

Primjena selenom biofortificiranog kukuruza i soje u hranidbi tovnih pilića

Jelić, Stjepan

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:331423>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Stjepan Jelić, absolvent

Diplomski studij Zootehnika, smjer Hranidba domaćih životinja

PRIMJENA SELENOM BIOFORTIFICIRANOG KUKURUZA I SOJE U
HRANIDBI TOVNIH PILIĆA

Diplomski rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Stjepan Jelić, apsolvent

Diplomski studij Zootehnika, smjer Hranidba domaćih životinja

PRIMJENA SELENOM BIOFORTIFICIRANOG KUKURUZA I SOJE U
HRANIDBI TOVNIH PILIĆA

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof.dr.sc. Matija Domaćinović, predsjednik
2. doc.dr.sc. Ivana Prakatur, mentorica
3. prof.dr.sc. Marcela Šperanda, članica

Osijek, 2020.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Biofortifikacija	2
2.2. Selen i njegova važnost u hranidbi životinja.....	5
2.3. Tovna obilježja pilića hibrida Ross 308	12
3. MATERIJALI I METODE RADA.....	15
3.1. Plan provedbe pokusa.....	15
3.2. Proizvodni pokazatelji	19
3.3. Vrijednosti odabranih krvnih pokazatelja	20
3.4. Pokazatelji kvalitete mesa tovnih pilića	21
3.5. Ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet tovnih pilića	23
3.6. Statistička obrada podataka	23
4. REZULTATI.....	24
4.1. Rezultati istraživanja proizvodnih pokazatelja tovnih pilića	24
4.1.1. Tjelesna masa pilića.....	24
4.1.2. Tjedni prirast pilića.....	25
4.1.3. Konzumacija hrane	27
4.1.4. Konverzija hrane.....	29
4.2. Rezultati biokemijskih analiza krvi tovnih pilića.....	31
4.3. Rezultati istraživanja pokazatelja kvalitete mesa tovnih pilića.....	33
4.3.1. Klaonička kvaliteta pilećih trupova	33
4.3.2. Tehnološka svojstva kvalitete mesa.....	35
4.4. Rezultati istraživanja ponašanja, zdravstvenog stanja i mortaliteta tovnih pilića	39
5. RASPRAVA	40
5.1. Proizvodni pokazatelji tovnih pilića.....	40
5.1.1. Tjelesne mase pilića.....	40
5.1.2. Tjedni prirast pilića.....	41
5.1.3. Konzumacija hrane	41
5.1.4. Konverzija hrane.....	41
5.2. Biokemijski pokazatelji	42

5.3. Klaonička svojstva pilećih trupova	42
5.4. Tehnološka svojstva mesa	43
5.5. Pokazatelji ponašanja, zdravstvenog stanja i mortalitet tovnih pilića.....	45
6. ZAKLJUČAK	46
7. POPIS LITERATURE	47
8. SAŽETAK	50
9. SUMMARY	51
10. POPIS TABLICA	52
11. POPIS SLIKA	53
12. POPIS GRAFIKONA	54
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA.....	55
BASIC DOCUMENTATION CARD	56

1. UVOD

Peradarstvo predstavlja jednu od najvažnijih grana stočarske proizvodnje. Značaj peradarstva je u proizvodnji mesa i konzumnih jaja. Proizvodnja mesa peradi i jaja bilježi stalni porast. U 2015. godini proizvedeno je 115 milijuna tona mesa peradi, a u 2016. godini 116 milijuna tona. Proizvodnja jaja također bilježi porast, tako procjena Poultry Trend navodi da je proizvodnja jaja u svijetu od 2000. do 2015. godine porasla za 38,7%, tj. 2,2% godišnje (Poultry trends, 2016.). Udio peradarske proizvodnje u ukupnoj stočarskoj proizvodnji Hrvatske za 2015. godinu je iznosio 33,7%, što je u odnosu na 2011. godinu porast za 24% (DZZS, 2012.; DZZS, 2016.).

U Republici Hrvatskoj proizvodnja mesa peradi je porasla u razdoblju od 2011. – 2016. godine sa 75,6 tisuća tona na 82,5 tisuća tona, a broj zaklane peradi povećao se sa 43,7 milijuna na 48,4 milijuna (DZZS, 2012.; DZZS, 2017.).

Selen je esencijalni element u tragovima. Dugi niz godina je ovaj element bio poznat kao toksin, koji je mogao otrovati životinju te posljedično tome imati velike ekonomske štete uzgajivačima. Brojna istraživanja su dokazala kako je selen važan čimbenik zdravlja sisavaca jer utječe na imunitet, pojačava djelovanje T-limfocita, rast, plodnost, neuromišićnu funkciju te ima antikancerogeno djelovanje. Spomenuti razlozi ukazuju kako je potreba za unosom selena u organizam velika, a hrana obogaćena selenom je u tom smislu najvrjednija, posebno meso, mlijeko, jaja jer su istraživanja u Republici Hrvatskoj pokazala kako je povrće siromašno selenom pa su upravo spomenuti krajnji proizvodi životinjske proizvodnje najbolji izvor tog minerala.

Veliki broj ljudi u svijetu je u deficitu unosa minerala u tijelo te zbog toga pokušavaju koristiti namirnice koje su dodatno obogaćene mineralima. Kao takva može se koristiti funkcionalna hrana koja osim svoje normalne nutritivne vrijednosti ima dodatnu vrijednost u vidu obogaćivanja hrane mineralima. Obogaćivanje hrane mineralima naziva se biofortifikacija. Oko milijardu ljudi je u deficitu s unosom selena u tijelo. Selen je bitan mineral u ljudskom tijelu i nedostatak može dovesti do pojave različitih bolesti.

Cilj ovog istraživanja je utvrditi utjecaj dodatka biofortificiranog kukuruza i soje u hranidbu tovnih pilića na proizvodne pokazatelje pilića, vrijednosti odabranih krvnih pokazatelja pilića, kvalitetu pilećeg mesa te ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet pilića.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Biofortifikacija

Biofortifikacija je novija tehnologija uzgoja biljaka s ciljem povećanja mikroelemenata u sjemenu. Veliki broj ljudi je u deficitu što se tiče unosa mikroelemenata putem hrane. Cilj ove tehnologije je povećati standard i osigurati kvalitetniju prehranu za ljude. Najčešći mikroelementi koji nedostaju u ljudskoj prehrani su željezo (Fe), bakar (Cu), cink (Zn), jod (I) i selen (Se). Cilj hranidbe životinja s biofortificiranom hranom je povećanje određenih mikroelemenata u krvi. Povećanje određenih mikroelemenata u hrani za životinje dovodi do povećanja mikroelemenata u proizvodima životinja te samim time ljudi putem konzumacije takve hrane unose te mikroelemente u svoje tijelo.

Usjevi biofortificirani s esencijalnim mikroelementima temelje se na povećanju apsorpcije tih elemenata iz tla. Ako ti elementi nisu prisutni u tlu u dovoljnim količinama, mikroelementi se moraju dodati kao gnojivo. S druge strane ako su mikroelementi prisutni u tlu u dovoljnim količinama, pažnja se posvećuje bio raspoloživosti tih elemenata, sposobnosti njihove apsorpcije i preraspodjeli u jestive dijelove usjeva (White and Broadley, 2009.). Kako bi povećali koncentraciju mikroelemenata u jestivim dijelovima biljaka, ali bez gubitka prinosa, apsorpcija mikroelemenata iz tla se mora povećati i putem korijena ili listova.

Učinak selena na biljku može biti dvostruki, u nižim koncentracijama potiče rast biljaka, ali u većim koncentracijama postaje toksičan i zaustavlja rast biljke. U biljkama toksičnost ovisi o koncentraciji i izvoru selena, te genotipu biljaka. Toksičnost se temelji na dva mehanizma vezana uz apsorpciju selena i asimilaciju u organske spojeve (De Mello Prado i sur, 2017.). Prvi mehanizam je povezan sa supstitucijom sumpora za selen u aminokiselinama cistein i metionin njihovim analogima selenometioninom i selenocisteinom tijekom sinteze proteina. Ova supstitucija je štetnija u odnosu na cistein, jer je ovaj aminokiselinski ostatak od velike važnosti u strukturi i funkciji proteina te formiranju disulfidnih veza, enzimske katalize, mjesta vezanja metala i regulaciji redoks stanja. Svaka zamjena sumpora sa selenom ometa protok elektrona zbog promjena u konformacijskoj strukturi proteina, a time i energetske sinteze koordinirane kroz prijenosni lanac elektrona (De Mello Prado i sur, 2017.). Drugi mehanizam je povezan sa sudjelovanjem glutaciona (GSH), tripeptida aktivnog u staničnoj redoks homeostazi.

Sudjelovanje GSH u ovome koraku je ključno, jer u uvjetima selenove toksičnosti može postojati funkcionalna neravnoteža GSH budući da postoji povećana potreba za GSH za redukcijom selenita u usporedbi s redukcijom hidroperoksida u reakcijama kataliziranim glutation peroksidazom. Ta neravnoteža u korist redukcije selenita aktivira oksidativni stres koji rezultira smanjenim rastom biljaka (De Mello Prado i sur, 2017.).

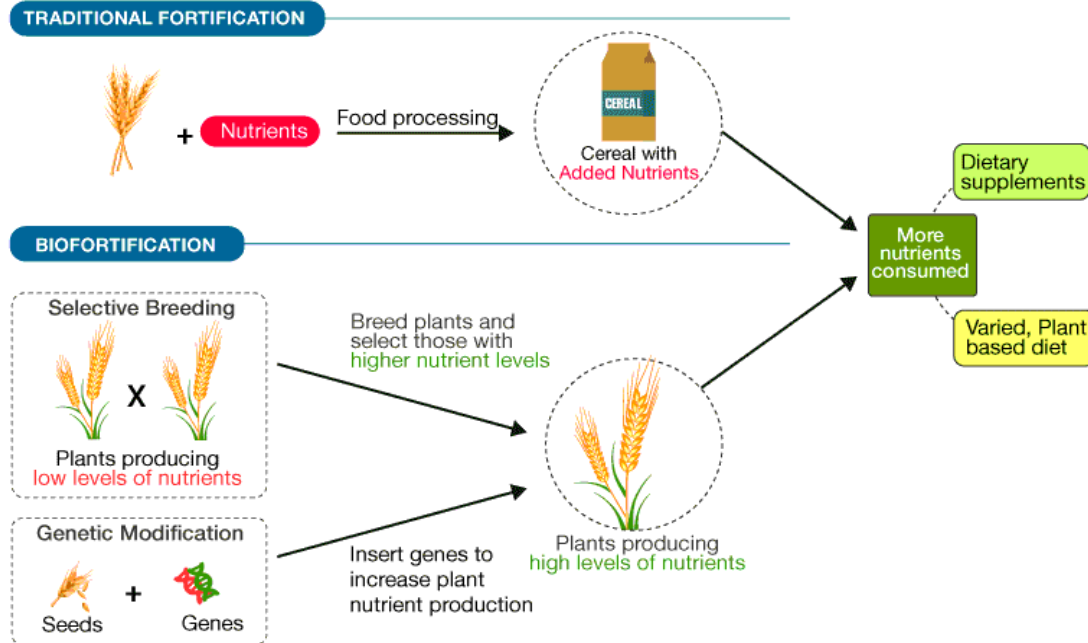
Selen je ugrađen u niz selenoproteina koji su uključeni u metaboličke aktivnosti kao što je sinteza hormona štitnjače i oksidacijska aktivnost. Nakupljanje selena u hrani je povezano sa sadržajem selena u tlu. Konzumacija namirnica koje su siromašne sa selenom dovodi do brojnih bolesti kao što su karcinomi, dijabetes tipa II, bolesti srca, plućne disfunkcije, poremećaja u razvoju, poremećaja moždanih funkcija te poremećaja u trudnoći i kod začeca (De Mello Prado i sur, 2017.). Nedostatak selena utječe na 1 milijardu ljudi u svijetu zbog nedostatka ovog minerala u tlu, najviše se odnosi na tla u Finskoj, Švedskoj i Kini.

Biofortifikacija je učinkovit način dodavanja selena ljudskoj hrani i sprječavanja pojave bolesti. Ona se pokazala djelotvornom zbog toga što je selen kemijski sličan sumporu i oba imaju isti biokemijski put asimilacije. Neke skupine povrća prikladne su za biofortifikaciju, jer su prirodni akumulatori selena kao što je rod *Brassicas* (De Mello Prado i sur, 2017.).

Kod domesticiranih biljaka biofortifikacija se provodi na način da se selen unese u tlo, kao hranjiva otopina ili preko lista. Biofortifikacija je skupa tehnologija i traži se praktično rješenje kao što je npr. granuliranje.

Agronomska fortifikacija predstavlja povećanje koncentracije mikroelemenata u jestivim dijelovima biljke (Slika 1.). Temelji se na primjeni mineralnih gnojiva i poboljšanju topivosti te mobilizaciji već prisutnih mikroelemenata u tlu. U tlu u kojem mikroelementi nisu dostupni unose se anorganska gnojiva koja se apsorbiraju preko korijena i lista.

METHODS OF BIOFORTIFICATION



Slika 1. Shema biofortifikacije

(https://www.google.com/search?q=biofortification&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiluNDE-rPhAhXDepoKHTArA2oQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgcr=PHPD3VtfARuk6M:

Koncentracija selena u biljnom tkivu može se povećati primjenom selenovih gnojiva putem tla ili kroz listove biljke, što povoljno djeluje na zdravlje životinja i čovjeka (Rayman, 2008.). Većina uspješnih istraživanja biofortifikacije selenom je provedena u Finskoj i Novom Zelandu (Novoselec, 2018.). Prilikom korištenja natrijevog selenata (Na_2SeO_4) i kalijevog selenata (K_2SeO_4), selen je odmah dostupan za unos u usjev, dok se upotrebom selenita ili manje topivog oblika selenata, kao što je barijev selenat (BaSeO_4) osigurava dugotrajan učinak (Broadley i sur., 2006.). Gnojidba tla sa selenovim gnojivima najčešće se primjenjuje u kasnim sezonskim usjevima koji su izloženi vlazi ili toplinskom stresu, ali je dosta rasprostranjena i folijarna primjena (Novoselec, 2018.).

2.2. Selen i njegova važnost u hranidbi životinja

Selen je element kojeg je otkrio Švedski kemičar Jöns Jakob Berzelius i nazvao ga po grčkoj riječi *selene* što znači mjesec. On je bitan mineralni element za ljude i životinje jer je sastavni dio selenoproteina koji imaju važnu funkciju u metabolizmu, nalazi se na aktivnom mjestu antioksidacijskih enzima iz skupine glutamin-peroksidaze (GSH-Px). Prisutan je u nekoliko izoenzima skupine glutamin-peroksidaze: stanična glutamin peroksidaza (GSH-Px1), glutamin peroksidaze crijevnog epitela (GSH-Px2), glutamin peroksidaze u plazmi (GSH-Px3), hidroksiperoksid fosfolipidni glutamin peroksidaze (GSH-Px4). GSH-Px1 je najzastupljeniji u selenoproteinima sisavaca. Selen je prisutan u kemijskom sastavu enzima jodotironin deiodinaze koji utječe na metabolizam hormona štitnjače (De Mello Prado i sur, 2017.).

