Utjecaj hibrida kukuruza na oksidacijsku stabilnost jaja kokoši nesilica pri skladištenju i u uvjetima inducirane oksidacije

Palačić, Estera

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:705550

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

UTJECAJ HIBRIDA KUKURUZA NA OKSIDACIJSKU STABILNOST JAJA KOKOŠI NESILICA PRI SKLADIŠTENJU I U UVJETIMA INDUCIRANE OKSIDACIJE

DIPLOMSKI RAD

Estera Palačić

Zagreb, prosinac 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Hranidba i hrana životinja

UTJECAJ HIBRIDA KUKURUZA NA OKSIDACIJSKU STABILNOST JAJA KOKOŠI NESILICA PRI SKLADIŠTENJU I U UVJETIMA INDUCIRANE OKSIDACIJE

DIPLOMSKI RAD

Estera Palačić

Mentor: Prof.dr.sc. Jasna Pintar
Neposredni voditelj: dr.sc. Marija Duvnjak

Zagreb, prosinac 2017.

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Estera Palačić, JMBAG 0178094152, rođen/a dana 02.04.1993., u Čakovcu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ HIBRIDA KUKURUZA NA OKSIDACIJSKU STABILNOST JAJA KOKOŠI NESILICA PRI SKLADIŠTENJU I U UVJETIMA INDUCIRANE OKSIDACIJE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Estera Palačić**, JMBAG 0178094152, naslova

UTJECAJ HIBRIDA KUKURUZA NA OKSIDACIJSKU STABILNOST JAJA KOKOŠI NESILICA PRI SKLADIŠTENJU I U UVJETIMA INDUCIRANE OKSIDACIJE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:		potpisi:
Izv. prof. dr. sc. Jasna Pintar	mentor	_____
Dr. sc. Marija Duvnjak	neposredni voditelj	_____
Prof. dr. sc. Zlatko Janječić	član	_____
Doc dr. sc. Kristina Kljak	član	_____

Zahvala

Zahvaljujem se svojoj mentorici Izv. prof. dr. sc. Jasni Pintar i neposrednoj voditeljici Dr. sc. Mariji Duvnjak na strpljenju, pomoći i vodstvu pri izradi ovog diplomskog rada. Veliku zahvalnost dugujem svojoj mami koja mi je omogućila studij i svojim sestrama koje su bile najveća podrška. Hvala ti D., što si bio uz mene.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA 2
3. PREGLED LITERATURE 3
3.1. Kukuruz 3
3.2. Antioksidansi u jajetu 5
3.3. Skladištenje jaja 6
3.4. Oksidacijska stabilnost žutanjka jajeta 6
3.5. Utjecaj hranidbe na oksidacijsku stabilnost žutanjka 7
3.5.1. Utjecaj hranidbe i temperature 7
3.5.2. Utjecaj hranidbe i vremena 8
4. MATERIJALI I METODE 9
4.1. Smještaj i hranidba kokoši nesilica 9
4.2. Hranidbeni tretmani 13
4.3. Određivanje oksidacijske stabilnosti žutanjka jaja 14
4.4. Određivanje oksidacijske stabilnosti žutanjka jaja induciranih željezom 18
4.5. Statistička obrada podataka 19
5. REZULTATI I RASPRAVA 20
5.1. Oksidacijska stabilnost žutanjka jaja 20
5.1.1. Utjecaj hibrida i temperature 20
5.1.2. Utjecaj hibrida i vremena 22
5.2. Inducirana oksidacija 23
6. ZAKLJUČAK 30

Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice Estere Palačić, naslova

UTJECAJ HIBRIDA KUKURUZA NA OKSIDACIJSKU STABILNOST JAJA KOKOŠI NESILICA PRI SKLADIŠTENJU I U UVJETIMA INDUCIRANE OKSIDACIJE

U ovom istraživanju proučavan je utjecaj različitih hibrida kukuruza žutog zrna na oksidacijska svojstva jaja kokoši nesilica nakon određenog vremena skladištenja jaja i pri određenoj temperaturi te u uvjetima inducirane oksidacije željezom. U pokusu se koristilo 90 nesilica hibrida Tetra starih 22 tjedna. Pokusni period trajao je sljedećih 10 tjedana u kojem je ispitivano pet hibrida kukuruza žutog zrna (Bc 572, Mejaš, Kekec, Pajdaš, Riđan) i kontrola (komercijalni hibrid žutog zrna intenzivne žute boje i visokog sadržaja karotenoida) koji su bili sastavni dio smjese za nesilice. Smjese za nesilice razlikovale su se samo u hibridu kukuruza. U pokusu utjecaja vremena, oksidacijska stabilnost jaja određivana je na dan nesenja te nakon tjedan dana, dva tjedna, mjesec dana i dva mjeseca skladištenja. Kod ispitivanja temperature praćena je oksidacijska stabilnost jaja čuvanih dva tjedna na 4 ºC, na sobnoj temperaturi i na 30 ºC. Za svaku analizu korišteno je pet jaja po tretmanu iz različitih kaveza. Za određivanje okidacijske stabilnosti koristila se TBARS metoda određivanja koncentracije produkta lipidne oksidacije – malondialdehida (MDA). Kako bi se dodatno odredio maksimalni obujam oksidacije, stabilnost jaja ispitana je i u induciranim uvjetima dodatkom Fe^{2+} iona. Uzorci su bili inkubirani u sušioniku na 37 ºC i analizirani nakon 0, 50, 100, 150, 200 i 250 min inkubacije. Koncentracija malondialdehida određivana je TBARS metodom. Rezultati ispitivanja oksidacijske stabilnosti u uvjetima inducirane oksidaciji pokazali su da hibridi kukuruza Riđan i Pajdaš imaju najmanju promjenu oksidacije tijekom skladištenja, dok su hibridi Mejaš i kontrola imali najveće vrijednosti MDA i s time najveću oksidacijsku aktivnost tijekom skladištenja žutanjka. Zaključno, hibridi kukuruza se razlikuju ($P<0,05$) po njihovom utjecaju na oksidacijsku stabilnost jaja kokoši nesilica u uvjetima inducirane oksidacije. Istovremeno, vrijeme i temperatura su primarni razlozi nestabilnosti jaja tijekom klasičnog skladištenja dok hibrid ne pokazuje značajan utjecaj.

Ključne riječi: hibridi kukuruza, oksidacijska stabilnost jaja, TBARS metoda

Summary

Of the master's thesis – student Estera Palačič, entitled

EFFECT OF CORN HYBRID ON OXIDATIVE STABILITY OF HEN EGGS DURING STORAGE AND IN THE CONDITIONS OF INDUCED OXIDATION

In this study, the influence of different Bc corn hybrids on the oxidation properties of egg laying hens has been evaluated. The oxidation properties were evaluated during storage of eggs and at a particular storage temperature and in induced iron oxidation conditions. In the study, 90 Tetra hybrid 22 weeks old hens were used. The trial period lasted for the next 10 weeks in which five yellow corn hybrids (Bc 572, Mejaš, Kekec, Pajdaš and Riđan) and control (commercial hybrid yellow intensive yellow color and carotenoid content) were tested which were a part of the mixture of food for hens. Mixtures for hens differed only in corn hybrid. In the effect of the influence of time, the oxidative stability of the egg was determined on the same day of egg laying, after a week, two weeks, a month and two months of storage. At temperature testing, the oxidation stability of eggs kept for two weeks at 4ºC, at room temperature and at 30ºC was observed. For each analysis, five eggs were used per treatment from different cages. The TBARS method was used for MDA determination (lipid oxidation product). In order to further determine the effect of the hybrid on oxidative activity, the iron-induced oxidation stability method was used. Samples were incubated at 37 ºC and analyzed after 0, 50, 100, 150, 200 and 250 min of incubation. The concentration of malondialdehyde was determined by the TBARS method. The results from iron-induced oxidation showed that hybrid maize Riđan and Pajdaš had the slightest change in oxidation during storage, while Mejaš and Control hybrids had the highest MDA values and thus the highest oxidative activity during yolk storage. Results show that corn hybrids differ ($P < 0,05$) by their effect on the oxidative stability of chicken eggs in induced oxidation conditions. At the same time, time and temperature are the primary causes of egg instability during classical storage when the hybrid does not show significant influence.

Keywords: hybrid corn, oxidative segg stability, TBARS method

1. UVOD

Kukuruz je jednogodišnja biljka porijeklom iz Meksika čija dužina vegetacije ovisi o kojem je hibridu kukuruza riječ i uvjetima uzgoja. Danas je treća svjetska kultura prema postotku zasijanih površina, nakon pšenice i riže. Iako se kukuruz koristi za ljudsku prehranu i proizvodnju biodizela, najzastupljeniji je u hranidbi svih vrsta i kategorija domaćih životinja zbog bogatog sadržaja energije u obliku škroba i ulja, linolne kiseline te važnih antioksidansa karotenoida i fenola. Zbog velike potrošnje kukuruza i različitog podneblja u kojem se uzgaja, selekcijom se razvio veliki broj hibrida. Hibridi se stvaraju da bi poboljšali nutritivna svojstva kukuruza, povećali prinose i otpornost na bolesti (Grbeša, 2016).

Hrana ima veliki utjecaj na životinju koja je konzumira, te utječe na kvalitetu završnih proizvoda. Najveći udio obroka u hranidbi peradi zauzima kukuruz, koji uvelike utječe na kvalitetu mesa i jaja. Samim time i kvaliteta mesa i jaja pokazuje kakvoću kukuruza s kojim je životinja hranjena (Grbeša, 2016.).

Oksidacijska svojstva jaja važna su potrošačima radi što dužeg skladištenja bez kvarenja jaja. Žutanjak jajeta bogat je nezasićenim masnim kiselinama koje su sklone oksidaciji. Unatoč tome, lipidna oksidacija u jajetu nije značajna zbog čvrste ljuske koja štiti jaje od kvarenja te zbog antioksidansa koje se prirodno nalaze u žutanjku. Ipak, potencijal za oksidacijom je veći tijekom obrade jaja zbog čega se ispituje koliko su antioksidansi kukuruza sposobni štititi od oksidacije. Oksidacijska stabilnost jaja danas se može povećati dodatkom antioksidansa u hranu kokoši nesilica. Hrana koja sadrži veću količinu antioksidansi omogućit će veću ugradnju antioksidansi u proizvode te u konačnici veću otpornost na lipidnu oksidaciju i bolju opću kvalitetu jaja. Osim hrane, na oksidacijska svojstva jaja utječu dužina i temperatura skladištenja. S dužim skladištenjem i porastom temperature žutanjak jaja postaje oksidacijski sve nestabilniji (Botsoglou, 1997.).

2. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Na temelju pregleda literature formirane su hipoteze:

- Različiti hibridi kukuruza usred različitog genetskog potencijala i sadržaja antioksidanata, kao jedina razlika između hranidbenih tretmana, utjecat će na okdsidacijska svojstva jaja
- Jaja skladištena isti vremenski period pri višim temperaturama imat će veću oksidacijsku aktivnost u žutanjku u odnosu na jaja skladištena pri nižim temperaturama. Povećanje temperature skladištenja negativno će utjecati na oksidacijska stabilnost jaja kokoši nesilica.
- Jaja skladištena duži vremenski period imat će veću oksidacijsku aktivnost u žutanjku u odnosu na jaja skladištena kraći period u istim uvjetima skladištenja. Veća dužina skladištenja jaja negativno će utjecati na oksidacijsku stabilnost jaja kokoši nesilica.

