011): Effects of Storage Temperature and Time on the Quality of Eggs from Laying Hens at Peak Production. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 24(2):279-284
5. Jones, D. R. 2006. Conserving and monitoring shell egg quality. Proceedings of the 18th Annual Australian Poultry Science Symposium. pp. 157-165.
6. Kaić Rak, A., K. Antičić (1998.): Prehrambena vrijednost jaja u peradi. U: Živković R., V. Oberiter, M. Hadžiosmanović (ur.), Jaja i meso peradi u prehrani i dijetetici, str. 31-34

7. Lukáš Z., Tůmová E., Štolc L. (2009): Effects of Genotype, Age and Their Interaction on Egg Quality in Brown-Egg Laying Hens. *Acta Vet. Brno*, 78: 85–91.
8. Maria Elena, C. J., Leonor S. G., Eduardo M. B., Silvia C. D., Avila A. G., Benjamin F. M., Miriam R. P., Fernando, P. G. R. (2006): Shrimp head meal in laying hen rations and its effects on fresh and stored egg quality. *INCL.* 31: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442006001100009&script=sci_arttext.
9. Maver, H., D. Matasović (1998.): Zdravstvena ispravnost, prehrambena i tržišna vrijednost jaja. U: Živković R., V. Oberiter, M. Hadžiosmanović (ur.), *Jaja i meso peradi u prehrani i dijetetici*, str. 35-41
10. Miyamoto, T., T. Horie, E. Baba, K. Sansai, T. Fukata, A. Arakwa (1998.): *Salmonella* penetration through eggshell associated with freshness of laid eggs refrigeration. *J. Food Protect*, 61, str. 350-353
11. Panda P. C. (1996.): Shape and Texture. In *Textbook on Egg and Poultry Technology*. First Edition, New Delhi, India.
12. Pravilnik o kakvoći jaja, N.N., br. 115/06. i N.N. br. 76/08.
13. Roberts J.R. (2004.): Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *Journal of Poultry Science*. 41:161-177.
14. Samli, H. E., Agna A., Senkoylu N. (2005): Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 14:548-533.
15. Theron, P., Venter, J.F.R. Lues (2003.): Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. *Food Res. Int.* 36, 969-975.