Selen u tlu nije jednako raspoređen u svijetu i mnoga područja su deficitarna sa selenom što znači da biljke koje rastu na takvom tlu imaju nisku razinu selena u svom sastavu (Gissel-Nielsen, 1977.). Cijelo područje Balkanskog poluotoka pa tako i Hrvatska je u deficitu sa selenom (Mihailović, 1996.). Zbog toga se provodi postupak biofortifikacije selenom tj. obogaćivanje biljaka selenom. Prosječna razina selena u tlu je $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$, dok je nešto veća razina u mafičnim stijenama, ali rijetko prelaze 1 mg kg^{-1} (De Mello Prado i sur, 2017.). Primjer velike razlike u razini koncentracije selena u tlu je grad Tuve u Rusiji gdje tlo sadrži oko 8000 mg kg^{-1} do $0,005 \text{ mg kg}^{-1}$ u tlima Kine i Finske (De Mello Prado i sur, 2017.).

Zbog sličnosti između selena i sumpora, metabolizam selena je u više vrsta biljaka usko povezana sa sumporom. Apsorpcija pomoću korijena je regulirana topljivošću apsorptivnih oblika i transformaciji organskih oblika selena. Prema sposobnosti biljaka da akumulira selen u svojim tkivima dijelimo ih na tri klase: hiperakumulativna ($1000\text{--}15000 \text{ mg Se kg}^{-1}$ suhe tvari), akumulativna ($>100 \text{ mg Se kg}^{-1}$ suhe tvari) i neakumulativna ($<100 \text{ mg Se kg}^{-1}$ suhe tvari) (De Mello Prado i sur, 2017.).

U prirodi se selen nalazi u dva oblika, organskom i anorganskom (Cvrtila, 2005.). Anorganski selen se nalazi u obliku različitih minerala poput selenita, selenata i selenida. Organski je vezan za aminokiseline (metionin i cistein). Koncentracija selena u tlu i biljkama ovisi o brojnim čimbenicima. Utjecaj okoliša je važan za mogućnost njegovog iskorištavanja. To je bitno za

koncentraciju prirodnog selena u hrani za životinje. Njegova raspoloživost u stočnoj hrani, nadalje, ovisi o ukupnoj količini i kemijskom obliku, fiziološkom stanju organizma, primjeni lijekova te dobnoj skupini životinje (Cvrtila, 2005.; Sirichakwal, 2005.; Wolfram, 1999.). Zbog metaboločkih procesa postoji stalna potreba za dodavanjem selena u hrani za životinje, najčešće u obliku selenita i selenata.

Selen ima toksični učinak kada se dodaje biljkama u visokim koncentracijama i rezultat je supstitucije sumpora za selen u aminokiselinama cisteina i metionina, na taj način smanjuje broj disulfidnih veza, mijenja strukturu i funkcionalnost proteina uzrokujući negativan utjecaj na rast biljaka. Drugi toksični učinak selena je tijekom njegove asimilacije u organske spojeve što rezultira iscrpljivanjem neenzimskog antioksidansa glutationa. Zbog toga postoji neravnoteža između detoksikacije i formiranja slobodnih radikala što rezultira oksidacijskim stresom i smanjenjem rasta biljaka (De Mello Prado i sur., 2017.).

Kod selena postoje limiti u korištenju koji se odnose na njegovu toksičnost, interakciju s drugim mineralima, te niskoj efikasnosti prelaska selena unesenog u organima životinje putem hrane te prenesenog na krajnje proizvode, jaja, meso i mlijeko. Količina prirodnog selena u namirnicama je vrlo varijabilna. Sirichakwal i sur. (2005.) navode da prosječna količina selena u mesu goveda, svinja i peradi iznosi od 12,3 µg/100 g, za sirovu govedinu, do 22,9 µg/100, za meso peradi (zabatak), u ribi i morskim plodovima je utvrđena količina od 40 µg/100, u mlijeku je utvrđeno samo 2,8 µg/100 g. Zbog toga razloga došlo je razvoja komercijalne uporabe organskog selena u obliku SeMet (selena vezanog za metionin) kao dodatan izvor selena u organizmu životinja. Na taj način je povećano zdravlje životinja, produktivnost u proizvodnji mesa, jaja i mlijeka obogaćeni selenom (Surai, 2002.).

Koncentracije selena u stočnoj hrani od 0,1 do 0,5 mg/kg u suhoj tvari, prihvaćene su kao sigurne u smislu moguće toksičnosti selenom. Simptomi kroničnih i akutnih bolesti trovanja javljaju se kod koncentracije od 2 do 5 mg selena/kg hrane (Edmondson i sur., 1993.). Kupci prilikom kupovine namirnica za vlastitu konzumaciju obraćaju pažnju na izgled površine mesa te na miris mesa. Jedan od postupaka očuvanja senzornih svojstava mesa je dodatak antioksidanta, poput selena ili vitamina E direktno u stočnu hranu ili tijekom tehnološkog

procesa obrade mesa (Surai, 2002.). Adler (1993.) je istraživala količinu selena u raznim namirnicama podrijetlom od životinja hranjenih stočnom hranom s kontroliranim dodatkom selena. Istraživanje je pokazalo da razina selena u jetri i mesu peradi čine ove namirnice visokovrijednim izvorom selena u ljudskoj prehrani. Autorica navodi da meso svinja iz Hrvatske ima manju količinu selena od mesa svinja drugih europskih država. U SAD preporučeni dnevni unos selena je 70 µg/dan za muškarce i 55 µg/dan za žene. Minimalna količina za ljude je 40 µg/dan. Prosječni dnevni unos selena u svijetu je ispod prosjeka. Niske koncentracije selena u krvi dovodi do povećanog rizika od spontanog pobačaja, utječu na plodnosti muškaraca, povećanog rizika od kardiomiopatije, kardiovaskularnih bolesti, povećan je rizik od kancerogenih oboljenja. Istraživanja su pokazala da se smrtnost od nekih kancerogenih oboljenja ljudi smanjuje unosom u organizam od 200–300 µg selena dnevno, što je skoro dvostruko veća količina od uobičajene (Surai, 2002.).

Kralik i sur. (2014.). istraživali su utjecaj dodatka selena u hranu za tovne piliće. Istraživanje je provedeno na 38 tovnih pilića hibrida Ross 308. U prva tri tjedna svi pilići su hranjeni sa starter smjesom, a nakon toga su raspoređeni u dvije skupine. Svaka skupina imala je posebno pripremljenu finiše smjesu. Finišer smjesa sadržavala je 3% suncokretovog ulja i 3% lanenog ulja. Kontrolna skupina (K) nije imala dodatak selena, a pokusna skupina (P) je sadržavala 0,3 mg Se/kg krmne smjese. Masa trupa nakon klanja u K skupini je bila 1934 g, a u P skupini 1917 g. Određeni dijelovi trupa izraženi su u postotku. Udio prsa iznosio je 31,34% u K skupini, a 35,53% u P skupini. Udio bataka sa zabatacima u K skupini je 29,50%, P skupini 30,02%. Udio leđa u trupu iznosio je 25,96%, P skupini 23,50%. Udio krila iznosio je 10,98%, P skupini 11,17%. Rezultati istraživanja su pokazali da je K skupina imala veći udio leđa u trupu, ali manji udio prsa u odnosu na P skupine hranjene sa smjesom obogaćenom selenom. P skupine su imale veći udio mišićnog tkiva i manje kože na batacima sa zabatkom u trupu ($P < 0,05$). Također su utvrdili veći udio proteina u P skupinama i manji udio masti u mišićnom tkivu zabatka ($P < 0,05$). Utvrđen je i veći sadržaj selena u zabatku, u P skupini u odnosu na K skupinu 0,238 u odnosu na 0,125 mg Se/kg mišićnog tkiva. Osim tih parametara utvrđeno je smanjenje Σ SFA, Σ MUFA, Σ SFA/ Σ PUFA i Σ n-6 PUFA/ Σ n -3 PUFA, odnosno povećanje Σ n-6 PUFA, Σ n-3 PUFA, Σ PUFA i Σ SFA/ Σ MUFA.

Kralik i Išasegi, (2018.) su istraživali utjecaj kukuruza biofortificiranog različitim razinama selena u smjesama za kokoši nesilice kako bi utvrdili utječe li to na kvalitetu jaja i povećanje sadržaja selena u jajima. A grupa je bila kontrolna, dok su C i D bile pokusne. C grupa je imala 0,2 mg/kg krmne smjese, a D grupa 0,4 mg/kg krmne smjese. Analizom se utvrdilo da kukuruz biofortificirani nižom razinom selena može zamijeniti selen koji se dodaje putem premiksa. Kukuruz biofortificirani višom razinom selena je doveo do povećanja selena u jestivom dijelu jajeta ($P < 0,0019$) te pozitivno djeluje na pokazatelje kvalitete jaja (HJ, visinu bjelanjka, boju žumanjka, pH bjelanjka i pH žumanjka ($P < 0,05$)).

Marković i sur., (2009.) godine istraživali su utjecaj organskog i anorganskog oblika selena u hrani i različite količine vitamina E na proizvodne i klaoničke karakteristike pilića brojlera. Pokus je proveden na 240 pilića koji su bili raspoređeni u 4 skupine. Brojleri su hranjeni sa 3 vrste potpunih krmnih smjesa za tov standardnog sirovinskog i kemijskog sastava. Kontrolnu skupinu hranili su sa smjesom uz dodatak anorganskog selena (natrij selenitom) u koncentraciji od 0,3 ppm + 20 IJ vitamina E, a 3 pokusne skupine dodatkom organskog selena (Sel-Plex®) + 20 IJ vitamina E, organskog selena (natrij selenita) + 100 IJ vitamina E i organskog selena (Se-Plex®) + 100 IJ vitamina E. Organski selen je preparat koji sadrži 2000 mg selena/kg (Sel-Plex 2000, Alltech Inc®, USA), u obliku kvasca obogaćen selenom. Organski selen nalazio se u obliku natrij-selenita i sadrži 10 mg selena/kg. Koncentracija selena prije dodavanja u smjesama iznosila je 0,177–0,184 mg selena/kg. Koncentracija selena u tkivima (prsna i jetra) bila je veća kod pilića hranjenih organskim selenom (selenizirani kvasac) i povećanom koncentracijom vitamina E. Grupe hranjene organskim selenom s većom koncentracijom vitamina E (100 IJ) imale su veći prirast i bolju konverziju hrane. Uspoređujući masu trupova K skupina imala je najmanju tjelesnu masu 1243,32 g u prosjeku, dok je P3 skupina imala najveću tjelesnu masu 1470,37 g. Tjelesna masa 42.dan bila je najmanja u K skupini 1938,46 g, P2 skupini 2075,09 g, P I skupini 2087,74 g, a najveća tjelesna masa bila je u P3 skupini 2146,79 g. Konverzija hrane bila je najmanja u P3 skupini 2,01 kg, P1 skupini 2,04 kg, P2 skupini 2,08 kg, a najveća konverzija u K skupini 2,13 kg. Prosječni dnevni prirast bio je u K skupini 45,17 g, P1 skupini 48,73 g, P2 skupini 48,43 g, P3 skupini 50,14 g. Masa trupa opet je pokazala najveću vrijednost u P3 skupini 1470,37 g, slijedi P1 skupina 1404,22 g, P2 1397,91 g, a najmanju masu trupa imala je K skupina 1243,32 g. Randman klanja bio je najbolji u P3 skupini 69,24%, zatim P1 skupina 67,44%, P2 skupina 67,40%, a najmanji u K skupini 65,31%.

Autorica navodi da su rezultati u suglasnosti sa istraživanjima na ovu temu koji su proveli (Anciuti i sur., 2004; Srimongkol i sur., 2004; Edens i Gowdy, 2004.). Koncentracija selena u bijelom mesu bila je u K skupini 0,34 mg/kg, P1 skupini 0,40 mg/kg, P2 skupini 0,38 mg/kg, P3 skupini 0,43 mg/kg. Koncentracija selena u jetri bila je u K skupini 0,50 mg/kg, P1 skupini 0,57 mg/kg, P2 skupini 0,55 mg/kg, P3 skupini 0,63 mg/kg. Iz ovih rezultata vidljivo je kako povećanje koncentracije selena u smjesi za piliće dovodi do povećanje koncentracije selena u bijelom mesu i jetri.

Kralik i sur. (2009.) istraživali su utjecaj dodatka selena u hranu na koncentraciju selena u jajima i utjecaj selena na skladištenje jaja. Pokus je trajao 4 tjedna i proveden je na 360 kokoši nesilica Hyline Brown hibridu. Kokoši nesilice bile su raspoređeni u 3 skupine (K, P1, P2), svaka skupina imala je 120 kokoši. Kokoši su hranjene sa smjesom koja je sadržavala 18% sirovih proteina i 11,60 MJ metaboličke energije. U kontrolnu skupinu dodan je organski selen (natrij selenit) u koncentraciji od 0,2 mg/kg smjese. U hranu za P1 skupinu dodan je anorganski selen (natrij selenit) u koncentraciji od 0,4 mg/kg smjese. U hranu za P2 skupinu dodan je organski selen (Sel-Plex) u koncentraciji od 0,4 mg/kg smjese. Selen u hrani je značajno utjecao na koncentraciju selena u bjelanjku ($P < 0,001$) i žumanjku ($P < 0,05$). Najveća koncentracija selena u bjelanjku i žumanjku utvrđena je u P2 skupini 345 mg/g; 783 mg/g, u P1 skupini 230 mg/g; 757 mg/g, a najmanju koncentracija selena imala je K skupina 181 mg/g; 573 mg/g. Nakon 28 dana skladištenja na 4°C, jaja koja su sadržavala organski selen imala su više svježine (VN: K=32,9, P1=2,60, P2= 2,11). Veća koncentracija selena u jajima ima ograničavajući utjecaj na metaboličke procese što pozitivno utječe na svježinu jajeta.

Cvrtila i sur. (2005.) istraživali su utjecaj dodatka selena u hranu za tovne piliće na koncentraciju selena u mesu. Istraživanje su provodili na 80 pilića hibrida Ross. Kontrolna skupina hranjena se standardnim načinom tova, dok je pokusnu skupinu 7. dan u standardne smjese dodano 0,3 ppm organski vezanog selena. 42. dan u kontrolnoj skupini utvrđena je koncentracija selena od 0,366 mg/kg u crvenom mesu, a 0,390 mg/kg u bijelom mesu. U 42. danu pilići su podvrgnuti gladovanju 48 h i zabilježen je neznatan pad koncentracije selena u mesu. Nakon gladovanja u pokusnoj skupini je čak zabilježen porast koncentracije selena. pH u bijelom mesu u kontrolnoj skupini iznosio je 5,76, u pokusnoj 6,24. pH u crvenom mesu u kontrolnoj skupini iznosio je 6,16, u pokusnoj skupini 6,65.