Ciljevi istraživanja su:

- Cilj rada je utvrditi razliku u oksidacijskoj stabilnosti jaja kokoši nesilica hranjenih s ujednačenim krmnim smjesama na bazi različitih komercijalnih Bc hibridia žutog zrna kukuruza. Oksidacijska stabilnost navedenih jaja ispitivat će se u različitim uvjetima skladištenja (pri različitoj temperaturi i duljini skladištenja) te u uvjetima inducirane oksidacije.

3. PREGLED LITERATURE

3.1. Kukuruz

Kukuruz (*Zea mays*) je sirovina koja se koristi kao hrana za ljude i životinje, kao sirovina za brojne industrijske proizvode, te za proizvodnju bioetanola i bioplina (Grbeša, 2008). U usporedbi s ostalim žitaricama, kukuruz je najrašireniji u svijetu i s najvećom proizvodnjom. 67 % svjetske proizvodnje kukuruza potroši se u hranidbi životinja. Kukuruz podmiruje 33 % energetskih potreba i 13 % proteinskih potreba životinja (Grbeša, 2016.).

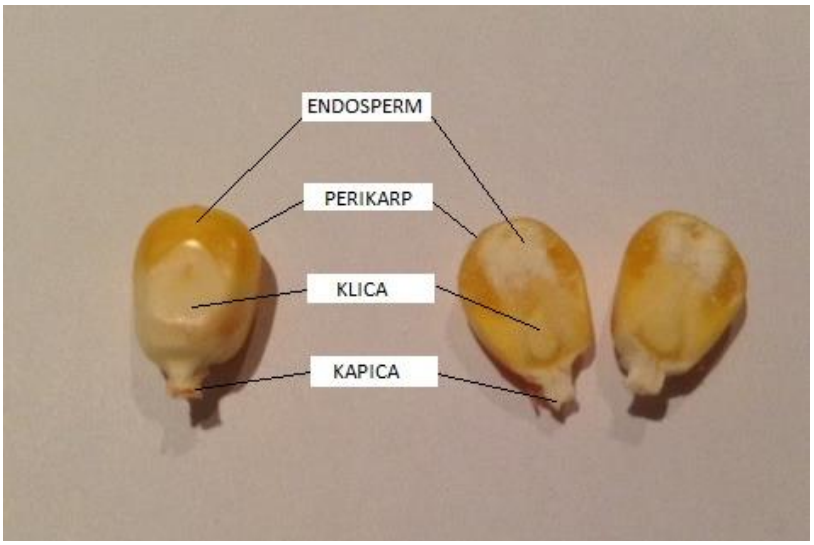
Kukuruz (Slika 3.1.1.) je podrijetlom iz Latinske Amerike, a nakon otkrića američkog kontinenta proširio se po cijelom svijetu. Danas, najveću proizvodnju kukuruza ima SAD (384 777 890 tona), Kina (231 673946 tona), Brazil (64 143 414 tona), te Argentina (39 792 854tona) (FAOSTAT, 2017.).U Hrvatskoj se u 2016. godini posijalo 250 072 ha kukuruza (za suho zrno) s prinosom od 2 154 470 tona (FAOSTAT, 2017.).



Slika 3.1.1. Biljka kukuruza (vlastiti izvor)

Kukuruz je jednogodišnja biljka koja spada u prosolike ili žute žitarice. Korijen mu je žiličast, a stabljika visoka s velikim listovima. Jednodomna je biljka čiji su muški i ženski cvatovi razdvojeni u posebne cvatove. Muški cvjetovi su sakupljeni u cvat metlicu, a ženski u cvat

koji se naziva klip. Plod je zrno (caryopsis) (Slika 3.1.2.) koje se počinje formirati nakon oplodnje. Plod se sastoji od tri dijela. Perikarp je omotač ploda koji sadrži pigmente i daje boju zrnu. Endosperm je dio ispunjen škrobom koji se nalazi ispod perikarpa. Unutarnji dio zrna je klica. Za hranidbu stoke kukuruz se koristi kao suho zrno, klip ili cijela biljka za silažu (Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 2004.).



Slika 3.1.2. Zrno kukuruza (vlastiti izvor)

Kukuruz je najznačajnija žitarica u stočarskoj proizvodnji zbog bogatog sadržaja hranjivih tvari. Količina hranjivih tvari ovisi o hibridu žitarice, podneblju i agrotehnici. Prosječno sadrži 10% sirovih bjelančevina, 5-6 % ulja te 72 % škroba. 80% bjelančevina nalazi se u endospermu, a 20% u klici. Unatoč visokom udjelu proteina, kukuruz je siromašan esencijalnim aminokiselinama, zbog čega u obrok treba dodati proteinsko krmivo koje podmiruje aminokiselinske potrebe životinje (Poljoprivredni fakultet u Osijeku 2004.). Bruto energije u suhoj tvari zrna kukuruza iznosi 18,8 MJ/kg. Kukuruz i njegovi hibridi bogati su antioksidantima karotenoidima i fenolima (Grbeša, 2008.).

Da bi se poboljšalla svojstva kukuruza stvaraju se hibridi. Proizvodnja hibrida ponajviše služi za dobivanje većih prinosa, te za otpornost na patogene i zarazne mikotoksigene plijesni zrna kukuruza. Iako se 60-80% proizvedenog kukuruza koristi za hranidbu životinja, neznatno je stvaranje hibrida radi poboljšanja hranjivosti kukuruza (Grbeša, 2016.).

3.2. Antioksidansi u jajetu

Antioksidansi su skupina različitih reducirajućih spojeva koji igraju važnu ulogu zaštite od štetnog djelovanja slobodnih radikala te tako produžuju stabilnost jaja i sprečavaju proces oksidacijskog kvarenja jaja. Antioksidansi sprečavaju oksidaciju kroz dvije reakcije. Prva reakcija je inaktivacija slobodnih radikala dok je druga reakcija hvatanje slobodnih radikala Antioksidansi se mogu podijeliti u dvije skupine: primarni i sekundarni. Primarni antioksidansi uključuju fenolne spojeve koji se aktiviraju tijekom razdoblja indukcije. Sekundarni spojevi djeluju pomoću različitih mehanizama kao što su vezanje metalnih iona, uklanjanje kisika, pretvaranje hidroperoksida u ne-radikalne vrste i dr. (Pokorny i sur., 2001.).

Kukuruz sadrži najviše antioksidanasa među žitaricama. Oni povoljno djeluju na kvalitetu hrane, zdravlje životinja i kvalitetu životinjskih proizvoda. Kukuruz sadrži vitamin E (17 mg/kg), fenolne spojeve, zein, fitinsku kiselinu, te karotene provitamine vitamina A i ostale karotenoide (ksantofile) (Grbeša, 2008.). Glavni antioksidansi koji se iz kukuruza ugrađuju u jaja i djeluju na njihovu oksidacijsku stabilnost su: β –kriptoksantin, lutein, zeaksantin, selen i vitamin E.

β-kriptoksantin je karotenoid s kemijskom strukturom sličnom β-karotenu. Kao antioksidans smanjuje rizik od raka i degenerativnih bolesti. Hrana bogata β-kriptoksantinom ima anabolički učinak na kosti čime pomaže pri odgodi osteoporoze (Burri i sur., 2016.).

Sve veći broj istraživanja pokazuje da je lutein, zahvaljujući svojim antioksidacijskim svojstvima, od izuzetnog značaja u očuvanju zdravlja očiju, kože, srca, grlića maternice te u jačanju obrambenih funkcija imunološkog sustava (Jašić, 2010.).

Zeaksantin je antioksidant iz kukuruza koji pridonosi zdravlju tijela i daje boju žutanjku jajeta. Zajedno s luteinom čuva vid i štiti mrežnicu oka od ultraljubičastih zraka te žutu pjegu oka od staračke degeneracije.

Selen je esencijalni nutrijent i važan antioksidans u jajetu. Povoljno utječe na imunološki sustav životinja i ljudi te na prevenciju pojave upalnih procesa, karcinoma, oksidacijskog stresa te smanjuje rizik od ateroskleroze i kardiovaskularnih bolesti (Grčević i sur., 2011.).

Vitamin E je vitamin topiv u mastima s izraženom antioksidacijskom aktivnošću. Prirodni vitamin E predstavlja grupa spojeva koja se javlja u osam kemijskih oblika: α-, β-, γ-, δ- tokoferoli i α-, β-, γ-, δ- tokotrienoli. Njegovo antioksidacijsko djelovanje se očituje u zaustavljanju stvaranja reaktivnih spojeva kisika koji nastaju prilikom oksidacije masti što je važno za zaštitu staničnih membrana. Vitamin E ima ulogu u zaštiti masti u lipoproteinima niske gustoće (LDL) od oksidacije (Grčević i sur., 2011.) Antioksidacijska aktivnost tokoferola ovisi o temperaturi i to redosljedom δ- > γ- > β- > α- tokoferol (Shahidi, 2000.).

3.3. Skladištenje jaja

Nakon nesenja svježina jajeta opada što ovisi o vremenu i temperaturi pohrane. Događaju se promjene u kemijskim i hranidbenim svojstvima. Promjene uključuju: smanjenje bjelanjka, povećanje zračne komore, povećanje pH, slabljenje i rastezanje vitelinske membrane, promjene u proteinskoj konformaciji, gubitak vitamina (B1), te posljedično povećavanje tekućeg dijela žumanjka. Također, jaje stajanjem lako poprima strane mirise zbog poroznosti ljuske (Agroklub, 2008.) .

Nekad su se jaja čuvala u mekinjama, brašnu, pepelu i piljevini, obložena voskom. Danas, jaja čuvamo na nižim temperaturama. Ona se trebaju što prije ohladiti nakon nesenja jer je utvrđeno da dok su jaja toplija od okoline, patogeni zbog negativnog tlaka u jaju lakše prodiru kroz ljusku. Svježa jaja bez oštećenja ljuske čuvaju se u hladnjaku do mjesec dana. Sa starenjem jaja postepeno slabe membrane oko žumanjka, čime počinje kvarenje jaja (Agroklub, 2008.).

3.4. Oksidacijska stabilnost žutanjka jajeta

Tijekom skladištenja hrane događa se lipidna oksidacija o kojoj ovisi duljina skladištenja jaja. Tijekom oksidacije polinezasićenih lipida stvaraju se hidroperoksidi koji su osjetljivi na daljnju oksidaciju i razgradnju na sekundarne produkte reakcije kao što su kratkolančani aldehidi, ketoni i ostali oksigenirani sastojci koji mogu negativno utjecati na okus hrane, hranidbene vrijednosti te sveukupnu kvalitetu hrane (Vercellotti i sur., 1992.).