Bentea i sur. (2007.) provodili su istraživanje na 135 pilića hibrida Cobb 500 koje su raspoređeni u 3 skupine po 45 jedinki. Istraživanje je trajalo 42 dana podijeljeno u 3 faze. U prvoj fazi tova smjesa je imala nutritivnu vrijednost od 3000 Kcal ME/kg i 22 % sirovih proteina, u drugoj fazi 3100 Kcal ME/kg i 21% sirovih proteina, u trećoj fazi smjesa je sadržavala 3150 Kcal ME/kg i 19,8% sirovih proteina. Smjesa za kontrolnu skupinu nije sadržavala selen. U prvoj pokusnoj skupini dodan je organski selen (Sel-Plex) u koncentraciji od 0,02% u sve tri faze tova. Druga pokusna skupina hranjena je smjesom koja je sadržavala Bio-Mas prebiotik u koncentraciji od 0,2% u prvoj fazi tova, 0,1% u drugoj fazi tova i 0,05% u trećoj fazi tova. Najveću tjelesnu masu imala je druga pokusna skupina 2484,09 kg, zatim prva pokusna skupina 2481,13 kg, a najmanju kontrolna skupina 2315,80 kg. Dnevna konzumacija hrane u K skupini iznosila je 102,5 g, u P1 skupini 105,96 g, P2 skupini 104,82 g. Dnevni prirast u K skupini iznosio je 54,16 g, P1 skupini 58,09 g, P2 skupini 58,16 g.

Ševčíková i sur. (2006.) istraživali su utjecaj dodatka selena u organskom obliku na performanse, osobine trupa i sadržaj selena u tkivima brojlera hibrida Ross 308. Obrok soje, pšenice i kukuruza sadržavao je 50 mg vitamina E/kg. Pokus je proveden na 810 brojlera raspoređeni u 3 skupine. Kontrolna skupina nije sadržavala selen. Smjesa za P1 skupinu sadržavala je 0,3 mg Se/kg, a izvor selena bio je kvasac obogaćen selenom. Smjesa za P2 skupinu sadržavala je 0,3 mg Se/kg, a izvor selena bile su alge Chlorella obogaćene selenom. Pilići su zaklani 42.dan i najmanju tjelesnu masu imala je K skupina 2318,9 g, zatim P2 skupina 2425 g, a najveću masu postigla je P1 skupina 2430,6 g. Konverzija hrane bila je najmanja u P2 skupini 1,67, zatim u P1 skupini 1,68, a najmanja u K skupini 1,79 kg. Randmani klanja koje su dobili u istraživanju bio je za K skupinu 74,17 %, P1 skupinu 74,40%, P2 skupinu 75,12%. Masa prsa u K skupini iznosila je 350 g, P1 skupini 374,7 g, P2 skupini 351,4 g. Koncentracija selena u bijelom mesu bila je u K skupini 52,11 µg/kg, P1 skupini 217,39 µg/kg, P2 123,21 µg/kg. U zabatku koncentracija selena u K skupini bila je 70,95 µg/kg, P1 skupini 247,87 µg/kg, P2 skupini 147,61 µg/kg. Koncentracija selena u jetri bila je 185,37 µg/kg, P1 skupini 424,23 µg/kg, P2 skupini 393,23 µg/kg. Mortalitet u K skupini bio je 1,35, P1 skupini 3,0, P2 skupini 1,67%.

Ryu i sur. (2005.) provodili su istraživanje na 180 muških jednodnevnih tovnih pilića hibrida Arbor Acres koji su bili podijeljeni u 6 različitih boksova po 30 pilića. Istraživanje je ponavljano 5 puta. Do trećeg tjedna svi pilići su hranjeni istom hranom. Od trećeg tjedna hrana za svaku

grupu bila je različita. CON 1 hranjena je osnovnom hranom koja energetski i proteinski odgovara pilićima u tome stadiju razvoja, sadržavala je 20 IU α -tokoferola/kg hrane i 0,17 ppm Se. CON 2 uz osnovnu nutritivnu vrijednost sadržavala je 100 IU α -tokoferil acetata/kg. Pokusne skupine 1,2,3,4 hranjene su smjesom kakvom je hranjena i CON 2 skupina, ali uz dodatak od 1,2,4,8 ppm Na_2SeO_3 . Tov je trajao 42 dana, osvjetljenje 24-satno, hrana i voda po volji. Autor navodi kako dodatak selena i tokoferola u hranu za tovne piliće nije značajnije utjecao na boju mesa pilića.

Chen i sur. (2013.) provodili su istraživanje na 540 jednodnevnih pilića hibrida Arbor Acres raspoređeni u 5 grupa čija je smjesa nadopunjena sa 0,0 mg/kg, 0,3 mg/kg, 0,5 mg/kg, 1 mg/kg, 2 mg/kg smjese. Istraživanje je trajalo 42 dana. Rezultati istraživanja pokazali su kako nije bilo statistički značajnih razlika ($P > 0,05$) na proizvodne pokazatelje brojlera, imunološki status te gubitak mesnog soka. Aktivnosti serumske glutation peroksidaze (GSH-Px), ukupna superoksid dismutaza (TSOD), sposobnost inhibiranja hidroksilnih radikala ($\text{OH} \bullet$), ukupni antioksidativni kapacitet (T-AOC) i sadržaj GSH bio je značajno povećana zajedno s razinom selena ($P < 0,05$). Koncentracija selena nakon klanja u jetri bila je u K skupini 0,28 mg/kg, P1 skupini 0,64 mg/kg, P2 skupini 1,11 mg/kg, P3 skupini 1,34 mg/kg, P4 skupini 1,43 mg/kg. Koncentracija selena u prsima bila je u K skupini 0,07 mg/kg, P1 skupini 0,31 mg/kg, P2 skupini 0,35 mg/kg, P3 skupini 0,74 mg/kg, P4 skupini 1,42 mg/kg mesa. Iz ovih rezultat vidljivo je kako povećanje selena u smjesi dovodi do proporcionalnog povećanja selena u jetri i prsima. Analiza mesa na boju pokazala je sljedeće rezultate. Stupanj svjetloće u K skupini 43,68, P1 skupini 43,26, P2 skupini 43,48, P3 skupini 44,28, P4 skupini 43,45. Stupanj crvenila u K skupini bila je 8,88, P1 skupini 8,87, P2 skupini 9,24, P3 skupini 9,41, P4 skupini 9,38. Stupanj žutoće u K skupini bila je 17,32, P1 skupini 17,50, P2 skupini 17,65, P3 skupini 17,55, P4 skupini 17,32.

Mikulski i sur. (2009.) provodili su istraživanje na purama. Istraživanje se baziralo na utjecaju selena u tovu pura. Istraživanje su provodili na 720 jednodnevnih ženskih pura hibrida BUT 9. Pure su nasumično raspodijelili u tri skupine po 240 ženki. Kontrolna skupina nije sadržavala dodani selen u smjesi. Prva kontrolna skupina hranjena je sa smjesom u koju je dodan selen u koncentraciji od 0,3 mg Se/kg smjese, izvor selena bio je natrijev selenit. Druga pokusna skupina hranjena je smjesom u koju je dodan selen u koncentraciji od 0,3 mg Se/kg smjese, izvor selena bio je kvasac obogaćen selenom. Mortalitet u K skupini bio je 3,8%, P1 skupini

2,6%, P2 skupini 2,1%. Biokemijskom analizom krvi nakon klanja 16 tjedan utvrđeni su rezultati. Koncentracija alanin aminotransferaze (ALT) u K skupini bila je 39,00 U/L, P1 skupini 38,55 U/L, P2 skupini 36,80 U/L. Koncentracija glutation-peroksidaze (GPx) bila je u K skupini 6,54 U/ml. P1 skupini 6,98 U/ml. P2 skupini 9,87 U/ml. Koncentracija superoksid dismutaze (SOD) u K skupini bila je 63,33 U/ml. P1 skupini 73,44 U/ml, P2 skupini 75,03 U/ml. Nakon klanja utvrđen je pH₁ u K skupini 6,13, P1 skupini 6,17, P2 skupini 6,13. pH₂ u K skupini bio je 5,55, P1 skupini 5,58, P2 skupini 5,57. Autori su zaključili kako su oba izvora selena imala isti pozitivan učinak na oksidativnu stabilnost purećeg mesa tijekom skladištenja.

2.3. Tovna obilježja pilića hibrida Ross 308

Hibrid koji smo koristili u istraživanju je Ross 308. Ross 308 je linijski hibrid američke selekcijske kompanije Aviagen koja ima sjedište u Huntsville, Alabama. Aviagen uzgaja tri hibrida kao što je Ross, Arbor Acres, Indian River. Firma posluje po cijelom svijetu od Amerike, Ujedinjenog Kraljevstva, Europe, Turske, Latinske Amerike, Afrike i dr. Osiguravaju svoje hibride za oko 100 država u svijetu (<https://www.poultryworld.net/Authors/Aviagen/>).

Ross 308 je snažan, brzo rastući hibrid koji dobro iskorištava hranu uz dobar prinos mesa. Dizajniran je da zadovolji zahtjeve tržišta koji zahtjeva konstantnost i proizvodne pokazatelje. Pravilnim tovom i upravljanjem proizvodni pokazatelji su na najvećem nivou.

Tablica 1. Norme za tovne piliće Ross

Hranjive tvari	Starter 0 -10 dana	Grower 11- 28 dana	Finišer 29 i više dana
Sirove bjelančevine %	23	21	19
ME, kcal/kg	3100	3200	3270
Sir. masti, %	4 – 7	4 – 9	4 – 9
Linolna kise.,%	Min. 1,25	1,20	1,00
Ca, %	1,00	0,90	0,80
P isk., %	0,45	0,45	0,35

P ukupno, %	-	-	-
NaCl, %	0,32 – 0,36	0,34 – 0,36	0,36 – 0,38
Na, %	0,18 – 0,20	0,18 – 0,20	0,18 – 0,20
Cl, %	0,16 – 0,18	0,17 – 0,19	0,16 – 0,18
Lizin, %	1,40	1,27	1,15
Metionin, %	0,65	0,60	0,57
Met.+ Cist., %	0,93	0,84	0,76
Trip., %	0,23	0,21	0,19

Izvor: Domaćinović, 1999.

Tablica 2. Proizvodni rezultati za oba spola (ROSS 308 BROILER: Performance Objectives)

Dan	Tjelesna težina (g)	Dnevni prirast (g)	Prosječni dnevni prirast (g)	Dnevna konzumacija hrane (g)	Ukupna konzumacija hrane (g)	Konverzija
0	42	15				
1	57	29		13	13	0,231
7	189	52	20,93	35	165	0,877
14	480	73	41,70	69	537	1,118
21	929	73	64,10	110	1180	1,270
28	1501	87	81,72	151	2116	1,409
35	2144	95	91,90	186	3319	1,548
42	2809	95	94,97	214	4739	1,687
49	3457	90	92,58	233	6316	1,827
56	4061	83	86,22	243	7989	1,967
63	4598	72	76,75	243	9696	2,109
70	5051	59	64,74	234	11369	2,251

Izvor: Ivić, 2016.

U Tablici 1. opisane su norme za hibrid Ross 308. Iz Tablice 1. se može vidjeti kako su najveće potrebe za hranjivim tvarima u prvih 10 dana (starter smjesa), pogotovo na bjelančevinama i aminokiselinom lizinom. Zbog toga je u smjesama prvih 10 dana veći postotak bjelančevinastih krmiva, a manji postotak energetskih krmiva, ovaj podatak možemo primijetiti u Tablici 3 i 4. Nakon 10. dana pa do 28. dana (grower smjesa) smanjuju se potrebe za bjelančevinama, ali se povećavaju potrebe za mastima i energijom, zbog toga se povećava postotak kukuruza i ulja koje su energetske komponente u smjesi, ovaj podatak također možemo provjeriti u Tablici 3 i 4. Od 29. dana do kraja tova (finišer smjesa) opet se smanjuju potrebe za bjelančevinama i povećavaju se potrebe za energijom.

Tablica 2 prikazuje proizvodne rezultate za oba spola hibrida Ross 308. Iz tablice možemo vidjeti kako se sve vrijednosti linearno povećavaju do 42. dana što je optimalno vrijeme za kraj tova, iako danas u intenzivnom tovu kraj tova se predviđa od 35. do 37. dana. Od 42. dana dnevni prirasti se smanjuju, konzumacija hrane se povećava kao i konverzija hrane te tov nakon 42. dana nije toliko financijski ispativ kao do 42. dana.

3. MATERIJALI I METODE RADA

3.1. Plan provedbe pokusa

Istraživanje je podrazumijevalo provedbu praktičnog dijela pokusa koje je obavljeno u postojećem objektu na vlastitom imanju koji se nalazi u Cigleniku u okolici Slavonskog Broda. Prije naseljavanja pilića sagrađena je konstrukcija koja se sastojala od tri odvojena boksa, svaki boks je istih dimenzija 1,10 x 2,40, što znači da je svaki boks imao 2,64 m². Konstrukcija boksa (Slika 2. i Slika 3.) je napravljena od drvene letve, između boksova je postavljena žica koja je sprječavala migraciju pilića iz boksa u boks. Pokus je proveden na 90 jednodnevnih pilića brojlera, hibrida Ross 308. Kupljeni pilići bili su seksirani po spolu i nakon nultog vaganja su ravnomjerno raspoređeni prema spolu u tri skupine po 30 pilića u svaki boks (15 muških te 15 ženskih pilića), a od kojih je jedna kontrolna skupina (K) i dvije pokusne skupine (P1 i P2).



Slika 2. Pripremljen objekt za naseljavanje pilića

Izvor: Vlastita fotografija

Tov je proveden podnim načinom držanja pilića na drvenoj strugotini, a trajao je ukupno 6

tjedana. U početnoj fazi tova pilići su hranjeni i napajani iz malih zvonastih pojilica i hranilica (Slika 4.). Grijanje objekta je regulirano UV žaruljama od 250 W koje smo nakon 3 tjedna zamijenili sa UV žaruljama od 150 W. Tijekom cijelog pokusa hrana i voda su bili po volji (ad libidum).



Slika 3. Konstrukcija boksova

Izvor: Vlastita fotografija

Prema vrsti krmne smjese koju smo koristili tov je bio podijeljen u dvije faze: faza startera (tri tjedna) i faza finišera (tri tjedna). Mljevenje i miješanje krmne smjese je obavljeno u vertikalnoj šaržnoj miješalici WP 25–M. Aktivno vrijeme miješanja smjese trajalo je oko 7 minuta. Obje

smjese su usklađene prema hranjivoj i energetskej vrijednosti temeljene na normativima za tov brojlera u svakoj skupini. Razlike između kontrolne skupine i dvije pokusne skupine je u tome što se u P1 skupinu dodala biofortificirana soja, dok je u P2 skupinu dodana kombinacija biofortificirane soje i biofortificiranog kukuruza. Soja u kontrolnoj skupini imala je koncentraciju selena 0,044 mg/kg, a kukuruz je imao 0,016 mg/kg dok je biofortificirana soja imala koncentraciju selena 0,16 mg/kg, a biofortificirani kukuruz 0,03 mg/kg selena. Iz ovih podataka smo dobili koncentraciju selena u K skupini od 0,06 mg/kg smjese, P1 skupini 0,16 mg/kg smjese, P2 skupini 0,19 mg/kg smjese.



Slika 4. Pilići u prvim danima tova

Izvor: Vlastita fotografija

Sirovinski sastav krmnih smjesa koje su se koristile u istraživanju prikazane su u Tablici 3 i Tablici 4.

Tablica 3. Sastav krmnih smjesa starter korištenih u hranidbi pilića

Krmivo	Skupine pilića		
	Kontrolna skupina (K)	Pokusna skupina (P1)	Pokusna skupina (P2)
Kukuruz	37	37	-
Kukuruz biofortificirani	-	-	37
Pšenica lom	9,5	9,5	9,5
Sačma soje	15,5	15,5	15,5
Sačma suncokreta	6	6	6
Kvasac	4	4	4
Soja toplinski obrađena	22,5	-	-
Soja toplinski obrađena – biofortificirana	-	22,5	22,5
Ulje	1,5	1,5	1,5
MKF	1,2	1,2	1,2
Vapnenac	1,8	1,8	1,8
Stočna sol	0,3	0,3	0,3
Premiks	0,5	0,5	0,5
Lizin	0,1	0,1	0,1
Metionin	0,1	0,1	0,1
Ukupno	100	100	100
Sirove bjelančevine, (%)	22,08		
Metabolička energija, MJ/kg	12,82		
Lizin, (%)	1,36		
Met. + Cist., (%)	0,83		
Triptofan, (%)	0,28		
Ca, (%)	1,061		
P, (%)	0,72		

K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza; Premiks: vitamin A (3a672) 2.000.000 I.J., vitamin D3 (E671) 500.000 I.J., vitamin E (3a700) 8.000 mg, vitamin K3 (3a711) 600 mg, vitamin B1 (3a821) 480 mg, vitamin B2 1.440 mg, vitamin B6 (3a831) 960 mg, vitamin B12 4,8 mg, biotin (D-biotin) (3a880) 16 mg, niacin (3a314) 7.200 mg, Ca pantotenat (3a841) 2.400 mg, folna kiselina (3a316) 240 mg, kolin klorid (3a316) 80.000 mg, željezo (E1 željezo sulfat monohidrat) 10.000 mg, bakar (E4 bakar-sulfat pentahidrat) 2.600 mg, cink (E6 cink oksid) 15.000 mg, mangan (E5 mangan oksid) 20.200 mg, jod (E2 kalij jodid) 170 mg, selen (E8 natrij selenit) 60 mg, antioksidant 20.000 mg, BHA (E320), EQ(E324) nosač: biljno – min.do. (pšen.posi.kalc.karb.) 1.000 gr.

Tablica 4. Sastav krmnih smjesa finiŝer koriŝtenih u hranidbi pilića

Krmivo	Skupine pilića		
	Kontrolna skupina (K)	Pokusna skupina (P1)	Pokusna skupina (P2)
Kukuruz	42,3	42,3	-
Kukuruz biofortificirani	-	-	42,3
Pŝenica lom	11,5	11,5	11,5
Saĉma soje	14	14	14
Saĉma suncokreta	6	6	6
Kvasac	3	3	3
Soja toplinski obraĊena	16,5	-	-
Soja toplinski obraĊena – biofortificirana		16,5	16,5
Ulje	3	3	3
MKF	1,1	1,1	1,1
Vapnenac	1,7	1,7	1,7
Stoĉna sol	0,3	0,3	0,3
Premiks	0,5	0,5	0,5
Lizin	0,05	0,05	0,05
Metionin	0,05	0,05	0,05
Ukupno	100	100	100
Sirove bjelanĉevine, (%)	20,18		
Metaboliĉka energija, MJ/kg	13,23		
Sirova vlaknina, (%)	3,11		
Lizin, (%)	1,15		
Met. + Cist., (%)	0,73		
Triptofan, (%)	0,25		
Ca, (%)	0,98		
P, (%)	0,66		

K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2= krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza;

3.2. Proizvodni pokazatelji

Tijekom pokusa mjereni su towni pokazatelji; tjelesna masa, dnevni prirast, potroŝnja hrane i konverzija hrane. Svakih tjedan dana mjerena je individualna tjelesna masa pilića pomoću elektronske vage (Slika 5.) Avery Berkel Fx 220.



Slika 5. Primjer vaganja pilića
Izvor: Vlastita fotografija

Na temelju dobivenih vrijednosti tjelesnih masa pilića bilo je moguće izračunati prosječan dnevni prirast. Potrošnja hrane pilića po skupinama mjerena je također svaki tjedan. Četvrti tovni pokazatelj, prosječna konverzija hrane svake skupine izračunata je iz omjera ukupne potrošnje hrane i ukupnog prirasta svakog tjedna.

3.3. Vrijednosti odabranih krvnih pokazatelja

Na kraju pokusa 42. dan nasumičnih odabirom po 10 pilića iz svake skupine uzorkovana je krv. Krv je vađena iz nadlaktične vene (lat. *v. cutaneaulnaris*) odabranih pilića (Slika 6.). Parametri koji su mjereni nakon centrifugiranja krvi iz krvnog seruma su: alanin aminotransferaze (ALT, U/L); gama-glutamilttransferaza (GGT, U/L); glukoza (GUK, mmol/L); urea (mmol/L); ukupne bjelančevine (TP g/L); albumini (ALB, g/L); željezo (Fe, μ mol/L); kolesterol (KOL, mmol/L); trigliceridi (TGC, mmol/L); lipoproteini visoke gustoće (HDL, mmol/L); lipoproteini niske gustoće (LDL, mmol/L); fosfor (P, mmol/L); kalcij (Ca, mmol/L); superoksid dismutaza (SOD, U/mL); glutation-peroksidaza (GPx, U/L).



Slika 6. Vađenje krvi iz nadlaktične vene
Izvor: Vlastita fotografija

Postupak se temeljio na centrifugiranju krvi oko 10 minuta te nakon toga su iz krvnog seruma analizirane vrijednosti navedenih biokemijskih pokazatelja. Vrijednosti su očitane na automatskom biokemijskom analizatoru Beckman Coulter AU400 (Beckman Coulter, SAD).

3.4. Pokazatelji kvalitete mesa tovnih pilića

Deset sati prije klanja započeo je proces pražnjenja želudca i voljke uskraćivanjem hrane. Po deset pilića odabrano je iz svake skupine za žrtvovanje. Trupovi pilića obrađeni su kao „pripremljeni za roštilj“ sukladno postupku navedenom u Uredbi komisije (EZ–a) br. 543/2008 (Komisija Europske zajednice, 2008.).

Poslije klanja masa trupova mjerena je električnom vagom. Nakon vaganja trupovi su rasječeni na osnovne dijelove: bataci sa zabatacima, krila, prsa i leđa sa zdjelicom. Osnovni dijelovi su također vagani sa električnom vagom. Udjeli osnovnih dijelova u trupu izračunati su prema sljedećoj formuli:

$$\text{Udio dijela trupa u trupu \%} = \text{masa dijela trupa (g)} / \text{masa trupa (g)} \times 100$$

Randman pilećih trupova izračunava se kao razlika između završne mase (g) i klaoničke mase (g), izražen je kao postotak klaoničke mase u odnosu na završnu masu. Masa osnovnih dijelova prikazani su kao relativni udjeli u trupu (%).

Zbog ispitivanja kvalitete mesa u svim uzorcima su utvrđene pH vrijednosti. pH₁ vrijednost utvrđuje se unutar 45 minuta nakon klanja, a pH₂ utvrđuje se 24 sata nakon klanja. pH se očitava pomoću digitalnog pH - metra marke Milwaukee model MW 102.

Boja mesa utvrđena je na ohlađenom odsječku nakon 24 sata hlađenja na +4 pomoću Minolta Chromametar CR-410 (Minolta Cmera Co. Ltd). Boja mišićnog tkiva također se izražava u tri vrijednosti: CIE L* stupanj svjetlosti, CIE a* stupanj crvenila, CIE b* za stupanj žutoće. Prije mjerenja boje napravljen je vertikalni rez na sredini prsnog mišića, zatim je ostavljen 10 minuta na sobnoj temperaturi te je kromometrom očitana boja mišića.

Uzorci animalnih tkiva za određivanje koncentracije selena pripremljeni su na sljedeći način: na analitičkoj vagi vagano je u kivete za razaranje 0,5–0,9 grama uzorka animalnog tkiva (prsni mišić, zabatak i jetra). Uzorci su zatim prelivevi sa 6 ml koncentrirane HNO₃ i 2 ml H₂O₂ i podvrgnuti digestiji u mikrovalnom uređaju (CEM, MARS 6). Nakon digestije uzorci su kvantitativno preneseni u tube za centrifugu (Biloab) od 50 ml i nadopunjeni deioniziranom vodom do oznake.

Od svakog uzorka odpipetiran je alikvot od 20 ml u tubu za centrifugu (Biolab) od 50 ml i prelivevi je sa 20 ml koncentrirane HCl. Nakon toga uzorak je stavljen u sušionik na 90°C kroz jedan sat da bi se izvršila redukcija Se⁶⁺ u Se⁴⁺. Potom su uzorci ostavljeni da se ohlade na sobnu temperaturu te su nakon toga nadopunjeni sa deioniziranom vodom na konačni volumen od 50 ml. Koncentracije Se u animalnim uzorcima izmjerene su na uređaju (ICP–OES PerkinElmer Optima 2100DV) koji je bio uparenom sa hidridnom tehnikom. Koncentracija selena očitana je na valnoj duljini od 196,026 nm. Za kontrolu kvalitete analitičke metode korišten je certificirani referentni materijal (NCS ZC73016).

Tijekom cijelog trajanja istraživanja praćeno je ponašanje, zdravstveno stanje pilića te mortalitet koji se evidentirao u tjednim intervalima.

3.5. Ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet tovnih pilića

Tijekom cijelog trajanja istraživanja praćeno je ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet pilića koje je bilježeno u tjednim intervalima. U smislu ponašanja pilića praćena je pojava međusobnog kljucanja, čupanja perja i sama aktivnost tovnih pilića. U smislu zdravstvenog stanja praćena je pojavnost proljeva, respiratornih smetnji te ozljeda kod tovnih pilića.

3.6. Statistička obrada podataka

Rezultati istraživanja obrađeni su u programu Statistica for Windows version 13.4.0.14. (StatSoft Inc., 2018.). Za opis distribucije frekvencija istraživanih varijabli upotrijebljene su deskriptivne statističke metode. Sve varijable testirane su na normalnost distribucije Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Numeričke varijable opisane su aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom. Za usporedbu vrijednosti numeričkih varijabli više nezavisnih skupina uporabljena je One Way ANOVA (kod varijabli kod kojih je utvrđena normalna distribucija) te Kruskal-Wallis test (kod varijabli kod kojih nije utvrđena normalna distribucija). Značajnost razlika utvrđenih statističkim testiranjem iskazana je na razini $p < 0,05$.

4. REZULTATI

4.1. Rezultati istraživanja proizvodnih pokazatelja tovnih pilića

Rezultati istraživanja proizvodnih pokazatelja tovnih pilića odnose se na vrijednosti tjelesnih masa živih pilića, prirasta, konzumacije te konverzije hrane. Rezultati su prikazani u tabličnom i grafičkom obliku.

4.1.1. Tjelesna masa pilića

Tjelesne mase pilića, izmjerene su 1., 7., 14., 21., 28., 35., i 42. dan tova te su zbirno prikazane u Tablici 5.

Tablica 5. Tjelesne mase pilića prema danima tova (g)

Dani	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
1	41,50±2,980	41,50±3,256	41,33±2,916	0,972
7	142,33±21,605	141,50±19,963	145,50±22,103	0,368
14	377,17±54,987	353,00±80,404	385,17±85,435	0,063
21	757,17±134,361	693,00±224,882	808,83±149,359	0,073
28	1279,00 ^a ±179,916	1109,83 ^a ±344,332	1365,00 ^{ab} ±190,688	0,004
35	1834,00±319,084	1715,50±484,347	1926,00±334,565	0,254
42	2464,67±387,494	2241,67±621,238	2484,67±430,883	0,329

*Kruskal–Wallis test; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza; srednje vrijednosti unutar redaka bez istog slova u superskriptu se značajno razlikuju ^{a,b} p < 0,05

Tablica 5 prikazuje prosječnu tjelesnu masu pilića. U tablici je vidljivo da je tjelesna masa pilića u 1.danu bila gotovo identična i nisu postojale statistički značajne razlike između skupina ($P>0,05$).

Na kraju prvog tjedna prosječna tjelesna masa P2 skupine je bila najveća 145,50 g, zatim K skupine 142,33 g, najmanju tjelesnu masu imala je P1 141,50 g. Nije postojala statistički značajna razlika između skupina ($P>0,05$).

U drugom tjednu najveću tjelesnu masu imala je P2 skupina 385,17 g, a najmanju P1 skupina 377,17 g, P2 skupina imala je najmanju tjelesnu masu 353,00 g. Razlike između skupina nisu bile statistički značajne ($P>0,05$).

Tjelesna masa pilića u trećem tjednu bila je najveća u P2 skupini 808,83 g, zatim K skupini 757,17 g, a najmanja u P1 skupini 693,00 g. Razlika između skupina nije bila statistički značajna ($P>0,05$).

U četvrtom tjednu najveću tjelesnu masu imala je P2 skupina 1365,00 g, zatim K skupina 1279,00 g, a najmanju P1 skupina 1109,83 g. Razlike između P2 skupine u odnosu na K i P1 skupinu su bile statistički značajne ($P<0,05$).

Peti tjedan najveću masu imala je P2 skupina 1926,00 g, slijedi K skupina 1834,00 g, najmanju tjelesnu masu imala je P1 skupina 1715,50 g.

Do kraja tova P2 skupina je opet imala najveću tjelesnu masu s time da je završna tjelesna masa u P2 skupini 2484,67 g i K skupini 2464,67 g gotovo identična, dok se P1 skupina pokazala kao najlošija 2241,67g.

4.1.2. Tjedni prirast pilića

Kontrolnim vaganjem dobili smo podatke iz kojih je bilo moguće izračunati prosječne vrijednosti prirasta što je prikazano u Tablici 6.

Tablica 6. Prosječni tjedni prirast pilića (g)

Tjedni	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
1	100,83±22,402	100,00±19,914	104,17±21,738	0,443*
2	234,83±67,434	211,50±76,723	239,67±81,979	0,152*
3	380,00±140,018	340,00±199,054	423,67±161,885	0,340*
4	521,83 ^a ±218,397	416,83 ^a ±255,213	556,17 ^{ab} ±196,735	0,049**
5	555,00±297,272	605,67±352,197	561,00±325,138	0,806**
6	630,67±363,915	526,17±405,139	558,67±405,856	0,426*

*Kruskal–Wallis test; **One–way ANOVA; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1= krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2= krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza; srednje vrijednosti unutar redaka bez istog slova u superskriptu se značajno razlikuju ^{a,b} p < 0,05

U prvom tjednu najveći tjedni prirast imala je P2 skupina 104,17 g, dok su prirasti K i P1 skupine bili manji K skupina imala je tjedni prirast od 100,83 g, a P1 skupina tjedni prirast od 100,00 g. Značajne statističke razlike u ovome tjednu nisu utvrđene (P>0,05).