Lipidi (“mast”) su skupina organskih tvari različite kemijske građe kao što su ulja i masti, voskovi, fosfolipidi i steroidi. Zajedničko svojstvo im je dobra topljivost u organskim otapalima i slaba topljivost u vodi. Lipidi imaju brojne funkcije, služe kao skladište energije poput klasičnih ulja i masti, u sastavu su staničnih membrana svih živih bića i time štite stanicu i cijeli organizam od nepovoljnih utjecaja (Balentović, 2014.).

Žutanjak jajeta bogat je lipidima u obliku nezasićenih masnih kiselina. Iako nezasićene masne kiseline (NMK) lako oksidiraju, žutanjak jajeta ima dobru oksidacijsku sposobnost radi zaštite pomoću ljuske jajeta koja je oksidacijsko stabilna (Mohiti-Asli i sur. 2008.). Osim ljuske, glavnu zaštitu od lipidne oksidacije žutanjka imaju antioksidansi u žutanjku. Da bi smanjili oksidaciju jaja i povećali udio antioksidanta u jajetu uvodi se hrana obogaćena antioksidansima. Provedeno je niz istraživanja o poboljšanju oksidacijsk stabilnosti jaja kokoši nesilica kojima su u krmnu smjesu dodani antioksidanti kao što su vitamin E i prirodni antioksidansi kao što su ružmarin, šafran, origano, timjan i dr. (Botsoglou i sur., 2005.; Florou-Paneri i sur., 2006.).

3.5. Utjecaj hranidbe na oksidacijsku stabilnost žutanjka

3.5.1. Utjecaj hranidbe i temperature

U istraživanju utjecaja skladištenja na oksidacijska svojstva jaja, Douny i sur. (2014.) su proveli istraživanje na jajima putem hranidbe obogaćenim omega-3 masnim kiselinama i jajima bez dodatka izvora omega-3 kiselinama u hrani. Jaja su bila skladištena 6 tjedana u mraku na 4 °C i 20 °C. Rezultati istraživanja su pokazali da nema značajne razlike u sadržaju n-3 α-linolenska kiselina, arahidonske kiseline i dokozaheksenske kiseline (DHA) nakon skladištenja pri različitim temperaturama, što znači da nije bilo promjene u oksidaciji.

Akter i sur. (2014.) proučavali su utjecaj vremena i temperature skladištenja na kvalitativne karakteristike kokošjih jaja. Istraživanje je provedeno na 80 ISA smeđim nesilicama. Jaja su dnevno sakupljana i skladištena na 4 °C i 28-31 °C (sobna temperatura) u periodu od 7, 14, 21 i 28 dana. Analizom je utvrđeno da se lipidna oksidacija žutanjka veća u jaja skladištenima na 28-31 °C zbog redukcije sadržaja vitamina E u žutanjku. Oksidacijska stabilnost se također smanjuje s interakcijom vremena i temperature skladištenja.

Pokus s 300 jaja bijelih Leghorn nesilica služio je za utvrđivanje lipolize i oksidacije lipida tijekom skladištenja jaja na različitim temperaturama (4 °C i 22 °C). Lipidna oksidacija je određena TBARS (engl. Thiobarbituric Acid Reactive Substances) metodom. Rezultati pokazuju da nema značajne razlike u sadržaju MDA u jajima skladištenim na različitim temperaturama, nakon čega se zaključuje da temperatura ima samo ograničen utjecaj na oksidacijska svojstva žutanjka jajeta (Wang i sur., 2017.)

U istraživanju utjecaja temperature zamrzavanja i duljine skladištenja na oksidacijsku stabilnost žutanjka, koristilo se 10 jaja iz lokalnog dućana. Žutanjci tih jaja bili su odvojeni i zamrznuti na -20 °C, -50 °C i -80 °C. Uzorci su bili analizirani nakon 0, 7, 12, 19 i 24 mjeseci čuvanja pri navedenim temperaturama. Cilj je bio utvrditi degradaciju luteina, retinola i tokoferola žutanjka. Rezultati su pokazali da nije bilo razlike u stabilnosti luteina spremljenih na različitim temperaturama zamrzavanja, dok su retinol i tokoferol pokazali smanjenje tek nakon prvih 7 mjeseci čuvanja (Hargitai i sur., 2016.).

3.5.2. Utjecaj hranidbe i vremena

U istraživanju utjecaja hranidbe ružmarinom, origanom, šafranom i α-tokoferil acetatom na oksidacijsku stabilnost jaja provedeno je na 120 Lohman nesilica u 32. tjednu starosti podjeljenim u 5 grupa i 4 ponavljanja. Kontrolna grupa je bila hranjena osnovnom krmnom smjesom dok su pokusne grupe hranjene smjesama s dodatkom 200 mg kg α-tokoferil acetata, ili 5 g kg ružmarina, 5 g/kg origana te 20 mg/kg šafrana u osnovnu smjesu. Oksidacijska stabilnost jaja je određena TBARS metodom nakon 0, 15, 30, 45, i 60 dana. Koncentracija MDA je bila značajno različita između hranidbenih tretmana ali se nije mijenjala s vremenom skladištenja. Žutanjci na koje je utjecao hranidbeni tretman s dodatkom α-tokoferil acetata imali su najveću oksidacijsku stabilnost. Tretman sa dodatkom šafrana pokazao je bolju oksidacijsku stabilnost nego tretmani s ružmarinom i origanom. Kontrolna grupa imala je najlošiju oksidacijsku stabilnost (Botsoglou i sur., 2005.)

Florou-Paneri i sur. (2005.) proučavali su utjecaj hranidbe s dodatkom eteričnog ulja origana i α-tokoferil acetata na proizvodnost kokoši nesilica i kvalitetu jaja. Istraživanje je provedeno na 96 nesilica starih 32 tjedna. Prva grupa s nesilicama bila je kontrolna, druga i treća su dobivale 100 mg/kg i 200 mg/kg eteričnog ulja origana, dok je zadnja grupa dobivala 200 mg/kg α-tokoferil acetat. 24 jaja iz svakog tretmana bila su analizirana nulti dan, nakon 20 dana, 40 i 60 dana. Lipidna oksidacija se razlikovala između hranidbenih tretmana dok vrijeme skladištenja nije imalo utjecaj. Najbolju oksidacijsku stabilnost imali su žutanjci kokoši nesilica hranjenih tretmanom obogaćenim s α-tokoferil acetatom, nešto lošiju su imali žutanjci na koje je utjecao tretman obogaćen s 200 mg/kg ulja origana, a nakon toga oni na koje je utjecao tretman s 100 mg/kg ulja origana. Kontrola je imala najlošije rezultate.

U pokusu s 360 kokoši i 36 pjetla stara 28 tjedana proučavao se utjecaj hranidbe prirodnim antioksidansima na proizvodnost i reprodukciju kokoši te na oksidacijsku stabilnost jaja skladištena na sobnoj temperaturi (16 °C ±2). Perad je bila hranjena krmnom smjesmo s dvije razine (0,5 i 1,0 %) od četiri biljke (list origana, timijana, ružmarina i kurkume) te s krmim smjesama s dvije razine vitamina E (100 i 200 mg/kg). Korištena je kontrolna krmna smjesa s vitaminom E i negativna kontrolna krmna smjesa bez vitamina E. Oksidacija žutanjka se određivala na dan proneska jaja, nakon 15 i 30 dana skladištenja. Vrijeme skladištenja nije imalo utjecaja dok je dodatak 1 % origana i ružmarina te 0,5 i 1 % kurkume imalo pozitivan učinak na oksidacijsku stabilnost jaja skladištenih na sobnoj temperaturi (Radwan Nadia i sur., 2008.).

Botsoglu i sur. (1997.) određivali su utjecaj dodatka timijana u krmne smjese na oksidacijsku stabilnost jaja u pokusu s 20 Lohman nesilica starosti 35 tjedana. Kokoši su raspoređene slučajnom rasporedu u dvije grupe hranjene osnovnom hranidbom temeljenoj na kukuruzu i soji s ili bez 3% timjana. Korišteno je 12 jaja iz svakog tretmana dok je 3 jaja iz svakog tretmana bilo odmah analizirano. Ostala jaja su bila skladištena na 4 °C čija se koncentracija malonaldehida određivala nakon 15, 30 i 60 dana. Rezultati su pokazali da je hranidba timijanom značajno smanjila lipidnu oksidaciju žutanjka bez značajnog utjecaja vremena skladištenja.

4. MATERIJALI I METODE

4.1. Smještaj i hranidba kokoši nesilica

Pokus s nesilicama je proveden u objektu Zavoda za hranidbu životinja Agronomskog fakulteta u Zagrebu koji je prije toga očišćen i dezinficiran. Istraživanje je provedeno na 90 nesilica hibrida Tetra SL LL starih 18 tjedna koje su dopremljene iz farme Piko, Jastrebarsko. Nesilice su držane u žičanim kavezima u tipu baterija dimenzija 40 × 46 × 44 cm koji su imali žičani pod s nagibom prema prednjoj strani (Slika 4.1.1.). U jednom kavezu bile su tri nesilice. Ispod svakog kaveza se nalazila limena posuda za skupljanje izmeta. Kavezi su se čistili dva puta tjedno. Temperatura objekta iznosila je 22 ± 3 °C dok se svjetlosni režim sastojao od 16 sati svijetla i 8 sati mraka.



Slika 4.1.1. Kavezi (vlastiti izvor)

Hranilice su bile pocinčanog tipa koje su se ručno punile tri puta na tjedan. Svaki kavez je imao dvije nipl pojilice do kojih se voda dopremala slobodnim padom iz vodokotlića. Nesilice su hranu i vodu dobivale *ad libitum.*

Prije pokusa nesilice su bile izvagane i smještene u kaveze. Predpokusni period trajao je četiri tjedana u kojem su nesilice bile hranjene istom krmnom smjesom na bazi ječma (Tablica 4.1.1.) kako bi se probavni trakt nesilica prilagodio i pročistio od prethodno dodavanih sintetičkih karotenoida. U pokusnom razdoblju dodjeljeni su tretmani nasumičnim odabirom kaveza prema rasporedu u Tablici 4.1.2. Od 22. tjedna starosti nesilice su ušle u pokusni period koji je trajao sljedećih 10 tjedana.

Talica 4.1.1. Sirovinski sastav krmne smjese za pilenke prije proneska na bazi ječma

KRMIVA	UDIO (%)
Ječam	63,00
Pšenične posije	3,00
Sojina sačma	21,40
Ulje repice	3,00
Vapnenac	8,00
MonoCaP	0,90
Sol	0,30
Metionin	0,15
Vitamini	0,12
TRT Layer, Alltech	0,13
Ukupno	100,00

Tablica 4.1.2. Raspored hranidbenih tretmana po kavezima

Prednja strana

1 Pajdaš	2 Bc 572	3 Kekec	4 Kontrola	5 Mejaš
6 Riđan	7 Kontrola	8 Riđan	9 Bc 572	10 Pajdaš
11 Kekec	12 Mejaš	13 Riđan	14 Mejaš	15 Bc 572

Stražnja strana

16 Kontrola	17 Pajdaš	18 Kekec	19 Riđan	20 Pajdaš
21 Kontrola	22 Mejaš	23 Bc 572	24 Kekec	25 Riđan
26 Mejaš	27 Bc 572	28 Pajdaš	29 Kontrola	30 Kekec

U istraživanju je ispitivano pet hibrida kukuruza žutog zrna (Bc 572, Bc Mejaš, Bc Kekec, Bc Pajdaš i Bc Riđan) koja su bila sastavni dio smjese za nesilice (Slika 4.1.2.). U šestu, kontrolnu, smjesu dodani je hibrid žutog zrna nepoznatog porijekla ali bogat karotenoidima. U smjesama je bio isti sadržaj zrna kukuruza, udio i podrijetlo svih komponenti, a razlikovale su se samo u hibridima kukuruza (Tablica 4.1.3.). Krmne smjese su proizvedene u Tvornici stočne hrane „Kušić promet“ prema recepturi navedenoj u tablici 3 tako da zadovoljavaju potrebe nesilica prema NRC normativima (1994.). Vitamini i mikroelementi dodani u smjese prikazani su u tablici 4.1.4.