Drugi tjedan je opet pokazao iste rezultate, P2 skupina je imala najveći tjedni prirast 239, 67 g. K skupina je pokazala malo veći tjedni prirast od P1. K skupina imala je tjedni prirast od 234,83 g, dok je P1 skupina imala tjedni prirast od 211,50 g. Nisu utvrđene značajne statističke razlike unutar skupina u drugom tjednu (P>0,05).

Treći tjedan je opet pokazao iste rezultate, P2 skupina je bila najbolja imala je tjedni prirast od 423,67 g. K skupina je opet imala veće priraste od P1 skupine. K skupina imala je tjedni prirast 380, 00 g, a P2 skupina imala je tjedni prirast od 340,00 g. Unutar skupina nije utvrđena značajna statistička razlika (P>0,05).

U četvrtom tjednu najveći prirast je opet imala P2 skupina 556,17 g. Kao u prošlim tjednima K skupina je imala veći tjedni prirast od P1 skupine. K skupina imala je tjedni prirast od 521,83 g, dok je P1 skupina imala tjedni prirast 416,83 g. U ovome tjednu su zabilježene značajne statističke razlike između skupina ($P < 0,05$).

Peti tjedan najbolje rezultate je imala P1 skupina 605,67 g. Razlika između K skupine i P2 skupine u ovome tjednu je bila minimalna. K skupina je imala tjedni prirast od 555,00 g, a P2 skupina imala je tjedni prirast od 561,00 g. U ovome tjednu nisu zabilježene značajne statističke razlike između skupina ($P > 0,05$).

Šesti tjedan je pokazao najbolje rezultate u K skupini 630,67 g. P2 skupina je imala malo bolji tjedni prirast od P1 skupine. P2 skupina imala je tjedni prirast od 558,67 g, dok je P1 skupina imala tjedni prirast od 526,17 g. Unutar skupina u ovome tjednu nisu zabilježene značajne statističke razlike ($P > 0,05$).

Pregledom rezultata tijekom cijelog tova možemo uočiti kako je najveće tjedne priraste imala P2 skupina koja je takve rezultate imala do kraja četvrtog tjedna. U četvrtom tjednu su zabilježene značajne statističke razlike unutar skupina ($P < 0,05$). Peti i šesti tjedna su pokazali drugačije rezultate pa je tako u petom tjednu najveće priraste imala P1 skupina, a u šestom tjednu K skupina. Najveći tjedni prirast je zabilježen u četvrtom tjednu u P2 skupini, a iznosio je 556,17 g, također je u ovome tjednu zabilježena značajna statistička razlika između skupina ($P < 0,05$).

4.1.3. Konzumacija hrane

Na Grafikonu 1. prikazane su prosječne tjedne vrijednosti konzumacije hrane pilića po skupinama i tjednima tova.

U prvom tjednu tova konzumacija hrane bila je jednaka u K i P1 skupini 150,00 g, a P2 skupini malo manja 133,33 g po piletu tjedno. U ovome tjednu nije zabilježena značajna statistička razlika između skupina ($P > 0,05$).

Drugi tjedan tova je dao malo drugačije rezultate u kojem je najveću konzumaciju hrane imala K skupina 350,00 g, a P1 i P2 skupina imala je identičnu konzumaciju hrane 333,33 g hrane po piletu. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P > 0,05$).

Treći tjedan tova pokazao je opet drugačije rezultate. U ovome tjednu najveću konzumaciju imala je P2 skupina 766,67 g, K skupina 700,00 g, a najmanju konzumaciju imala je P1 skupina 683,33 g. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

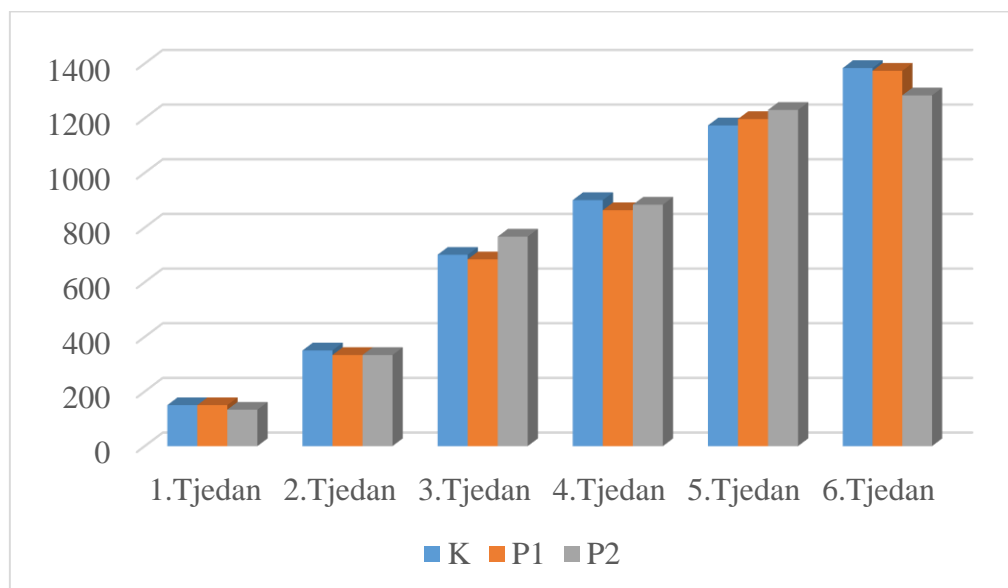
Najveću konzumaciju u četvrtom tjednu je imala K skupina 900,00 g, nakon nje P2 skupina 883,33 g, a najmanju konzumaciju P1 skupina 863,33 g. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

U petom tjednu su rezultati opet bili drugačiji, gdje je najveću konzumaciju imala P2 skupina 1230,00 g, zatim P1 skupina 1196,67 g, a najmanju konzumaciju imala je K skupina 1173,33 g. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

Zadnji tjedan, šesti, najveću konzumaciju opet je imala K skupina 1383,33 g, nakon nje P1 skupina 1373,33 g, najmanju konzumaciju imala je P2 skupina 1283,33 g. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

Sveukupno gledano rezultati konzumacije hrane su jako raznoliki i uglavnom se izmjenjivala K skupina i P2 skupina sa najvećom konzumacijom, dok je P1 skupina većinom bila u srednjoj vrijednosti.

Grafikon 1. Konzumacija hrane pilića po tjednima tova (g)



**Kruskal–Wallis test; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza.*

4.1.4. Konverzija hrane

Na Grafikonu 2. prikazana je konverzija hrane pilića po skupinama u 1., 2., 3., 4., 5., i 6. tjednu tova.

Prvi tjedan tova najmanju konverziju imala je P2 skupina 1,26 kg, a identičnu konverziju imala je K i P1 skupina 1,50 kg. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

Drugi tjedan je ponudio iste rezultate gdje je K i P1 skupina opet imala istu konverziju 1,50 kg, a P2 skupina opet najmanju 1,38 kg. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

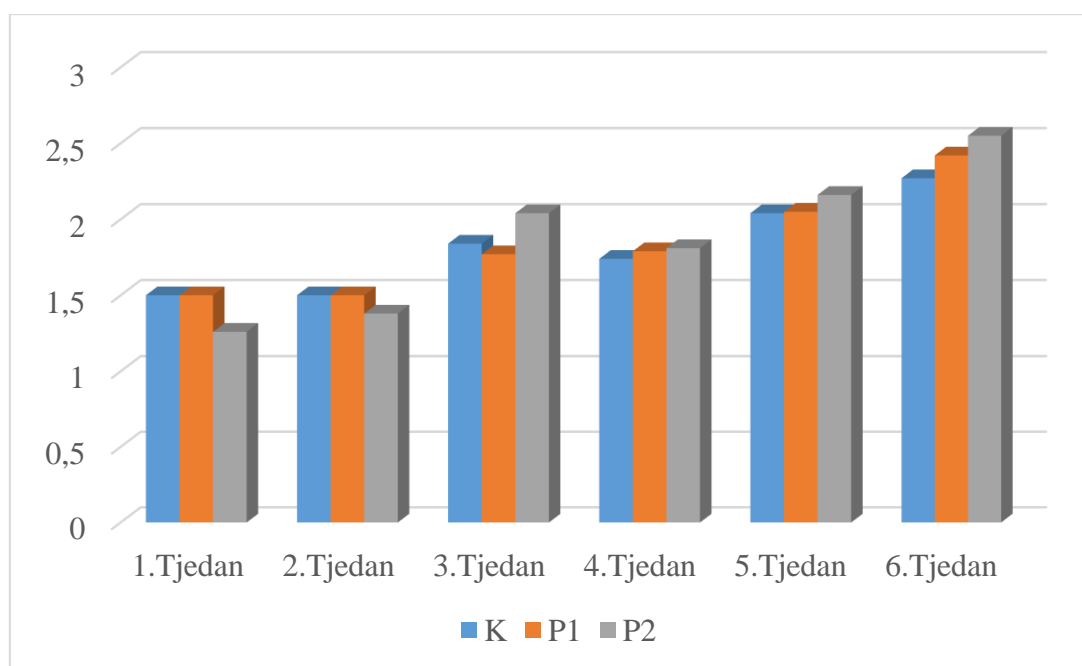
Treći tjedan drastično se povećala konverzija u P2 skupini i iznosila je 2,04 kg, najmanju konverziju imala je P1 skupina 1,77 kg, a srednju konverziju K skupina 1,84 kg. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

Četvrti tjedan tova bio je gotovo identičan po konverziji. Najmanju konverziju imala je K skupina 1,74 kg, zatim P1 skupina 1,79 kg, a najveću P2 skupina 1,81 kg. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

U petom tjednu opet je najveću konverziju imala P2 skupina 2,16 kg. K i P1 skupina su gotovo identične 2,04 kg i 2,05 kg. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

Zadnji tjedan tova opet je pokazao kako P2 skupina ima najveću konverziju 2,55 kg, K skupina najmanju 2,27 kg, a srednju konverziju imala je P1 skupina 2,42 kg. Nije zabilježena značajna statistička razlika ($P>0,05$).

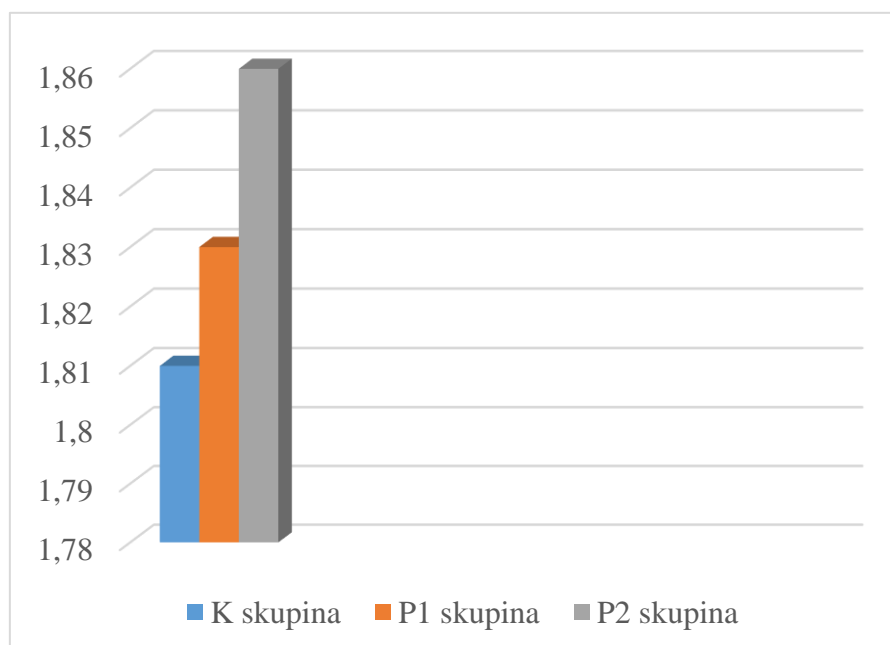
Grafikon 2. Konverzija hrane pilića tijekom tova (kg/kg)



**Kruskal – Wallis test; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza.*

Općenito gledano konverzija hrane na kraju tova u prosjeku bila je gotovo identična u svakoj skupini. Najmanju konverziju imala je K skupina 1,81 kg, zatim P1 skupina 1,83 kg, a najlošiju konverziju imala je P2 skupina 1,86 kg (Grafikon 3.).

Grafikon 3. Prosječna konverzija na kraju tova



K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza;

4.2. Rezultati biokemijskih analiza krvi tovnih pilića

U uzorcima krvi odabranih pokusnih životinja, uzorkovanih 42. dan pokusa, utvrđene su vrijednosti biokemijskih pokazatelja: alanin aminotransferaza (ALT), gama-glutamiltransferaza (GGT), glukoza (GUK), urea, proteini, albumin (ALB), željezo (Fe), kolesterol (KOL), trigliceridi (TGC), lipoproteini visoke gustoće (HDL), lipoproteini niske gustoće (LDL), kalcij (Ca), superoksid dismutaza (SOD), antioksidans (GPx). U Tablici 7. prikazane su vrijednosti istraživanih biokemijskih pokazatelja u krvi pilića 42. dan tova po skupinama pilića.

Tablica 7. Biokemijski pokazatelji u krvi brojlera 42. dana tova

Pokazatelji	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
ALT (U/L)	2,18±0,73	2,42±1,76	3,47±3,08	0,180*
GGT (U/L)	23,91±3,88	23,09±5,80	21,67±2,70	0,511**
GUK (mmol/L)	10,85±1,37	10,03±1,47	11,21±0,89	0,122**
UREA (mmol/L)	0,19±0,07	0,19±0,14	0,30±0,11	0,050**
TP (g/L)	23,36±1,68	23,25±1,95	24,16±1,97	0,504**
ALB (g/L)	8,51±0,68	8,29±0,95	8,54±0,66	0,735**
Fe (µmol/L)	13,33 ^a ±1,56	11,62 ^b ±1,67	13,87 ^a ±1,91	0,018**
KOL (mmol/L)	2,34±0,31	2,14±0,26	2,22±0,28	0,261**
TGC (mmol/L)	0,25±0,04	0,28±0,05	0,29±0,07	0,294**
HDL (mmol/L)	1,61±0,15	1,47±0,17	1,44±0,16	0,064**
LDL (mmol/L)	0,63±0,16	0,55±0,10	0,65±0,11	0,177**
P (mmol/L)	1,89±0,18	1,79±0,25	1,98±0,17	0,150**
Ca (mmol/L)	2,18±0,20	2,32±1,10	2,55±1,98	0,259*
SOD (U/mL)	1,64±0,46	1,60±0,38	1,58±0,71	0,967**
GPx (U/L)	13946,40±5600,20	13841,10±2483,28	14527,20±3261,91	0,440*

*Kruskal–Wallis test; **One–way ANOVA; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza; srednje vrijednosti unutar redaka bez istog slova u superskriptu se značajno razlikuju ^{a,b} p < 0,05

Statističkom obradom podataka navedenih parametara u krvi tovnih pilića u većini rezultata nisu bile značajne statističke razlike. Izuzetak je koncentracija željeza (Fe) u krvi. Tako je u P2 skupini koncentracija Fe 13,87 $\mu\text{mol/L}$, dok je koncentracija Fe u K skupini 13,33 $\mu\text{mol/L}$, a u P1 skupini 11,62 $\mu\text{mol/L}$.