Tablica 4.1.3. Sirovinski sastav krmne smjese za nesilice koje se razlikuju u hibridu kukuruza tijekom pokusnog razdoblja

KRMIVO	**UDIO (%)**
Hibrid kukuruza	60,00
Sojina sačma	26,20
Ulje repice	3,00
Vapnenac	8,80
MonoCaP	1,20
Sol	0,40
Metionin	0,15
Vitamini	0,12
TNT Layer, Alltech	0,13
Ukupno	100

Tablica 4.1.4. Vitamini i mikroelementi dodani u 1 kg smjese

Vitamini	količina	Mikroelementi-Biopleksi iz TRT Layer Pack /mg	
Vitamin A, IJ	10000	Biopleks Zn	30
Vitamin D, IJ	2500	Biopleks Mn	30
Vitamin E, mg	20	BiopleksCu	5
Vitamin K, mg	3	BiopleksFe	5
Vitamin B1, mg	1	SelPleks	0.2
Vitamin B2, mg	4	Jod	1
Vitamin B6, mg	3		
Vitamin B12, mg	25		
Pantotenska kiselina, mg	10		
Nikotin amid, mg	30		
Folna kiselina, mg	0.5		
Biotin, mg	50		
Kolin, mg	400		



Slika 4.1.2. Vreće s krmnim smjesama za nesilice hranidbenih tretmana (vlastiti izvor)

Kokošja jaja su sakupljana svaki dan u isto vrijeme (Slika 4.1.3. i 4.1.4.). Iz svakog su se kaveza sakupila sva tri jaja te se dalje koristila za ispitivanje oksidacijske stabilnosti žutanjka. Sva jaja korištena za određivanje oksidacijske stabilnosti bila su bez oštećenja na ljusci i ujednačenih masa. Jaja su bila pospremljena i skladištena određeno vrijeme pri odgovarajućoj temperatur za daljnje analize.



Slika 4.1.3. Sakupljena jaja iz kaveza 1-15 (vlastiti izvor)



Slika 4.1.4. Sakupljena jaja iz kaveza 16-30 (vlastiti izvor)

4.2. Hranidbeni tretmani

Hibridi koji su korišteni u pokusu su Bc 572, Mejaš, Kekec, Pajdaš i Riđan. Njihove odlike prema Bc Institutu (Katalog 2017.) su:

BC 572- FAO 500

Hibrid Bc 572 ima zrno u tipu kvalitetnog zubana koje brzo otpušta vodu. Klip je velik, stabljika je niska i čvrsta. Ima odličan prinos u grupi.

Pajdaš- FAO 490

Pajdaš je hibrid kvalitetnog, crvenog i krupnog zrna s visokim prinosom. Biljka je s velikim klipom, niskom i čvrstom stabljikom i dugim zelenim listovima. Tolerantan je na kukuruznog moljca.

Kekec- FAO 330

Hibrid Kekec je polutvrdunac s visokom i čvrstom stabljikom, tamnim i uspravnim listovima i nisko nasađenim klipom. Zrno je dobre kvalitete te brzo otpušta vodu. Podnosi gušće sklopove i intenzivnu agrotehniku. Visokog je prinosa i pogodan za hranidbu svinja i peradi.

Mejaš- FAO 450

Mejaš je kvalitetan zuban s čvrstom stabljikom srednje veličine. Klip je izrazito velik s 14-16 redova. Zrno je visoke kvalitete, krupno i narančaste boje. Najveće prinose daje u rijeđem sklopu zbog čega je namijenjen za ishranu vlastite stoke.

Riđan- FAO 610

Riđan je najrodniji hibrid kukuruza koji ima odličan omjer prinosa i kvalitete zrna. Stabljika je srednje visoka i čvrsta. Klip je velik s dobrim vrhom. Zrno je vrlo krupno, crvenkaste boje te kvalitetno u tipu zubana. Urodi su stabilni u različitim agroekološkim uvjetima.

4.3. Određivanje oksidacijske stabilnosti žutanjka jaja

Oksidacijska stabilnost žutanjka jaja određivala se TBARS metodom pri čemu se mjerila koncentracija jednog od produkata lipidne peroksidacije, malondialdehida (MDA) u žutanjku jajeta (Botsoglou i sur. 1997).

Određena su oksidacijska svojstva jaja kokoši hranjenih različitim tretmanom. U pokusu utjecaja vremena skladištenja na oksidacijsku stabilnost žutanjka jajeta, analizirana su jaja istog dana kada su snešena, te nakon tjedan dana, dva tjedna, mjesec dana i dva mjeseca skladištenja na 4 º. U pokusu ispitivanja temperature skladištenja oksidacijsku

stabilnost žutanjka, jaja su skladištena dva tjedna na 4 ºC, sobnoj temperaturi i na 30 ºC, nakon čega su analizirana. Za svaku analizu korišteno je jedno jaje po kavezu, tj. 5 jaja po tretmanu, s ukupno 30 jaja. Jaja su razbijena, a odvojeni žutanjci su bili spremljeni u plastične čaše (Slika 4.3.1.).



Slika 4.3.1. Uzorci žutanjka jaja (vlastiti izvor)

U Falcon epruvete izvagano je približno 2 g žutanjka na analitičkoj vazi Mettler Toledo AB 204 S (Mettler Toledo International, Švicarska) (Slika 4.3.2.). U svaku epruvetu dodano je 10 mL 5% TCA i 5 mL heksana s 0,1% BHT. Uzorak je vorteksiran i homogeniziran na homogenizatoru T10 Basic Ultra Turrax (IKA, Njemačka) (Slika 4.3.3.).

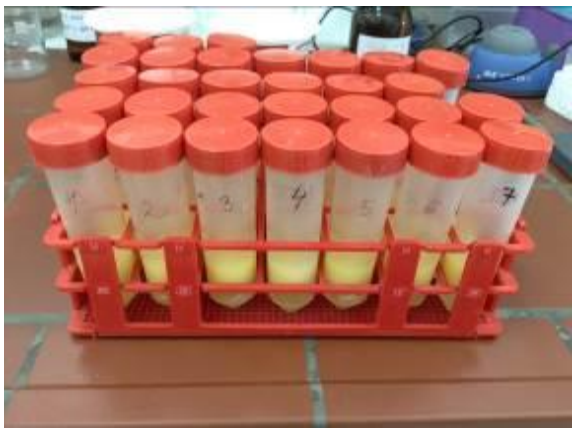


Slika 4.3.2. Uzorak izvagan na približno 2 g prilikom analize oksidacijske stabilnosti jaja (vlastiti izvor)



Slika 4.3.3. Homogeniziranje uzoraka prilikom analize oksidacijske stabilnosti jaja (vlastiti izvor)

Nakon homogeniziranja, uzorak je centrifugiran 4 min pri 4000 rpm (Centric 322A, Tehtnica, Slovenija). Gornji heksanski sloj (Slika 4.3.4.) je odvojen od uzorka, a uzorak se profiltrirao kroz plavi filter papir (grade 391) u staklene epruvete od 10 mL (slika 4.3.5.).

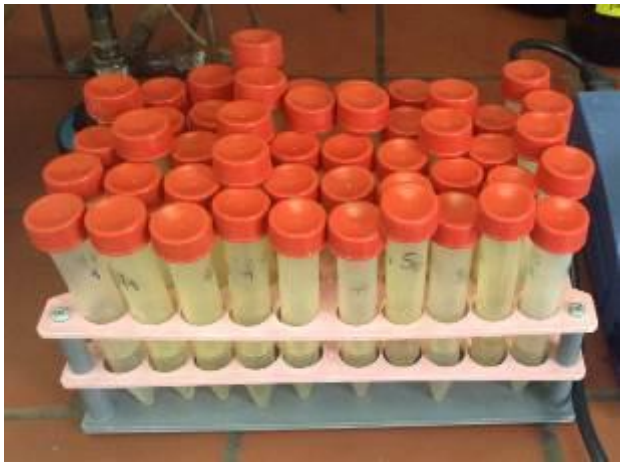


Slika 4.3.4. Gornji heksanski sloj (vlastiti izvor)



Slika 4.3.5. Filtracija uzoraka (vlastiti izvor)

Otpipetirano je 2,5 mL alikvota filtrata u polipropilensku epruvetu od 15 mL. Za slijepu probu je otpipetirno 2,5 mL otopine TCA te se priredilo 6 razrijeđenja za točke baždarnog pravca (Tablica 4.3.1.). U sve je dodano 1,5 ml 0,6 % TBA nakon čega su epruvete začepljene (Slika 4.3.6.).



Slika 4.3.6. Epruvete s otopinama uzoraka

(vlastiti izvor)

Otopine su izvorteksirane i zatim inkubirane 30 min na 90 ºC (5L, Cole-Parmer, SAD) (Slika 4.3.7.). Uzorci su stavljeni na hlađenje nakon čega je izmjerena njihova apsorbancija pri 532 nm (Helios Delta, Thermo Electron Corporation, SAD) (Slika 4.3.8.).



Slika 4.3.7. Uzorci u vodenoj kupelji

(vlastiti izvor)



Slika 4.3.8. Određivanje apsorbancije uzoraka

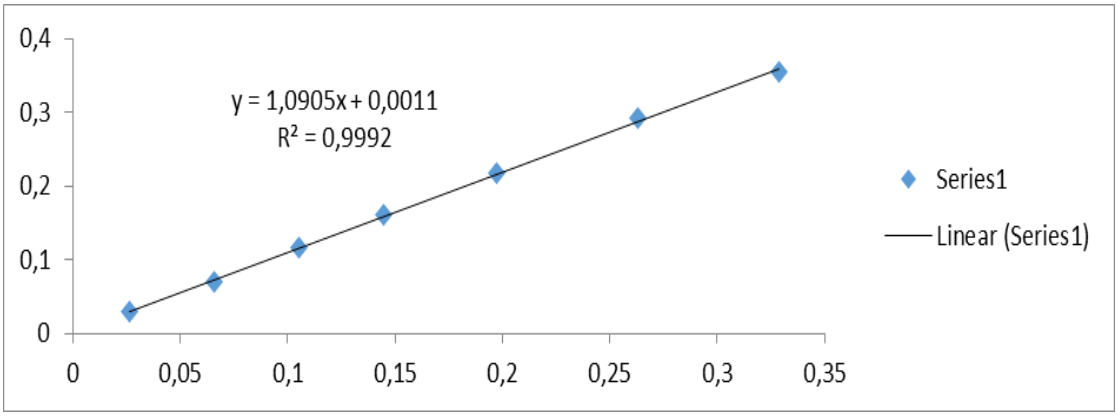
(vlastiti izvor)

Za točke baždarnog pravca korištena je radna otopina standarda koja se dobila razrjeđenjem 1 mL ishodne otopine standarda do 100 mL destiliranom vodom. Ishodna otopina je napravljena tako da je otpipetirano 73,2 µL 1, -13, -3- tetrametoksipropana (TMP) u epruvetu od 15 mL i dodalo 10 mL 0,1 M otopine HCl. Epruveta je začepljena i stavljena u kupelj pri vrenju na 5 min. Nakon hlađenja, sadržaj epruvete je kvantitativno prebačen u odmjerku od 100 mL. Ishodna otopina je mogla stajati 10 dana na 4 °C. Koncentracija tako priređene otopine iznosila je 328,87 µg/mL.

Točke za baždarni pravac (Slika 4.3.9) priređene su razrjeđenjem radne otopine standarda s 5 % TCA s ukupnim volumenom 2,5 mL (Tablica 4.3.1.). U razrjeđenja je dodan 1,5 mL 0,8 % TBA. Nakon inkubiranja otopine u vodenoj kupelji na 90 °C, sadržaj je ohlađen te je izmjerena njena apsorbancija.

Tablica 4.3.1. Točke razrijeđenja

Radna otopina standarda / µL	TCA /mL
0 (slijepa proba)	2,50
20	2,48
50	2,45
80	2,42
110	2,39
150	2,35
200	2,30
250	2,25



Slika 4.3.9. Primjer baždarnog pravca ovisnosti apsorbancije o koncentraciji MDA u otopini (vlastiti izvor)

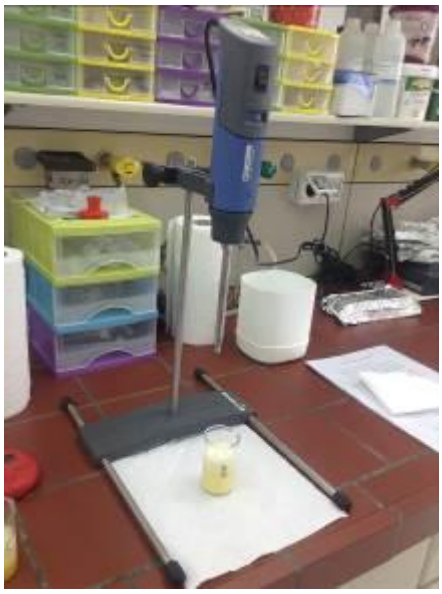
4.4. Određivanje oksidacijske stabilnosti žutanjka jaja induciranih željezom

Oksidacija jaja induciranih željezom je također određena TBARS metodom. Praćena je promjena oksidacijskih svojstva žutanjka pri utjecaju željeza za svaki tretman (hibrid) nakon 0, 50, 100, 150, 200 i 250 min inkubacije u sušioniku na 37 ºC.

Za svaki tretman korištena su jaja iz 5 kaveza. Iz svakog kaveza uzeta su tri svježa jaja. Jajima iz istog kaveza su odvojeni žutanjci, skupljeni u plastičnu čašu te dobro izmješani. U izvaganu staklenu čašicu na analitičkoj vagi odvagano je približno 9 g izmješanih žutanjaka istog kaveza (Slika 4.4.1.). U čašu je dodano 21 mL otopine KCl-a nakon čega je čaša ponovo izvagana i smjesa homogenizirana (Slika 4.4.2.).



Slika 4.4.1. Uzorak izvagan na približno 9 g (vlastiti izvor)



Slika 4.4.2. Homoniziran uzorak (vlastiti izvor)

U izvagane plastične epruvete od 50 mL u duplikatu je odpipetirano 2,5 mL homogenizirane smjese te je epruveta sa sadržajem ponovo izvagana. U smjesu je pipetom dodano 21 mL TRIS pufera, 5 mL otopine $FeSO_4 * 7H_2O$ i 5 mL otopine askorbinske kiseline. Epruvete sa sadržajem su izvagane, začepljene i izvorteksirane. Za analizu početnog stanja prije inkubacije (0 min), u nove epruvete od 50 mL, otpipetiran je alikvot od 2 mL te je zapisana njegova masa. Epruvete su stavljene u sušionik (UFE 400 53L, Memmert, Njemačka) na 37 ºC (Slika 4.4.3.). Nakon 50, 100, 150, 200 i 250 min su epruvete vađene iz sušionika kako bi se uzeo alikvot od 2 mL i odredio sadržaj MDA odnosno analizirao obujam oksidacije pri svakoj vremenskoj točki istim postupkom kao i u poglavlju 4.3.



Slika 4.4.3. Uzorci u sušioniku na 37 ºC tijekom određivanja inducirane lipidne oksidacije

4.5. Statistička obrada podataka

Izrada baždarnog pravca i izračunavanje sadržaja MDA u uzorcima žutanjaka jaja napravljena je u Excel programu (2013). Hranidbeni pokus s ukupno šest tretmana bio je postavljen po shemi slučajnog blok rasporeda u pet ponavljanja. Statistička obrada dobivenih rezultata iz prva dva dijela pokusa napravljena je analizom varijance. U prvom dijelu pokusa fiksni efekti bili su hibridi, utjecaj temperature i njihovih interakcija, dok su u drugom fiksni efekti bili hibridi i vrijeme skladištenja te njihove interakcija. Ponavljanja su u oba dijela slučajni efekti. U trećem dijelu pokusa s induciranom oksidacijom promatrao se samo utjecaj hibrida dok su ponavljanja također imala slučajni efekt. Statistička analiza podataka provedena je PROC MIXED i PROC PLM procedurama statističkog paketa SAS 9.3. (Statistical Analysis System, 2011). Razlike su smatrane značajnim ukoliko je $P \leq 0,05$.

5. REZULTATI I RASPRAVA

5.1. Oksidacijska stabilnost žutanjka jaja

5.1.1. Utjecaj hibrida i temperature

U prvom dijelu laboratorijske analize određivala se oksidacijska stabilnost žutanjka jajeta na koju su utjecala dva nezavisna parametra: hibrid kukuruza i temperatura prilikom skladištenja (ºC) te njihova interakcija. Oksidacijka stabilnost jajeta ispitivala se TBARS metodom kojom se dobila koncentracija jednog od produkata lipidne oksidacije malondialdehida (MDA). Jaja su bila skladištena 2 tjedna na 4 ºC, 25 ºC i 30 ºC (Tablica 5.1.1.1.).

Tablica 5.1.1.1. Utjecaj hibrida i temperature te njihove interakcije na oksidacijska svojstva žutanjka

Hibrid	MDA (µg/g)	*P*	Temp (ºC)	MDA (µg/g)	*P*	*P* (Hibrid x temp)
Bc Pajdaš	0,138		4	0,14[b]		
Bc 572	0,147					
Bc Kekec	0,141	0,818	25	0,114[c]	<0,001	<0,001
Bc Mejaš	0,145					
Bc Riđan	0,148		30	0,17[a]		
Kontrola	0,131					

Vrijednosti MDA s različitim slovima u eksponenciji signifikantno se razlikuju ($P < 0,05$).

Utvrđene razlike između pojedinih hibrida u vrijednostima MDA bile su zanemarive što znači da tijekom dva tjedna skladištenja jaja pri različitim temperaturama hibrid nije značajno utjecao na promjenu oksidacije u žutanjku. Pri utjecaju samog hibrida na oksidacijska svojstva žutanjka, koncentracija MDA brojčano je bila najniža u žutanjku kontrolne grupe, dok je najveća bila u žutanjku grupe hranjene Riđanom.

Koncentracija MDA bila je najveća u žutanjcima skladištenim na 30 ºC, dok je u žutanjcima skladištenim na 25 ºC bila manja nego u onim skladištenim na 4 ºC što je moguće greška same metode određivanja MDA. Dobivena *P* vrijednost ($P < 0,001$) pokazuje da je utjecaj temperature na oksidacijska svojstva žutanjka bio značajan.

Interakcija hibrida i temperature značajno je utjecala na oksidacijska svojstva žutanjka što pokazuje signifikantnost ($P < 0,001$). Kada su hibridi jedini utjecaj na oksidacijsku stabilnost

jaja, antioksidansi hibrida ugrađeni u jaju pozitivno utječu na tu stabilnost. Povećana temperatura skladištenja može uzrokovati veću energetsku aktivnost u jaju i s time manju učinkovitost antioksidansa ugrađenih iz hibride (Wang i sur., 2017.).

Rezultati ovog istraživanja se razlikuju s rezultatima istraživanja kojeg su provodili Douny i sur. (2014.) u kojem navode da prilikom hranidbe kokoši nesilica omega-3-masnim kiselinama temperatura skladištenja (4 i 20 °C) u periodu od šest tjedana nije imala značajan negativan utjecaj na udio malondialdehida u žutanjku jaja. S druge strane, u istraživanju Akter i sur. (2014.) uočena je razlika u koncentraciji MDA u ispitivanom periodu skladištenja pri različitim temperaturama kao i u našem istraživanju. Jaja skladištena na sobnoj temperaturi (28-31 °C) u periodu od 28 dana pokazivala su veće vrijednosti oksidacije nego jaja čuvana na 4 °C u istom periodu. Wang i sur. (2017.) tvrde da tijekom skladištenja jaja na 22 °C i 4 °C, temperatura značajno utječe na aktivnost lipaza, no ne i na stabilnost lipida žutanjka. Hargitai i sur. (2016.) zaključuju da se, tijekom 2 godine skladištenja jaja na temperaturama -20 °C, -50 °C i -80 °C, oksidacijska stabilnost žutanjka ne mijenja u prvih sedam mjeseci čuvanja. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da su jaja stabilnija pri nižim temperaturama skladištenja (4 °C) dok utjecaj više temperature skladištenja (30 °C) pokazuje povišenje oksidacije, čime je potvrđena važnost optimizacije temperature skladištenja jaja.

5.1.2. Utjecaj hibrida i vremena

Utjecaj hibrida kukuruza, vremena i njihove interakcije na oksidacijsku stabilnost žutanjka određivan je TBARS metodom. Mjerila se kocentracija MDA u žutanjku jajeta koja su bila skladištena 0, 14, 30 i 60 dana (Tablica 5.1.2.1.).

Tablica 5.1.2.1. Utjecaj hibrida kukuruza i vremena te njihove interakcije na oksidacijska svojstva žutanjka jaja kokoši nesilica

Hibrid	MDA (µg/g)	*P*	Vrijeme (dan)	MDA (µg/g)	*P*	*P* (Hibrid x vrijeme)
Bc Pajdaš	0,168^{bc}		0	0,116^{c}		
Bc 572	0,168^{bc}					
Bc Kekec	0,181^{ab}		14	0,140^{b}		
Bc Mejaš	0,156^{c}	<0,01			<0,001	<0,001
Bc Ridan	0,167^{bc}		30	0,124^{c}		
Kontrola	0,200^{a}		60	0,313^{a}		

Vrijednosti MDA s različitim slovima u eksponenciji signifikantno se razlikuju ($P < 0,05$).