4.3. Rezultati istraživanja pokazatelja kvalitete mesa tovnih pilića

Pokazatelji kvalitete mesa tovnih pilića analizirani u ovom istraživanju uključivali su mase ohlađenih trupova, randman, mase pojedinih dijelova pilećeg rasjeka (prsna, bataci sa zabatacima, krila, leđa sa zdjelicom, vrat). Uz to, kao pokazatelji kvalitete mesa u ovom istraživanju praćene su i pH vrijednosti mišića prsna (pH_1 i pH_2), boja mišićnog tkiva prsna, sposobnost zadržavanje vode, konzistencija mesa, te koncentracija selena u bijelom mesu, u zabatku te u jetri.

4.3.1. Klaonička kvaliteta pilećih trupova

U Tablici 8. prikazane su prosječne vrijednosti mase klaonički obrađenih trupova (g) i randman pilića (%) po skupinama pilića. Statističkom obradom podataka masa klaoničkih obrađenih trupova i randmana zabilježene su razlike u vrijednostima analiziranih parametara. Masa obrađenog trupa je bila najveća u P2 skupini 1907,50 g, dok je u K i P1 skupini bila približno jednaka 1766 g i 1792,50 g. Randman klanja najbolji je bio u K skupini 76,50%, dok je u P1 bio 74,95%, a u P2 75,50. U oba slućaja nije zabilježena znaćajna statistićka razlika izmeću skupina ($P > 0,05$).

Tablica 8. Prosječne vrijednosti mase klaonički obrađenih trupova (g) i randman pilića (%) po skupinama pilića

Pokazatelji	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
Masa obrađenog trupa	1766±173,41	1792,50±130,86	1907,50±188,17	0,148*
Randman	76,50±8,23	74,95±2,99	75,50±1,08	0,659**

One-way ANOVA*; *Kruskal–Wallis test*; \bar{x} = srednja vrijednost; *s* = standardna devijacija; *K* = kontrolna skupina; *P1* = krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; *P2* = krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza;

U Tablici 9. vidljive su mase osnovnih dijelova u trupu pilića (g) po skupinama pilića. Rezultati mase osnovnih dijelova trupa su pokazali značajne statističke razlike između skupina i to u masi prsa ($P < 0,05$). Masa prsa pilića u P2 skupini je bila najveća 724,00 g, zatim K skupine 650,00 g i najmanja masa prsa je bila u P1 skupini 633,00 g.

Masa bataka sa zabatcima je približna u svakoj skupini i nije zabilježena značajna statistička razlika između skupina ($P > 0,05$). Najveća masa je bila u P2 skupini 512,50 g, P1 skupina imala je masu zabataka 507,00 g, a najmanja masa zabataka je bila u K skupini 488,50 g.

Masa leđa sa zdjelicom je također bila najveća u P2 skupini 407,00 g, dok je u P1 skupini bila 384,00 g, a najmanja masa leđa sa zdjelicom je bila u K skupini 376,50 g. U ovome parametru nije zabilježena veća statistička razlika između skupina ($P > 0,05$).

Masa krila je gotovo identična u svakoj skupini, najveća masa krila je bila u K skupini 180,50 g, dok je u P1 skupini bila 178,50 g, a u P2 skupini 178,00 g. Nije zabilježena veća statistička razlika između skupina ($P > 0,05$).

P1 skupina je imala najveću masu vrat 76,50 g, zatim P2 skupina 77,00 g i K skupina 76,50 g. Također u ovom parametru nije zabilježena veća statistička razlika između skupina ($P > 0,05$).

Tablica 9. Masa osnovnih dijelova u trupu pilića (g) po skupinama pilića

Pokazatelj	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
Prsa	650,00 ^a ±55,53	633,00 ^a ±74,80	724,00 ^b ±76,30	0,016*
Bataci sa zabatacima	488,50±66,21	507,00±38,89	512,50±59,73	0,611*
Leđa sa zdjelicom	376,50±39,23	384,00±26,33	407,00±45,47	0,191*
Krila	180,50±18,17	178,50±14,15	178,00±12,30	0,926*
Vrat	76,50±7,47	81,00±8,10	77,00±7,53	0,339**

**One-way ANOVA; **Kruskal-Wallis test; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza; srednje vrijednosti unutar redaka bez istog slova u superskriptu se značajno razlikuju ^{a,b} p < 0,05*

4.3.2. Tehnološka svojstva kvalitete mesa

U Tablici 10. prikazane su prosječne vrijednosti pH₁ i pH₂ prsnog mišića pilića po skupinama. Vrijednost pH₁ koji se uzima 45 minuta nakon klanja je bila najveća u P2 skupini 5,79, nešto manja vrijednosti u P1 skupini 5,76, a najmanja vrijednost u K skupini 5,70. Razlike između skupina su minimalne i nisu zabilježena značajnija statistička odstupanja u grupama (P>0,05).

Vrijednosti pH₂ koji se uzima 24 sata nakon klanja su gotovo identične u svakoj skupini. P2 je opet imama najveću vrijednost 5,66, zatim P1 skupina 5,62, a najmanju vrijednost je imala K skupina 5,61. Nisu zabilježena značajnija statistička odstupanja u grupama (P>0,05).

Tablica 10. Vrijednosti pH₁ i pH₂ prsnog mišića pilića

Pokazatelji	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
pH ₁	5,70±0,14	5,76±0,13	5,79±0,84	0,446
pH ₂	5,61±0,08	5,62±0,13	5,66±0,08	0,272

**Kruskal–Wallis test; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza;*

U Tablici 11. prikazane su prosječne vrijednosti boje mesa (L*, a*, b*) pilića po skupinama.

Boja mesa mišićnog tkiva pilića kao vrijednost L*(stupanj svjetloće) bila je najveća u P2 skupini 64,15. Razlika između K i P1 skupine je minimalna i nisu zabilježena značajnija statistička odstupanja (P>0,05).

Boja kože kao vrijednost a*(stupanj crvenila) imala je najveću vrijednost u P1 skupini 12,14, razlika između K i P2 skupine nema značajnija statistička odstupanja (P>0,05).

Boja kože mjerena kao vrijednost b*(stupanj žutila) pokazala je najveću vrijednost u P1 skupini 17,67, zatim u P2 skupini 14,81 i najmanju vrijednost u K skupini 13,61. Iako je vidljiva razlika između skupina u vrijednostima nisu zabilježena značajna statistička značajnost (P>0,05).

Tablica 11. Pokazatelji boje mišićnog tkiva prsa (L*, a*, b*) pilića

Pokazatelj	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
L*	63,88±2,71	63,82±1,20	64,15±2,66	0,943*
a*	11,02±1,08	12,14±3,07	10,68±1,25	0,432**
b*	13,61±1,70	17,67±13,09	14,81±2,17	0,359**

*One-way ANOVA; **Kruskal-Wallis test; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza;

U Tablici 12. prikazane su prosječne vrijednosti sposobnosti zadržavanja vode (cm²) po skupinama. Vrijednost sposobnosti zadržavanja vode bila je najveća u P1 skupini 2,78, malo manja vrijednost u P2 skupini 2,64, a najmanja vrijednost u K skupini 2,51. U ovome tehnološkom svojstvu nisu zabilježene statističke značajnosti između promatranih parametara (P>0,05).

Tablica 12. Vrijednosti sposobnosti zadržavanja vode (cm²)

Pokazatelj	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
Sposobnost zadržavanja vode	2,51±0,60	2,78±0,58	2,64±0,35	0,514

*One-way ANOVA; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza;

U Tablici 13. prikazana je konzistencija mesa, najveća je vrijednost zabilježena u K skupini 2,06, zatim u P2 skupini 2,01, a najmanju vrijednost imala je P1 skupini 1,96. Razlike između grupa su minimalne i ne postoji statistički značajna razlika ($P>0,05$).

Tablica 13. Konzistencija mesa

Pokazatelj	Skupine brojlera			*p
	$\bar{x} \pm s$			
	K	P1	P2	
Konzistencija	2,06±0,31	1,96±0,16	2,01±0,28	0,697

**One-way ANOVA; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza;*

Jedan od glavnih ciljeva ovog istraživanja bio je utvrditi u kojoj mjeri će se selen (Se) ugraditi u mišićno tkivo. U Tablici 14. prikazana je koncentracija selena u bijelom mesu, zabatku te u jetri. Rezultati su očekivano pokazali da su skupine hranjene biofortificiranom hranom imale veće vrijednosti selena (Se) u mišićnom tkivu. Najveću koncentraciju selena (Se) imala je P2 skupina 0,192 koja je hranjena biofortificiranom sojom i kukuruzom. P1 skupina imala je koncentraciju 0,151, a hranjena je samo sa biofortificiranom sojom. Očekivano K skupina imala je najmanju koncentraciju selena (Se). Unutar skupina zabilježene su statistički značajne razlike ($P<0,05$).

Tablica 14. Koncentracija selena u bijelom mesu, zabatku te u jetri

Pokazatelji	Skupine brojlera $\bar{x} \pm s$			*p
	K	P1	P2	
Koncentracija Se u bijelom mesu	0,132 ^a ±0,0186	0,151 ^b ±0,0085	0,192 ^c ±0,0237	<0,001*
Koncentracija Se u zabatku	0,109 ^a ±0,0080	0,142 ^b ±0,0061	0,149 ^b ±0,0114	<0,001**
Koncentracija Se u jetri	0,537±0,0285	0,589±0,0570	0,559±0,0626	0,082**

*One-way ANOVA; \bar{x} =srednja vrijednost; s=standardna devijacija; K=kontrolna skupina; P1=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje; P2=krmna smjesa uz dodatak biofortificirane soje i kukuruza; srednje vrijednosti unutar redaka bez istog slova u superskriptu se značajno razlikuju ^{a,b,c} p < 0,05

4.4. Rezultati istraživanja ponašanja, zdravstvenog stanja i mortaliteta tovnih pilića

Pilići ni u jednoj skupini nisi pokazivali znakove agresivnosti i kanibalizma. Skupine pilića hranjene povećanom koncentracijom selena u smjesi (P1 i P2) bile su aktivnije od pokusne skupine (K). Tijekom istraživanja nije zabilježena ni jedno uginuće niti u jednoj skupini. Primijećena je veća konzumacija vode u P2 skupini u odnosu na K i P1 skupinu. Zdravstveno stanje bilo je odlično, izmet pilića bio je čvršće konzistencije što je u upućivalo na to da pilići nemaju proljev niti zdravstvenih poteškoća.

5. RASPRAVA

5.1. Proizvodni pokazatelji tovnih pilića

5.1.1. Tjelesne mase pilića

Uspoređujući sa rezultatima autora koji su proveli istraživanja na istu temu (Bentea i sur., 2007.; Ševčíková i sur., 2006.; Marković i sur., 2009.) naši dobiveni rezultati nisu bili u potpunosti sukladni s njihovim istraživanjima. U istraživanjima navedenih autora najbolje rezultate postigle su pokusne skupine sa povećanom koncentracijom selena u smjesi, a najlošije rezultate kontrolne skupine. Bentea i sur. (2007.) navode rezultate (P2 skupina 2484,09 g; P1 skupina 2481,13 g; K skupina 2315,80 g). Ševčíková i sur. (2006.) navode rezultate (P1 skupina 2430,6 g; P2 skupina 2425 g; K skupina 2318,9 g). Marković i sur. (2009.) navode rezultate (K skupina 1938,46 g; P2 skupina 2075,79 g; P1 skupina 2087,74 g; P3 skupina 2146,79 g.). Općenito, povećana koncentracija selena u komponentama smjese (soja, kukuruz) u našem istraživanju nije dovela do značajnije povećanja tjelesne mase u pokusnim skupinama ($P > 0,05$), u našem istraživanju jedino je 28. dana postojala statistički značajna razlika u tjelesnim masama pilića K te P2 i P2 skupine ($p = 0,004$).

Uspoređujući rezultate istraživanja Ryn i sur. (2005.) tjelesne mase pilića do 2. tjedna bile su nešto veće od našeg istraživanja. 14-ti dan tjelesna masa pilića kako navodi autor bila je između 364,00 g i 400,00 g ovisno o skupini. Tjelesna masa 14-ti dan u našem istraživanju bila je između 353,00 g i 385,17 g ovisno o skupini. Treći tjedan tjelesna masa pilića u našem istraživanju razlikuje se od rezultata koje navodi spomenuti autor. 21. dan autor navodi tjelesnu masu od 619,00 g do 702,00 g, a tjelesna masa pilića u našem istraživanju bila je 693,00 g do 808,83 g. Do kraja tova pilići u našem istraživanju postizali su veće priraste i na kraju tova postigli veću završnu tjelesnu masu. Spomenuti autor navodi završne tjelesne mase od 1666 g do 1959 g ovisno o skupini, dok su završne tjelesne mase u našem istraživanju bile značajno veće, od 2241,67 g do 2484,67 g. Promatrajući rezultate od navedenog autora može se zaključiti kako su veću završnu tjelesnu masu imale skupine hranjene manjom koncentracijom Na_2SeO_3 u smjesi (1 i 2 ppm), u odnosu na skupine hranjene većom koncentracijom Na_2SeO_3 u smjesi (4 i 8 ppm). Ipak, kontrolne skupine postigle su najveće završne tjelesne mase.

5.1.2. Tjedni prirast pilića

U našem istraživanju prirast smo temeljili na tjednoj bazi dok su ostali autori temeljili na dnevnoj bazi. Rezultati našeg istraživanja podudaraju se sa istraživanjem Bentea i sur. (2007.). Prirasti su skoro identični uz minimalna odstupanja. U istraživanju Marković i sur. (2009.) rezultati se ne podudaraju sa našim istraživanjem. Usporedbom smo primijetili značajne razlike u prirastu. Rezultati prirasta u istraživanju Bentea i sur. (2007.) i Marković i sur. (2009.) opisani su u pregledu literature.

Povećana koncentracija selena u našem istraživanju u smjesi za pokusne skupine nije pružila značajnije statističke razlike osim u četvrtom tjednu u kojem je zabilježena značajna statistička razlika ($P < 0,05$)

5.1.3. Konzumacija hrane

Naše istraživanje temeljilo se na tjednoj konzumaciji hrane dok su ostali autori temeljili na dnevnoj bazi. Tjednu konzumaciju hrane u našem istraživanju usporediti ćemo sa istraživanjima Bentea i sur. (2007.) i Marković i sur. (2009.). Uspoređujući naše rezultate sa rezultatima Bentea i sur. (2007.) možemo primijetiti minimalna odstupanja te možemo reći kako su rezultati sukladni. Rezultati u istraživanju Marković i sur. (2009.) se značajnije razlikuju od našeg istraživanja u kojem smo imali veću konzumaciju hrane. Rezultati konzumacije hrane navedenih autora opisani su u pregledu literature.

Gledano samo naše istraživanje povećana koncentracija selena u smjesi koja je korištena u pokusnim skupinama nije pružila značajne statističke razlike ($P > 0,05$).