U ovom slučaju, hibrid kukuruza pokazivao je značajan utjecaj na koncentracije MDA u žutanjku jaja kokoši nesilica. Najmanju kocentraciju sadržavali su žutanjci iz grupe tretmana Mejaš (0,156 µg/g) što znači da su oni bili oksidacijski najstabilniji. Najveću koncentraciju MDA unutar jaja kokoši nesilica hranjenih krmnim smjesama s Bc hibridima imala su jaja iz grupe tretmana Kekec (0,181 µg/g), dok su najveću koncentraciju sadržavala bilježila jaja u kontrolnoj grupi (0,200 µg/g).

Kod žutanjaka koji su bili skladišteni u različitim vremenskim periodima skladištenja utvrđena je signifikantna razlika ($P < 0,001$). Najmanju oksidaciju lipida imali su žutanjci svježih jaja (0,116 µg/g). Jaja skladištena 14 dana imala su veću oksidaciju lipida od onih skladištenih na 0 i 30 dana. Nenadano niža vrijednost koncentracije MDA koja je bila opažena 30-ti dan, moguće je rezultat greške metode. Najveću oksidacijsku aktivnost imala su jaja analizirana nakon 60 dana skladištenja (Tablica 5.1.2.1.).

Interakcija hibrida i duljine vremena skladištenja imala je značajan utjecaj na oksidacijsku stabilnost jaja ($P < 0,001$) što ukazuje na to da se oksidacijska stabilnost hibrida razlikovala u pojedinim vremenskim točkama.

Rezultati ovog istraživanja ne poklapaju se s onima u istraživanju utjecaja hranidbe ružmarinom, origanom, šafranom i α-tokoferolom na oksidacijsku stabilnost jaja u kojem se ispituje koncentracija MDA u uzorcima skladištenim na 0, 3, 6, 9, 12 i 15 dana. U navedenom pokusu lipidna oksidacija u žutanjku se nije povećala duljinom skladištenja ali su dobivene razlike u koncentraciji MDA između hranidbenih tretmana. Rezultati su pokazali da najmanju lipidnu oksidaciju imaju žutanjci na koje je utjecao tretman s α-tokoferolom koji ima najbolja antioksidacijska svojstva (Botsoglou i sur. 2005.). Florou-Paneri i sur. (2005.) zaključuju da eterično ulje origana i α-tokoferol smanjuju oksidaciju u žutanjku. Uzorci analizirani nulti dan, nakon 5 dana, 10 i 15 dana pokazuju da vrijeme skladištenja nema utjecaja na oksidacijsku aktivnost u žutanjku te da je ona primarno pod utjecajem tretmana. Najmanja oksidacija se očitala u žutanjcima na koje je utjecao tretman s α-tokoferolom. U istraživanju utjecaja prirodnih antioksidanata na oksidacijsku stabilnost jaja, Radwan i sur. (2008.) utvrđuju koncentraciju MDA u uzorcima žutanjka na dan nesenja jaja, nakon 15 i 30 dana skladištenja. Zaključuju da hranidba prirodnim antioksidansima ostavlja pozitivan učinak na jaja te da vrijeme nema signifikantan utjecaj na oksidacijsku stabilnost žutanjka iako je prisutan blagi trend porasta vrijednosti MDA tijekom skladištenja. Botsoglou i sur. (1997.) zaključuju da vrijeme skladištenja nema utjecaja dok korištenje tijamina značajno pozitivno utječe na oksidacijsku stabilnost žutanjka.

U svakom od istraživanja, rezultati pokazuju da vrijeme skladištenja jaja nema značajan utjecaj na promjenu u koncentraciji MDA, dok hranidba prirodnim antioksidantsma pozitivno utječe na oksidacijsku stabilnost jaja, što znači da su žutanjci s više antioksidanata duže stabilni. Za razliku od tih istraživanja, u našem se pojavljuje značajna razlika u oksidaciji između različite duljine skladištenja te između hranidbenih tretmana, ovisno o njihovom sadržaju antioksidansa.

5.2. Inducirana oksidacija

Da bi se utvrdio utjecaj različitog hibrida na maksimalno moguća oksidacijska svojstva žutanjka, provedana je analiza u kojoj je korišteno željezo koje potiče oksidaciju. Pratila se promjena oksidacijskih svojstva žumanjka pri utjecaju željeza za svaki hranidbeni tretman (hibrid kukuruza) nakon 0, 50, 100, 150, 200 i 250 min inkubacije u sušioniku na 37 ºC. Koncentracija MDA se utvrđivala TBARS metodom.

Prva točka inducirane oksidacije predstavlja uzorak koji nije bio inkubiran odnosno izložen temperaturi od 37 ºC (Tablica 5.2.1.). U uzorak se dodala otopina $FeSO_4$ i nakon toga se odmah odredila koncentracija MDA u žutanjku jajeta. Rezultati pokazuju da je najmanja lipidna oksidacija bila u žutanjcima jaja nesilica hranjenih krmnom smjesom koja se bazirala na hibridu Bc 572. Oksidacija žutanjaka slična onoj iz grupe tretmana Bc 572, ali nešto veća bez statističke značajnosti ($P > 0,05$), bila je u žutanjcima jaja iz grupa Bc Mejaš i Bc Riđan., Signifikantno veće vrijednosti od žutanjaka iz grupe Bc 572 imali su žutanjci iz grupe Bc

Kekec i Bc Kontrola. Najveću koncentraciju MDA imali su uzorci žutanjaka na koje je utjecao tretman s Bc Pajdašom koja nije bila signifikantno različita od žutanjaka iz grupe hibrida Bc Kekec i Kontrola. Navedeni rezultati pokazuju da je hibrid korišten u hranidbi nesilica imao značajan utjecaj na koncentraciju MDA prije same inkubacije žutanjaka. U prethodnim pokusima, koncentracija MDA u žutanjku u nultoj točki je također značajna, a njihove vrijednosti su veće nego u ovoj točki inducirane oksidacije.

Tablica 5.2.1. Utjecaj hibrida kukuruza na oksidacijska svojstva žutanjka jaja kokoši nesilica prije inkubacije (0 min) u sušioniku na 37 ºC

	Bc Pajdaš	Bc 572	Bc Kekec	Bc Mejaš	Bc Riđan	Kontrola
TBARS_0 (ng/g)	$48,09^{a}$	$26,35^{d}$	$40,54^{abc}$	$34,25^{bcd}$	$30,43^{cd}$	$45,99^{ab}$
P	<0,01					

Vrijednosti MDA s različitim slovima u eksponenciji signifikantno se razlikuju ($P < 0,05$).

Vrijednosti MDA žutanjka prije inkubacije na 37 ºC imali su slične vrijednosti kao i žutanjci iz istraživanja koje su proveli Galobart i sur. (2001.). Jaja dopunjena α-tokoferil acetatom imala su nisku koncentraciju MDA (17 ng/g), a jaja obogaćena ružmarinom imala 22 ng/g MDA, dok su se vrijednosti u našem istraživanju kretale između 26,35 ng/g MDA (Bc 572) i 48,09 ng/g MDA (Bc Pajdaš). Lopez-Bote i sur. (1997.) su proučavali utjecaj slobodnog uzgoja kokoši na oksidacijska svojstva jaja i koncentraciju α-tokoferola u jajima. MDA su mjerili u mmol/kg te su dobili vrijednosti prije inkubacije od 0,49 do 0,65 mmola/kg odnosno od 35,31 do 46,84 ng/g MDA u uvjetima inducirane oksidacije. Isti autori nisu utvrdili signifikantnu razliku između uzoraka žutanjaka kokoši hranjenih komercijalnom krmnom smjesom u kavezima i uzoraka jaja kokoši hranjenih komercijalnom krmnom smjesom i travom ali u slobodnom uzgoju.

U drugoj točki inducirane oksidacije uzorci su bili uzimani nakon 50 minuta inkubacije u sušioniku na 37 ºC (Tablica 5.2.2..). Odredio se stupanj lipidne oksidacije u žutanjku pomoću TBARS metode. Najmanju oksidacijsku akitivnost ovaj put imali su uzorci iz grupe hranjene krmnom smjesom na bazi hibrida Bc Riđana. Veću, ali ne signifikantnu ($P > 0,05$), koncentraciju MDA imali su oni iz grupe Bc 572 i Bc Pajdaš. Najviša koncentracija MDA pojavila se u grupi tretmana hranjene krmnom smjesom na bazi hibrida Bc Mejaš i bila je signifikantno veća ($P < 0,05$) od vrijednosti ostalih tretmana uz iznimku za tretmane (hibride) Bc Kekec i kontrola. Između vrijednosti MDA u žutanjcima jaja pojedinih hranidbenih tretmana utvrđena je signifikantna razlika (Tablica 5.2.2.).

Tablica 5.2.2.. Utjecaj hibrida kukuruza na oksidacijska svojstva žutanjka jaja kokoši nesilica inkubiranih na 50 min u sušioniku na 37 ºC

	Bc Pajdaš	Bc 572	Bc Kekec	Bc Mejaš	Bc Riđan	Kontrola
TBARS_50 (ng/g)	$88,68^{bcd}$	$80,86^{cd}$	$109,00^{abc}$	$125,55^{a}$	$72,33^{d}$	$123,46^{ab}$
P	<0,05					

Vrijednosti MDA s različitim slovima u eksponenciji signifikantno se razlikuju ($P < 0,05$).

Rezultati Galobart i sur. (2001.) pokazuju da je nakon 50 min u sušioniku koncentracija MDA ostala ista kao koncentracija MDA prije inkubacije u jajima na koje je utjecao tretman s α-tokoferilom (17 ng/g), dok se u grupama s ružmarinom i kontrolnoj skupini vrijednost MDA naglo povećala (65 ng/g i 103 ng/g). Rezultati ovog istraživanja ponašaju se slično, koncentracija MDA naglo se povećala nakon inkubacije u sušioniku 50 min na 37 ºC. Najnižu koncentraciju MDA imao je Bc Riđan s 72,33 ng/g MDA, dok najvišu imao Bc Mejaš s 125,55 ng/g. U istraživanju kojeg su proveli Lopez-Bote i sur. (1997.) , u prvom koraku, jaja su bila inkubirana 30 min. Slično kao i u ovom istraživanju, Lopez i sur. (1997.) bilježe porast MDA, no razlika između uzoraka iz grupe hranjene u kavezima i grupe iz slobodnog uzgoja nije bila značajna.

Treća točka predstavlja uzorke u koje je dodano željezo i koji su bili inkubirani u sušioniku 100 minuta na 37 ºC (Tablica 5.2.3..). Nakon što su uzorci izvađeni iz sušionika, određena im je koncentracija MDA TBARS metodom. Najnižu koncentraciju ponovo su imali žutanjci na koje je utjecao tretman s Bc Riđanom zajedno s onima na koje je utjecao tretman s Bc Pajdašem. Najveću koncentraciju pokazali su uzorci žutanjka iz grupe hranjene Bc Mejašom, ali bez signifikantne razlike u odnosu na žutanjke jaja iz grupa jaja tretmana Bc Kekec, Bc 572 i kontrola. Kao i u prethodnim inkubacijama između vrijednosti MDA u žutanjcima jaja pojedinih hranidbenih tretmana utvrđena je signifikantna razlika (Tablica 5.2.3..).

Tablica 5.2.3. Utjecaj hibrida kukuruza na oksidacijska svojstva žutanjka jaja kokoši nesilica inkubiranih na 100 min u sušioniku na 37 ºC

	Bc Pajdaš	Bc 572	Bc Kekec	Bc Mejaš	Bc Riđan	Kontrola
TBARS_100 (ng/g)	$96,97^{b}$	$141,34^{ab}$	$165,6^{a}$	$174,78^{a}$	$97,77^{b}$	$153,57^{a}$
P	<0,011					

Vrijednosti MDA s različitim slovima u eksponenciji signifikantno se razlikuju ($P < 0,05$).

Galobart i sur. (2001.) navode da, nakon 100 min inkubacije uzoraka u sušioniku na 37 ºC, koncentracija MDA u jajima α-tokoferil acetat tretmana ostaje ista (oko 17 ng/g), dok u tretmanu s ružmarinom raste na 70 ng/g MDA dok je kontrolna skupina jaja bez antioksidacijskih trtemana bilježila vrijednost od 120 ng/g MDA. Kao i u jajima tretmana s ružmarinom i kontrolnom skupinom, koncentracija MDA u žutanjcima jaja u ovom istraživanju se povećavala, ali sporijim tijekom u nekim hibridima, do 97,77 ng/g kod jaja iz grupe nesilica hranjenih tretmanom Bc Riđanom ili naglije do 174,78 ng/g kao kod grupe nesilica hranjenih tretmanom s Bc Mejašom. Drugi korak u inkubaciji jaja iz istraživanja kojeg su proveli Lopez-Bote i sur. (1997.), su žutanjci jaja koja su bila skladištena do 60 min u sušioniku na 37 ºC. U navedenom istraživanju koncentracija MDA se blago povećala između 30 i 60 minuta inkubacije (srednja vrijednost svih tretmana s 88,28 na 93,68 ng/g) te nije utvrđena signifikantna razlika između tretmana.

Nakon inkubacije uzorka na 150 minuta u sušioniku pri 37 ºC, izmjerena je koncentracija MDA u žutanjku za četvrtu vremensku točku (Tablica 5.2.4.). U ovoj točki najmanju koncentraciju MDA sadržavali su žutanjci jaja od kokoši hranjenih krmnom smjesom s Bc Pajdašom i Bc Riđanom, a najveću su imali žutanjci na koje je utjecao tretman s Bc Majašom ali bez signifikantne razlike u odnosu na ostala tri tretmana. U ovoj točki jasnije se vidi trend koji ukazuje na to koji su hibridi djelovali pozitivno a koji nešto lošije na oksidacijska svojstva žutanjka jaja kokoši nesilica. Žutanjci iz trtetmana Bc Pajdaš i Bc Riđan pokazuju najmanju promjenu oksidacije te su jaja nesilica hranjenih s navedenim hibridima bila značajno stabilnija od jaja iz tretmana hranjenih ostalim hibridima. I u ovoj točki utvrđena je signifikantna razlika između vrijednosti MDA u žutanjcima jaja pojedinih hranidbenih tretmana (Tablica 5.2.4.).

Tablica 5.2.4. Utjecaj hibrida kukuruza na oksidacijska svojstva žutanjka jaja kokoši nesilica inkubiranih na 150 min u sušioniku na 37 ºC

	Pajdaš	BC572	Kekec	Mejaš	Riđan	Kontrola
TBARS_150 (ng/g)	114,12[b]	188,79[a]	216,27[a]	239,63[a]	114,67[b]	191,77[a]
P	<0,0024					

Vrijednosti MDA s različitim slovima u eksponenciji signifikantno se razlikuju ($P < 0,05$).

U istraživanju kojeg su proveli Galobart i sur. (2001.), rezultati uzoraka u koje je dodano željezo, nakon 150 min inkubacije prikazuju da se koncentracija MDA u jajima na koje je utjecao tretman s α-tokoferil acetatom i onim na koje je utjecao tretman s ružmarinom te u kontrolnoj skupini nije povećala u odnosu na vrijednosti uzoraka inkubiranih na 100 minuta. Za razliku od tog istraživanja, koncentracija MDA u žutanjcima iz ovog istraživanja raste i pri 150 min inkubacije, s najnižim vrijednostima od 114,12 ng/g u Bc Pajdašu i 114,67 ng/g u Bc Riđanu te s najvišom vrijednosti od 239,63 ng/g u žutanjcima jaja nesilica hranjenih s Bc Mejašem.

U petoj točki inkubacije, uzorak se inkubirao u sušioniku 200 minuta na 37 ºC (Tablica 5.2.5.). Nakon 200 minuta inkubacije, uzorci žutanjaka jaja iz tretmana s Bc Pajdašem i Bc Riđanom još uvijek su imali najniže vrijednosti oksidacije u ovom istraživanju. Veću vrijednost MDA imali su žutanjci iz hranidbenih tretmana s hibridima Bc 572, Bc Kekec i Kontrola te oni s najvišim vrijednostima MDA iz tretmana s hibridom Bc Mejaš. Kao i u prethodnim točkama inkubacije, i u ovoj točki bilježimo iste odnose u oksidacijskoj stabilnosti žutanjaka između pojedinih hibrida sa signifikantnim utjecajem hibrida na vrijednosti MDA (Tablica 5.2.5.).

Tablica 5.2.5. Utjecaj hibrida kukuruza na oksidacijska svojstva žutanjka jaja kokoši nesilica inkubiranih na 200 min u sušioniku na 37 ºC

	Bc Pajdaš	Bc 572	Bc Kekec	Bc Mejaš	Bc Riđan	Kontrola
TBARS_200 (ng/g)	140,85[b]	240,66[a]	262,43[a]	289,49[a]	135,61[b]	288,46[a]
P	<0,001					

Vrijednosti MDA s različitim slovima u eksponenciji signifikantno se razlikuju ($P < 0,05$).

Za razliku od ovog istraživanja koje bilježi porast koncentracije MDA Galobart i sur. (2001.) ne bilježe porast oksidacijske aktivnosti pri 200 min inkubacije. Navedeni autori bilježe konstantne koncentracije MDA u svim tretmanima i nakon 200 minuta inkubacije u sušioniku na 37 ºC.

U zadnjoj, šestoj točki inkubacije, žutanjci su izvađeni iz sušionika nakon 250 minuta inkubacije na 37 ºC (Tablica 5.2.6.). Nakon provedene TBARS analize, rezultati su pokazali da je i nakon 250 minuta inkubacije, koncentracija MDA u žutanjcima iz grupe nesilica hranjenih smjesom na bazi hibrida Bc Riđan još uvijek najmanja, što znači da Bc Riđan ima najviše antioksidanasa koji smanjuju potencijalan obujam oksidacije u odnosu na ostale tretmane. Žutanjci jaja kokoši nesilica hranjenih s krmnom smjesom na bazi hibrida Bc Riđan imali su najmanju lipidnu oksidaciju i najbolju oksidacijsku stabilnost u cijelom pokusu indukcije oksidacije željezom. Pri inkubaciji od 250 min odmah nakon tretmana s Bc Riđanom, tretman s Bc Pajdašem bilježio je najmanje vrijednosti MDA u žutanjcima ali bez signifikantne razlike u odnosu na žutanjke jaja iz tretmana Bc Riđanom ($P > 0,05$). Najlošiju oksidacijsku stabilnost i najviše vrijednosti MDA u žutanjcima određeno je u žutanjcima jaja iz grupa nesilica hranjenih s krmnom smjesom na bazi hibrida Bc Kekecom i Bc Mejašom, dok su Bc 572 i Kontrola imale nešto stabilnije, ali ne i signifikantno manje vrijednost MDA u odnosu na Bc Kekec i Bc Mejaš. Razlika u koncentraciji MDA između najboljeg (Bc Riđan – 165,08 ng/g) i najlošijeg hibrida (Bc Kekec – 353, 38 ng/g) bila je velika, skoro 190 ng/g (Tablica 5.2.6.).

Tablica 5.2.6. Utjecaj hibrida kukuruza na oksidacijska svojstva žutanjka jaja kokoši nesilica inkubiranih na 250 min u sušioniku na 37 ºC

	Bc Pajdaš	Bc 572	Bc Kekec	Bc Mejaš	Bc Riđan	Kontrola
TBARS_250 (ng/g)	$173,7^{b}$	$319,69^{a}$	$353,38^{a}$	$349,33^{a}$	$165,08^{b}$	$336,88^{a}$
P	<0,01					

Vrijednosti MDA s različitim slovima u eksponenciji signifikantno se razlikuju ($P < 0,05$).

Galobart i sur. (2001.) u svojim pokusima ne bilježe promjenu u količini MDA i pri inkubaciji od 250 min u odnosu na prethodne vremenske točke inkubacije. Navedeni autori nakon 250 min i dalje imaju nepromjenjenu lipidnu oksidaciju. Rezultati ovog istraživanja, s druge strane pokazali su da se oksidacija još uvijek povećava u žutanjcima kokoši hranjenih različitim hibridima nakon 250 minuta inkubacije u sušioniku (Tablica 5.2.6).

Galobart i sur. (2001.) istraživali su utjecaj krmne smjese dopunjene ekstraktom ružmarina i α-tokoferil acetata na lipidnu oksidaciju jaja obogaćena ω3-masnim kiselinama.