5.1.4. Konverzija hrane

Konverzija hrane u našem istraživanju bila je gotovo identična u svakoj skupini (K skupina 1,81 kg, P1 skupina 1,83 kg; P2 skupina 1,86 kg). Marković i sur. (2009.) navode konverziju (K skupina 2,13 kg; P1 skupina 2,04 kg; P2 skupina 2,08; P3 skupina 2,01 kg). Ševčíková i sur. (2006.) navode konverziju (K skupina 1,79 kg; P1 skupina 1,68 kg; P2 skupina 1,67 kg).

Uspoređujući naše rezultate sa rezultatima navedenih autora, u našem istraživanju postigli malo bolju konverziju od istraživanja koje su proveli Marković i sur. (2009.) i malo lošiju od

istraživanja koje su radili Ševčíková i sur. (2006.). U našem istraživanju konverzija hrane nije pružila značajnije statističke razlike ($P > 0,05$).

5.2. Biokemijski pokazatelji

Rezultate biokemijske analize krvi u našem istraživanju usporediti ćemo sa istraživanjem Mikulski i sur. (2009). Koncentracija alanin aminotransferaze (ALT) u istraživanju navedenog autora bila je između (36,80 U/L i 39,00 U/L), dok je u našem istraživanju koncentracija bila između (2,18 U/L i 3,47 U/L). U ovoj vrijednosti vidimo veliko odstupanje između rezultata. Koncentracija antioksidanta (Gpx) u istraživanju navedenog autora bila je između (6,54 U/ml i 9,87 U/mL), u našem istraživanju koncentracija je bila između (13841,10 U/l i 14527,20 U/l. Također u ovoj vrijednosti primjećujemo velika odstupanja. Koncentracija superoksid dismutaze (SOD) u istraživanju navedenog autora bila je između (63,33 U/ml i 75,03 U/ml). U našem istraživanju koncentracija je bila između (1,58 U/mL i 1,64 U/ml). Između rezultata mogu se primijetiti velike razlike.

5.3. Klaonička svojstva pilećih trupova

Uspoređujući rezultate našeg istraživanja i istraživanja Marković i sur. (2009.) dobili smo veće tjelesne mase obrađenog trupa. U našem istraživanju (K skupina 1766 g; P1 skupina 1792,50 g; P2 skupina 1907,50 g) Marković i sur. (2009.) navode (K skupina 1243,32 g; P1 skupina 1404,22 g; P2 skupina 1397,91; P3 skupina 1470,37 g). Razlog veće mase trupa u našem istraživanju je u tome što smo postigli osjetno veću završnu tjelesnu masu 42. dan u odnosu na istraživanje navedene autorice što se na kraju odrazilo i na masu trupa. Drugi razlog je u tome što smo u našem istraživanju postigli i veći randman klanja. U našem istraživanju povećana koncentracija selena u smjesi za pokusne skupine nije pokazala značajne statističke razlike ($P > 0,05$).

Randman predstavlja prinos mesa, odnosno omjer žive mase prije klanja i mase trupa nakon klanja bez perja, iznutrica, glave i nogu. Randman se izražava u postotku. Marković i sur. (2009.) godine navode randman za K skupinu 65,31%, P1 skupinu 67,44%, P2 skupinu 67,40%, P3 skupinu 69,24%. Ševčíková i sur. (2006.) navode rezultate u K skupini 74,17%, P1 skupinu 74,40%, P2 skupinu 75,12%. U našem istraživanju postigli smo rezultate u K skupini 76,5%, P1 skupini 74,95%, P2 skupini 75,50%. Rezultati našeg istraživanja i istraživanja Ševčíková i

sur. (2006.) godine su gotovo identični, dok rezultati Marković i sur. (2009.) godine se značajnije razlikuju od našeg istraživanja. Povećana koncentracija selena u našem istraživanju u smjesi za pokusne skupine nije pokazala značajne statističke razlike ($P > 0,05$).

Usporedbom naših rezultata koji su se odnosili na mase određenih dijelova trupa sa rezultatima Kralik i sur. (2014.) nije zabilježena veća razlika. Masa prsa trupa u našem istraživanju imala je veću masu od rezultata navedene autorice. Bataci sa zabatacima i leđa imali su veću masu u istraživanju Kralik i sur. (2014.). Masa krila je skoro identična u oba istraživanja. U istraživanju koje je provodila Ševčíková i sur. (2006.) godine autori navode masu prsa u K skupini 350,3 g, P1 skupini 374,7 g, P2 skupini 351,4 g. Masa prsa u našem istraživanju bila je u K skupini 650,0 g, P1 skupini 633,0 g, P2 skupini 724,0 g. Iz ovih rezultata vidljiva je velika razlika između našeg istraživanja i istraživanja koje su provodili Ševčíková i sur. (2006.). U našem istraživanju povećana koncentracija selena u smjesama za pokusne skupine dovela je do značajne statističke razlike između skupina i to u masi prsa ($P < 0,05$).

5.4. Tehnološka svojstva mesa

Stupanj svjetloće (L^*) mesa u istraživanju Chen i sur. (2013.) bio je ovisno o skupini između 43,26 do 44,28, dok je u našem istraživanju bio između 63,82 do 64,15. Iz ovih rezultat vidljivo je kako postoji velika razlika između našeg istraživanja i istraživanja navedenog autora.

Stupanj crvenila (a^*) mesa u istraživanju Chen i sur. (2013.) bio je između 8,87 do 9,41 ovisno o skupini. U našem istraživanju stupanj crvenila bio je između 10,68 do 12,14 ovisno o skupini. Iz rezultata vidljivo je kako postoji razlika između našeg istraživanja i istraživanja navedenog autora.

Stupanj žutoće (b^*) mesa u istraživanju Chen i sur. (2013.) bila je između 17,32 do 17,65. U našem istraživanju bila je između 13,61 do 17,67 ovisno o skupini. Iz rezultat vidljivo je kako u našem istraživanju postoji razlika, ali rezultati se podudaraju sa rezultatima navedenog autora.

Povećana koncentracija selena u P1 i P2 skupini dovela je do povećanja selena u mesu i jetri. Usporediti ćemo naše rezultate sa rezultatima drugih istraživača.

Marković i sur. (2009.) godine dobili su koncentraciju selena u bijelom mesu u K skupini 0,34 mg/kg, P1 skupini 0,40 mg/kg, P2 skupini 0,38 mg/kg, P3 skupini 0,43 mg/kg mesa. U našem

istraživanju dobili smo koncentraciju selena u prsima u K skupini 0,132 mg/kg, P1 skupini 0,151 mg/kg, P2 skupini 0,192 mg/kg mesa. Koncentracija selena u jetri koju navodi Marković i sur. (2009.) u K skupini 0,50 mg/kg, P1 skupini 0,57 mg/kg, P2 skupini 0,55 mg/kg, P3 skupini 0,63 mg/kg. Naše istraživanje dalo je slične rezultate, K skupina 0,537 mg/kg, P1 skupina 0,589 mg/kg, P2 skupina 0,559 mg/kg. Iz rezultata je vidljivo kako koncentracija selena u jetri u oba istraživanja je gotovo identična i postoje minimalne razlike što znači da su rezultati sukladni. Koncentracija selena u bijelom mesu je različita, u nekih skupinama u istraživanju Marković i sur. (2009) čak duplo veća nego u našem istraživanju. Razlog možemo pronaći u tome što je koncentracija selena u smjesi koju su koristili Marković i sur. (2009) veća nego koncentracija selena u smjesi koje smo koristili u našem istraživanju.

Cvrtila i sur. (2005.) dobili su koncentraciju selena u bijelom mesu u K skupini 0,390 mg/kg, P1 skupini 0,641 mg/kg. U našem istraživanju dobili smo koncentraciju selena u prsima u K skupini 0,132 mg/kg, P1 skupini 0,151 mg/kg, P2 skupini 0,192 mg/kg mesa. Navedeni autor u istraživanju dobio je veću koncentraciju selena u mesu nego u našem istraživanju. U oba istraživanja povećana koncentracija selena u smjesi dovodi po povećanje koncentracije selena u mesu.

Kralik i sur. (2014.) analizom zabatka dobili su koncentraciju selena u K skupini 0,126 mg/kg, P1 skupini 0,238 mg/kg. U našem istraživanju analizom smo dobili koncentraciju selena u K skupini 0,109 mg, P1 skupini 0,142 mg/kg, P2 skupini 0,149 mg/kg. Rezultati u istraživanju navedene autorice su bolji nego u našem istraživanju, a razlog tome je što koncentracija selena u smjesi navedene autorice bila veća nego u našem istraživanju.

Chen i sur. (2013.) analizom prsa trupova zaklanih pilića dobili su koncentraciju selena u K skupini 0,28 mg/kg, P1 skupini 0,64 mg/kg, P2 skupini 1,11 mg/kg, P3 skupini 1,34 mg/kg, P4 skupini 1,43 mg/kg prsnog mišića. Analizom jetre koncentracija selena bila je u K skupini 0,07 mg/kg, P1 skupini 0,31 mg/kg, P2 skupini 0,35 mg/kg, P3 skupini 0,74 mg/kg, P4 skupini 1,42 mg/kg. U našem istraživanju koncentracija selena u prsima bila je u K skupini 0,109 mg/kg, P1 skupini 0,142 mg/kg, P2 skupini 0,149 mg/kg. Analizom jetre koncentracija selena bila je 0,537 mg/kg, P1 skupine 0,589 mg/kg, P2 skupini 0,559 mg/kg. Usporedbom koncentracije selena u prsima vidljiva je velika razlika između istraživanja navedenog autora i našeg istraživanja, razlog tome je veća koncentracija selena u smjesi koje je koristio navedeni autor. Koncentracija

selena u jetri bila je veća u istraživanju Chen i sur. (2013.) samo u skupina hranjeni smjesom u koncentraciji od 1mg/kg smjese i više. U oba istraživanja vidljivo je kako povećanje selena u smjesi dovodi do proporcionalnog povećanja selena u jetri i prsnom mišićima.

Ševčíková i sur. (2006.) radili su analizu koncentracije selena u bijelom mesu, zabatku i jetri. Koncentracija selena u prsima je gotovo ista kao u našem istraživanju i rezultati se podudaraju. Koncentracija selena u zabatku je nešto veća nego u našem istraživanju, dok je koncentracija selena u jetri veća u našem istraživanju nego u istraživanju navedene autorice.

U našem istraživanju pH₁ u prsnom mišiću bio je u K skupini 5,70, P1 skupini 5,76, P2 skupini 5,79. Usporedbom sa istraživanjem Mikulski i sur. (2009.) primijeti se velika razlika gdje je pH₁ u prsnom mišiću u tovu pura bio u K skupini 6,13, P1 skupini 6,17, P2 skupini 6,13. pH₂ prsnog mišića u našem istraživanju bio je u K skupini 6,61, P1 skupini 5,62, P3 skupini 5,66. U istraživanju Mikulski i sur. (2009.) pH₂ bio je u K skupini 5,55, P1 skupini 5,58, P2 skupini 5,57. Iz rezultata se vidi kako se pH₁ znatno razlikuje između istraživanja dok pH₂ u oba istraživanja ima gotovo identične vrijednosti.

5.5. Pokazatelji ponašanja, zdravstvenog stanja i mortalitet tovnih pilića

Mortalitet u istraživanju Ševčíková i sur. (2006.) u K skupini bio je 1,35%, P1 skupini 3,00%, P2 1,67%. Iz rezultata vidimo kako su K skupina i P2 skupina (hranjena sa smjesom u kojem su izvor selena bile alge), gotove identične, dok P1 skupina ima veću mortalitet (hranjena sa smjesom u kojem je izvor selena bio kvasac obogaćen selenom). U istraživanju Mikulski i sur. (2009.) mortalitet u K skupini bio je 3,80 %, P1 skupini 2,60%, P2 skupini 2,1. Iz rezultata vidimo kako najveći mortalitet ima K skupina, zatim P1 skupina (hranjena smjesom u kojoj je izvor selena bio natrijev selenit), P2 skupina imala je najmanji mortalitet (hranjena sa smjesom koja se sadržavala kvasac obogaćen selenom). U našem istraživanju nisu zabilježeni mortaliteti niti u jednoj skupini pilića.

6. ZAKLJUČAK

Iz rezultata ovog istraživanja mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- Hranidba tovnih pilića biofortificiranim kukuruzom i sojom nije dovela do statistički značajnih razlika u proizvodnim pokazateljima (završna tjelesna masa, tjedni prirast, tjedna konzumacija hrane, konverzija hrane) među skupinama pilića.
- Hranidba tovnih pilića biofortificiranim kukuruzom i sojom dovela je do statistički značajne razlike u koncentraciji Fe u krvi među skupinama, pri čemu je ona bila najveća u P2 skupini pilića.
- Klaonički rezultati pokazali su kako je težina prsnog mišića bila puno veća u skupinama hranjenim biofortificiranom sojom i kukuruzom, nego samo sojom ili standardnom smjesom.
- Koncentracija selena u bijelom mesu i zabatku također je bila statistički značajno viša u pilića hranjenih biofortificiranim kukuruzom i sojom.

Zbirno se može zaključiti kako je opravdano koristiti gnojiva na bazi selena, natrijev selenit u svrhu biofortifikacije usjeva. Primjenom biofortificiranih kultura (soja, kukuruz) kao komponenti u tovu pilića postići će se veća masa prsnog mišića što i je najskuplji i najvrjedniji dio trupa pilića. Uz to koncentracija selena u bijelom mesu i zabatku je veća i kao takvo meso ulazi u skupinu funkcionalne hrane koja ima dosta veću cijenu na tržištu u odnosu na konvencionalnu hranu.

7. POPIS LITERATURE

1. Adler , N. (1993.): Istraživanje selena u namirnicama animalnog podrijetla. Doktorska disertacija, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
2. Ancuti, M. A., Rutz, F., Da Silva L. A., Cosenza, R. C., Da Silva, R. G. (2004.): Effect of replacement of dietary inorganic by organic selenium (Sel–Plex) on performance of broilers. *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industry. Proceedings of the 20th Annual Symposium (Suppl. 1), May 22-26, 2004, Lexington, Kentucky, USA, 14.*
3. Bentea, M., Șara, A., Odagiu Antonia, Pantă L. (2007.): Reserch concerning the influence of some probiotics (Bio–Mos) and organic minerals (Sel–Plex) on production performance in broiler chickens. *Manastur 3–5, 400372 Cluj-Napoca, România, Alltech, România.*
4. Broadley, M. R., White, P. J., Bryson, R. J., Meacham, M. C., Bowen, H. C., Johnson, S. E., & Tucker, M. (2006.): Biofortification of UK food crops with selenium.
5. Chen, G., Wu, J., Li, C. (2013.): The effect of different selenium levels on production performance and biochemical parameters of broilers. *Italian Journal of Animal Science, 12:* 486–491.
6. Cvrtila, Ž., Kozačinski, L., Hadžiosmanović, M., Milinović-Tur, S., Filipović, I. (2005.): Značenje selena u mesu peradi. *Stočarstvo, 59:* 281–287.
7. De Mello Prado R., Cruz F. J. R., Ferreira R. L. d. C. (2017.): Selenium Biofortification and the Problem of its Safety. *Superfood and functional food—an overview of their processing and utilization. 221–238.*
8. Domaćinović, M. (1999.): *Praktikum vježbi hranidbe domaćih životinja. Osijek. Str.121.*
9. Državni zavod za statistiku: Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2012. Prosinac 2012-a. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2012/sljh2012.pdf. pristupljeno 12.3.2020.
10. Državni zavod za statistiku: Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2016. Prosinac 2016-a. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/ljetopis/2016/sljh2016.pdf. pristupljeno 12.3.2020.
11. Državni zavod za statistiku: Klanje stoke i peradi u 2011. 11. lipnja 2012. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2012/01-01-24_01_2012.htm pristupljeno 12.3.2020.
12. Državni zavod za statistiku: Klanje stoke i peradi u 2016. 13.lipnja 2017. https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2017/01-01-24_01_2017.htm pristupljeno 12.3.2020.