Tijekom cijelog vremena inkubacije u sušioniku, jaja oplemenjena α-tokoferil acetatom su imala manje vrijednosti MDA u odnosu na jaja oplemenjenih ružmarinom dok su najviše vrijednosti MDA bilježili žutanjci jaja kontrolne skupine. Koncentracija MDA u žutanjcima jaja s dodatkom α-tokoferil acetata ostala je ista od početka do kraja inkubacije. U žutanjcima jaja s dodanim ružmarinom i kontrolnim žutanjcima vrijednost MDA se u prvom dijelu inkubacije (prvih 50 min) naglo povećavala, nakon čega se oksidacijska aktivnost stabilizirala te je od 100 min inkubacije postala konstantna. S druge strane u ovom istraživanju vrijednosti MDA u žutanjcima jaja ispitivanih hibrida rasle su konstantno od početka do kraja inkubacije. Na početku inkubacije vrijednosti MDA iznosile su od 26 ng/g (Bc 572) do 48 ng/g (Bc Pajdaš). Nakon 250 min inkubacije najmanju koncentraciju MDA imali su uzorci na koje je utjecao tretman s Bc Riđanom (165,08 ng/g), a najveću uzorci na koje je utjecao hranidbeni tretman s Bc Mejašom (349,33 ng/g). Sličan trend porasta MDA s vremenom inkubiranja koji su pokazali žutanjci jaja u ovom istraživanju zabilježili su i Lopez-Bote i sur. (1998.) uz razliku da su navedeni autori svoje uzorke žutanjka analizirali nakon 0, 30 i 60 min inkubacije u sušioniku na 37 ºC. Razlika nije bila značajno različita između žutanjaka kokoši hranjenih komercijalnom hranom u kavezu i žutanjaka kokoši hranjenih komercijalnom hranom u kombinaciji s travom u uvjetima slobodnog uzgoja (Lopez-Bote i sur. 1998.) što je različito od ovog istraživanja u kojem je utvrđena signifikantna razlika između žutanjaka jaja ispitivanih hibrida u oksidacijskoj stabilnost (količini MDA) u svim točkama inkubacije u uvjetima induciranja oksidacije sa željezom.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata dobiveni tijekom istraživanja, možemo zaključiti da:

- temperatura utječe na oksidacijsku stabilnost žutanjka tako da veća temperatura uzrokuje veću lipidnu oksidaciju u žutanjku.
- se povećanjem duljine skladištenja jaja povećao udio MDA u uzorcima jaja čuvanih pri optimalnim uvjetima skladištenja ali tek u 60. danu skladištenja. Kada je ljuska jaja neoštećena, jaja su stabilna minimalno 30 dana skladištenja pri 4 °C dok iza 60 dana pokazuju promjene u oksidacijskoj stabilnosti.
- signifikantna razlika utvrđena između koncentracije MDA u uzorcima žutanjaka jaja kokoši nesilica hranjenih krmnim smjesama na bazi različitih hibrida kukuruza u uvjetima inducirane oksidacije potvrđuje hipotezu da hibridi kukuruza utječu na oksidacijsku stabilnost žutanjka jajeta pretpostavljamo da hibridi s boljim antioksidanskim sastavom omogućuju bolju otpornost jaja kokoši nesilica na oksidaciju.

Literatura

1. Akter Y., Kasim A., Omar H., Sazili A. O. (2014). Effect of storage time and temperature on the quality characteristics of chicken eggs, Journal and Food, Agricultuee & Enviroment 12 (3&4): 87-89.

2. Balentović M. (2014). Utjecaj mikrovalnog zagrijavanja, antioksidansa i skladištenja na oksidacijsku stabilnost hladno prešanog ulja podlanka (*Camelina sativa* L.). Diplomski rad. Sveučilište Josipa Juraja Strossmaayera u Osijeku, Prehrambeno- tehnološki fakultet Osijek.

3. Bc hibridi kukuruza- katalog 2017.

4. Botsoglou N. A., Yannakopouloss A. L., Fletouris D. J., Tserveni-Gosussi A. S., Fortomaris P. D. (1997). Effect of dietary thyme on the oxidative stability of egg yolk. J. Agri. Food Chem 45: 3711-3716.

5. Botsoglou N., Florou-Paneri P., Botsoglou E., Dotas V., Giannenas I., Koidis A., Mitrakos P. (2005). The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and α-tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs, South African Journal of Animal Science 35 (3): 143-151.

6. Burri B., La Frano M., Zhu C. (2016). Absorption, metabolism, and functions of β-cryptoxanthin. Nutrition Reviews 74 (2): 69-82.

7. Douny C., El Khoury R., Delmelle J., Brose F., Degand G., Moula N., Farnir F., Clinquart A., Maghuin-Rogister G., Scippo M.L. (2015). Effect of storage and cooking on the fatty acid profile of omega-3 enriched eggs and pork meat marketed in Belgium, Food Science & Nutrition 3 (2): 140-152.

8. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org . Pristupljeno 17. Prosinca 2017.

9. Florou-Paneri P., Nikolakakis I., Giannenas I., Koidis A., Botsoglou E., Dotas V., Mitsopoulos (2005). Hen performance and egg quality as affected by dietary

oregano essential oil and α-tocopheryl acetate supplementation, International Journl of polutry Science 4 (7): 449-454.

10. Galobart J., Barroeta A. C., Baucells M. D., Codony R., Ternes W. (2001). Effect of Dietary Supplementation with Rosemary Extract and α-Tocopheryl Acetate on Lipid Oxidation in Eggs Enriched with ω3-Fatty Acids, Polutry Science 80: 460-467.

11. Grbeša D. (2008). Bc hibridi kukuruza u hranidbi životinja, Zagreb.

12. Grbeša D. (2016). Hranidbena svojstva kukuruza, BC Institut d.d., Zagreb.

13. Grčević M., Gajčević-Kralik Z., Kralik, G., Ivanković S. (2011). Kokošje jaje kao funkcionalna namirnica, Krmiva 53: 93-100.

14. Hargitai R., Nyiri Z., Eke Z., Török, J. (2016). Effects of Temperature and Duration of Storage on the Stability of Antioxidant Compounds in Egg Yolk and Plasma, Physiological and Biochemical Zoology 89 (2):161–167.

15. Jašić Midhat (2010). Uvod u biološki aktivne komponente hrane- Modul prvi: Biološki aktivni sastojci hrane, dodaci prehrani, funkcionalna hrana i fortifikacija hrane. http://prirodnamedicina.org. Pristupljeno 27. listopada 2017

16. Kapš M., skripta. Biometrika i planiranje istraživanja na životinjama, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

17. Kljak, K., Grbeša, D., Carotenoid content and antioxidant activity of hexane extracts from selected Croatian corn hybrids, Food Chemistry (2014), doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.002

18. Lopez- Bote C. J., Sanz Ariaz R., Rey A.I., Castaño A., Isabel B., Thos J. (1997). Effect of free-range feeding on ny3 fatty acid and a-tocopherol content and oxidative stability of eggs, Animal Feed Science Technology 72: 33-40.

19. Mijat V. (2013). Kako pravilno skladištiti jaja u kućanstvu. https://www.agroklub.com/agro-hobi/kako-pravilno-skladistiti-jaja-u-kucanstvu/8887/. Pristupljeno 27. listopada 2017.

20. Mohiti-Asli, M., Shariatmadari, F., Lotfollahian, H., Mazuj, M.T. (2008). Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality, lipid oxidation and fatty acid composition during storage. Can.J.Anim.Sci. 88,475-483.

21. NRC- National Reasherch Council (1994). Nutrient requirements od Polutry: Ninth Revised Edition, 1994. Washington, DC: The National Academies Press.

22. Pokorny J., Yanishilieva N., Gordon M. (2001). Antiokxidants in food- practical applications- Woodhead Publishing Ltd.

23. Poljoprivredni fakultet Osijek (2004)., http://www.pfos.hr. Pristupljeno 25. rujna 2017.

24. Radwan Nadia L., Hassan, R.A. Qota E.M., Fayek H.M. (2008). Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens, International Journl of polutry Science 7 (2): 134-150.

25. SAS (2011.): OnlineDoc Software Release 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA

26. Shahidi, F. (2000.). Antioxidants in food and food antioxidants. Nahrung 44 3: 158-163.

27. Shahidi F., Zhong Y. (2005). Antioksidants: Regulatory status. Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canada. Bailey´s Industrial Oil and Fats Products 6: 491-512.

28. Vercellotti J. R., St. Angelo A. J., Spanier A. M. (1992). Lipid oxidation in foods, an overview. American Chemical Society, New Orleans.

29. Wang Q., Jin G., Wang N., Guo X., Jin Y., Ma M. (2017). Lipolysis and Oxidation of Lipids during Egg Storage at Different Temperatures, Czech J. Food Sci. 35: 229-235.

Životopis

OSOBNI PODACI

Estera Palačić

Datum rođenja: 02.04.1993.

Franje Barića 7, 40 000 Šenkovec, Hrvatska

+385 913602351

epalacic@gmail.com

RADNO ISKUSTVO

14 dana, Kolovoz, 2015.	UTOČISTE ZA MEDVJEDE - Mjesto: Kuterevo - Pozicija: Volonter - Glavni zadaci i odgovornosti: -briga o medvjedima, njihovom staništu, hrani i okolini -organizacija grupa stranih volontera za radove u utočištu -vođenje posjetitelja utočištem
14 dana, Ožujak, 2015.	CENTAR ZA TRAVNJAŠTVO, Pokušalište Agronomskog fakulteta u Zagrebu - Mjesto: Sljeme - Pozicija: Praktikant - Glavni zadaci i odgovornosti: - laboratorijsko ispitivanje biljnih uzoraka s travnjaka - briga o govedima, ovcama i konjima
Ožujak- Srpanj, 2017.	ZAVOD ZA HRANIDBU ŽIVOTINJA, Agronomski fakultet u Zagrebu - Mjesto: Zagreb - Pozicija: Praktikant - Glavni zadaci i odgovornosti: - provođenje pokusa na kokošima radi utvrđivanja utjecaja različitog hibrida kukuruza na proizvodna svojstva nesilica - hranjenje životinja, čišćenje kaveza i zabilježavanje podataka dobivenih tijekom pokusa - laboratorijsko određivanje oksidacijske stabilnosti žutanjka jaja TBARS metodom

OBRAZOVANJE

Listopad, 2015. – Rujan, 2017.	Diplomski studij – Hranidba životinja i hrana Agronomski Fakultet Zagreb Kolegiji: *Opća hranidba životinja, Hrana za životinje, Hranidba konja i kućnih ljubimaca, Hranidba preživača, Tehnika proizvodnje hrane za životinje, Hranidba peradi i kunića, Hranidba svinja, Krmne kulture, Hranidba goveda u proizvodnji mesa, Hranidba ovaca i koza, Biologija probave i metabolizam* *Diplomski rad: „Utjecaj hibrida kukuruza na oksidacijsku stabilnost jaja kokoši nesilica pri skladištenju i u uvjetima inducirane oksidacije*“
Listopad, 2012. – Rujan, 2015.	Preddiplomski studij – Animalne Znanosti Agronomski Fakultet Zagreb Kolegiji: *Hranidba životinja, Uzgoj i korištenje goveda, Uzgoj i korištenje ovaca, uzgoj i korištenje koza, Uzgoj i korištenje konja* *Završni rad: "Fizičko-ekološka svijest pasa"*
Rujan, 2008. – Lipanj, 2012.	Gimnazija Josipa Slavenskog, Čakovec

TERENSKA NASTAVA

Zaštita zdravlja životinja

- Uzimanje uzoraka krvi kozama i jarićima
    - Obavljanje testova na artritis starih koza i encefalitis jarića
    - Cilj: isključiti životinje s genetskom predispozicijom artritisa iz reprodukcije

- Rektalni i vaginalni pregled krave
    - Dijagnosticiranje graviditeta da bismo utvrdili da je životinja koncipirala
    - Cilj: smanjiti neproduktivno razodblje proizvodnog ciklusa plotkinje

Kemija i kontola hrane za životinje

- Testiranje uzoraka kukuruznog zrna i kukuruzne silaže određivanjem njihovih fizikalnih i kemijskih svojstava

DODATNI PODACI

JEZICI

- Engleski (B2)

RAČUNALNE VJEŠTINE I KOMPETENCIJE

- Osnove rada na računalu, poznavanje MS office

VOZAČKA DOZVOLA

- B kategorija