13. Edens, F. W., Gowdy, K. M. (2004.): Field results with broilers fed selenium yeast. In: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industry. Proceedings of the 20th Annual Symposium (Suppl. 1), May 22–26, 2004, Lexington, Kentucky, USA, 32.
14. Edmondson, A. J., Norman, B. B., Suther, I. D. (1993): Survey of state veterinarians and state veterinary diagnostic laboratories for selenium deficiency and toxicosis in animals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 202: 865–874.
15. Gissel-Nielsen, G. (1977.): Control of selenium in plants, Riso Report, 370.8.
16. Ivić, T. (2016.): Suvremeni hibridi pilića u tovu. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, diplomski rad.
17. Komisija Europske zajednice (2008.): Uredba Komisije Europske zajednice br. 543/2008.
18. Kralik, G., Gajčević, Z., Suchý, P., Straková, E., Hanžek, D. (2009.): Effects of Dietary Selenium Source and Storage on Internal Quality of Eggs. *Acta Vet. Brno*, 78: 219–222.
19. Kralik, Z., Išasegi, I. (2018.): Mogućnost korištenja selenom biofortificiranog kukuruza u hrani kokoši nesilica. *Krmiva*, 60: 35–41.
20. Kralik, Z., Kralik G., Škrčić, Z. (2014.): Utjecaj koncentracije selena u smjesama za piliće na prinos i kvalitetu mišićnog tkiva i zabataka. *Poljoprivreda*, 20: 41–47.
21. Marković, R., Baltić, M. Ž., Petrujkić, B., Radulović, S., Krstić, M., Šefer, D., Šperanda, M. (2009.): Primjena organskog oblika selena u hranidbi brojlera. *Krmiva*, 51: 287–295.
22. Mihailović, M. (1996.): Selen u ishrani ljudi i životinja. Veterinarska komora Srbije.
23. Novoselec, J., Klir, Ž., Domaćinović, M., Lončarić, Z., Antunović, Z. (2018.): Biofortification of feedstuffs with microelements in animal nutrition. *Poljoprivreda*, 24: 25–34.
24. Mikulski, D., Jankowski, J., Zduńczyk, Z., Wróblewska, M., Sartowska, K., Majewska, T. (2009.): The effect of selenium source on performance, carcass traits, oxidative status of the organism, and meat quality of turkeys. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18: 518–530.
25. Poultry Trends (2016.). <http://www.poultrytrends.com/2016/index.php?startid=5#/4>. pristupljeno 12.3.2020.
26. Rayman, M. P. (2008.): Food-chain selenium and human health: emphasis on intake. *British Journal of Nutrition*, 100: 254–268.
27. Ryu, Y.-C., Rhee, M.-S., Lee, K.-M., Kim, B.-C. (2005.): Effects of Different Levels of Dietary Supplemental Selenium on Performance, Lipid Oxidation, and Color Stability of Broiler Chicks. *Poultry Science*, 84:809–815.

28. Sirichakwal, P. P., Puwastein, P., Polngam, J., Kongkachuichai, R. (2005): Selenium content in Thai food. *Journal of Food Composition and Analysis*, 47–59.
29. Srimongkol, C., Angkanaporn, K., Kijparkorn, S. (2004.): Effect of selenium supplementation on performance, thyroid hormone levels, antioxidant enzyme and disaccharidase activities in broilers. *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industry. Proceedings of the 20th Annual Symposium (Suppl. 1), May 22–26, 2004, Lexington, Kentucky, USA*, 13.
30. StatSoft, Inc. (2018): *Statistica for Windows 2018 (Windows version 13.4.0.14.)*. StatSoft INC., Tulsa, OK, SAD.
31. Surai, P. F. (2002.): Selenium in poultry nutrition. 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World's Poultry Science Journal*, 58: 333–347.
32. Ševčíková, S., Skřivan, M., Dlouhá, G., Koucky, M. (2006.): The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 51: 449–457.
33. White P. J., R. Broadley M. R. (2009.): Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets—iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. The Scottish Crop Research Institute, Invergowrie, Dundee DD2 5DA, UK; Plant and Crop Sciences Division, School of Biosciences, University of Nottingham, Sutton Bonington Campus, Loughborough, LE12 5RD, UK, 182: 49–84.
34. Wolfram, S. (1999): Absorption and metabolism of selenium: difference between inorganic and organic sources. *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium*. T. P. Lyons and K. A. Jacques, Eds., Nottingham University Press, UK, 547–566.

8. SAŽETAK

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi utjecaj biofortificirane soje i kukuruza selenom na proizvodne, klaoničke, biokemijske i tehnološke pokazatelje u tovu pilića. Istraživanje je provedeno na 90 tovnih pilića ravnomjerno raspoređenih u tri skupine. Prva skupina (K) hranjena je sa standardom smjesom, druga skupina (P1) hranjena je smjesom koja se sadržavala biofortificiranu soju, dok je treća skupina (P2) hranjena smjesom koja je sadržavala biofortificiranu soju i kukuruz.

Soja u kontrolnoj skupini imala je koncentraciju selena 0,044 mg/kg, a kukuruz je imao 0,016 mg/kg dok je biofortificirana soja imala koncentraciju selena 0,16 mg/kg, a biofortificirani kukuruz 0,03 mg/kg selena. Iz ovih podataka smo dobili koncentraciju selena u K skupini od 0,06 mg/kg smjese, P1 skupini 0,16 mg/kg smjese, P2 skupini 0,19 mg/kg smjese.

Proizvodni pokazatelji nisu pokazali značajne statističke razlike među skupinama osim u tjelesnoj masi u četvrtom tjednu tova. Biokemijska analiza krvi pokazala je statistički značajnu razliku jedino u koncentraciji željeza (Fe). Klaonički pokazatelji pokazali su značajnu statističku razliku između pojedinih dijelova trupa, tako su prsa u P2 skupini imali puno veću masu od K i P1 skupine. Rezultati tehnoloških analiza pokazali su statistički značajnu razliku između P2 skupine i K, te P2 skupine i P1 skupine i to u koncentraciji selena u bijelom mesu i zabatku.

Na kraju ovoga istraživanja možemo zaključiti kako nismo postigli veliku razliku u proizvodnim pokazateljima u skupinama pilića koje smo hranili biofortificiranom komponentama. Odlični rezultati su se pokazali u masi određenih dijelova trupa, u ovome slučaju masi prsa. Prsa (bijelo meso) predstavlja najkvalitetniji dio trupa, a također i najskuplji. Također koncentracija selena u bijelom mesu i zabatku je veća u odnosu na meso hranjeno standardnom smjesom.

Iz ovih rezultata zbirno se može zaključiti kako je opravdano koristiti komponente biofortificirane selenom u hrani pilića zbog toga što se masa najkvalitetnijeg dijela trupa povećava, a uz to i koncentracija selena u mesu je povećana. Takvo meso možemo svrstati u funkcionalnu hranu i kao takva postiže veću cijenu na tržištu.

9. SUMMARY

The aim of this study was to determine the impact of biofortified soybean and selenium corn on production, slaughter, biochemical and technological parameters in broiler fattening. The study was conducted on 90 fattening chickens evenly distributed in three groups. The first group (K) was fed with a standard mixture, the second group (P1) was fed a mixture containing biofortified soy, while the third group (P2) was fed a mixture containing biofortified soy and biofortified corn.

Soybeans in the control group had a selenium concentration of 0.044 mg/kg and maize had 0.016 mg/kg, while biofortified soybeans had a selenium concentration of 0.16 mg/kg and biofortified corn of 0.03 mg/kg of selenium. From these data we obtained selenium concentration in the K group of 0.06 mg/kg of the mixture, P1 group of 0.16 mg/kg of the mixture, P2 group of 0.19 mg/kg of the mixture.

The production indicators did not show statistically significant differences except for body weight in the fourth week of fattening. Blood biochemical analysis showed statistically significant difference only in iron (Fe) concentration. The slaughterhouse indicators showed statistically significant difference between the individual carcass parts, so the breast in the P2 group had a much larger mass than the K and P1 groups. The results of the technological analyzes showed statistically significant difference between the P2 group and the K, and statistically significant difference between the P2 group P1 group in the concentration of selenium in white meat and gob.

At the end of this research, we can conclude that we did not make much difference in the production indicators in the groups fed with the biofortified components. Excellent results have been shown in the mass of certain parts of the trunk, in this case the mass of the breast. Breast (white meat) represents the highest quality part of the carcass and also the most expensive. Also, the concentration of selenium in white meat and gob is higher than meat fed with the standard mixture.

From these results we can conclude that it is justified to use selenium biofortified components because the mass of the highest quality carcass is increased and the concentration of selenium in the meat is increased. Such meat can be classified as functional food and as such achieves a higher price on the market.

10. POPIS TABLICA

Tablica 1.	Norme za tovne piliće Ross	.....	12
Tablica 2.	Proizvodni rezultati za oba spola	.....	13
Tablica 3.	Sastav krmnih smjesa starter korištenih u hranidbi pilića	.....	18
Tablica 4.	Sastav krmnih smjesa finišer korištenih u hranidbi pilića	.....	19
Tablica 5.	Tjelesne mase pilića prema danima tova (g)	.....	24
Tablica 6.	Prosječni tjedni prirast pilića (g)	.....	26
Tablica 7.	Biokemijski pokazatelji u krvi brojlera 42. dana tova	.....	32
Tablica 8.	Prosječne vrijednosti mase klaonički obrađenih trupova (g) i randman pilića (%) po skupinama pilića	.....	34
Tablica 9.	Masa osnovnih dijelova u trupu pilića (g) po skupinama pilića	.....	35
Tablica 10.	Vrijednosti pH ₁ i pH ₂ prsnog mišića pilića	.....	36
Tablica 11.	Pokazatelji boje mišićnog tkiva prsa (L*, a*, b*) pilića	.....	37
Tablica 12.	Vrijednosti sposobnosti zadržavanja vode (cm ²)	.....	37
Tablica 13.	Konzistencija mesa	.....	38
Tablica 14.	Koncentracija selena u bijelom mesu, u zabatku te u jetri	.....	39

11. POPIS SLIKA

Slika 1.	Shema biofortifikacije	.....	4
Slika 2.	Pripremljen objekt za naseljavanje pilića	.....	15
Slika 3.	Konstrukcija boksova	.....	16
Slika 4.	Pilići u prvim danima tova	.....	17
Slika 5.	Primjer vaganja pilića	.....	20
Slika 6.	Vađenje krvi iz nadlaktične vene	.....	21

12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1.	Konzumacija hrane pilića p o tjednima tova (g)	.....	29
Grafikon 2.	Konverzija hrane pilića tijekom tova (kg/kg)	.....	30
Grafikon 3.	Prosječna konverzija na kraju tova	.....	31

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij, Hranidba domaćih životinja

Diplomski rad

Primjena selenom biofortificiranog kukuruza i soje u hranidbi tovnih pilića

Stjepan Jelić

Sažetak:

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi utjecaj biofortificirane soje i kukuruza selenom na proizvodne, klaoničke, biokemijske i tehnološke pokazatelje u tovu pilića. Istraživanje je provedeno na 90 tovnih pilića ravnomjerno raspoređenih u tri skupine. Prva skupina (K) hranjena je sa standardom smjesom, druga skupina (P1) hranjena je smjesom koja se sadržavala biofortificiranu soju, dok je treća skupina (P2) hranjena smjesom koja je sadržavala biofortificiranu soju i biofortificirani kukuruz. Soja u kontrolnoj skupini imala je koncentraciju selena 0,044 mg/kg, a kukuruz je imao 0,016 mg/kg dok je biofortificirana soja imala koncentraciju selena 0,16 mg/kg, a biofortificirani kukuruz 0,03 mg/kg selena. Iz ovih podataka smo dobili koncentraciju selena u K skupini od 0,06 mg/kg smjese, P1 skupini 0,16 mg/kg smjese, P2 skupini 0,19 mg/kg smjese. Proizvodni pokazatelji nisu pružili značajne statističke razlike osim u tjelesnoj masu u četvrtom tjednu tova. Biokemijska analiza krvi pokazala je statistički značajnu razliku jedino u koncentraciji željeza (Fe). Klaonički pokazatelji pokazali su značajnu statističku razliku između pojedinih dijelova trupa, tako su prsa u P2 skupini imali puno veću masu od K i P1 skupine. Rezultati tehnoloških analiza pokazali su statistički značajnu razliku između P2 skupine i K, P1 skupine i to u koncentraciji selena u bijelom mesu i zabatku. Na kraju ovoga istraživanja možemo zaključiti kako nismo postigli veliku razliku u proizvodnim pokazateljima u skupinama koje smo hranili biofortificiranom komponentama. Odlični rezultati su se pokazali u masi određenih dijelova trupa, u ovome slučaju masi prsa. Prsa (bijelo meso) predstavlja najkvalitetniji dio trupa, a također i najskuplji. Također koncentracija selena u bijelom mesu i zabatku je veća u odnosu na meso hranjeno standardnom smjesom. Iz ovih rezultata možemo vidjeti kako je opravdano koristiti komponente biofortificirane selenom zbog toga što se masa najkvalitetnije dijela trupa povećala i koncentracija selena u mesu je povećana. Takvo meso možemo svrstati u funkcionalnu hranu i kao takva postiže veću cijenu na tržištu.

Rad je izrađen pri: Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: doc.dr.sc. Ivana Prakatur

Broj stranica: 56

Broj grafikona i slika: 9

Broj tablica: 14

Broj literaturnih navoda: 34

Jezik izvornika: Hrvatski

Ključne riječi: tovni pilići, biogortifikacija, selen, soja, kukuruz

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

prof.dr.sc. Matija Domaćinović, predsjednik

doc.dr.sc. Ivana Prakatur, mentorica

doc.dr.sc. Danijela Samac, zamjenska članica

Rad je pohranjen: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies, Feeding farm animal

Graduate thesis

Application of selenium biofortified corn and soybean in chickens feeding

Stjepan Jelić

Summary:

The aim of this study was to determine the impact of biofortified soybean and selenium corn on production, slaughter, biochemical and technological parameters in broiler fattening. The study was conducted on 90 fattening chickens evenly distributed in three groups. The first group (K) was fed with a standard mixture, the second group (P1) was fed a mixture containing biofortified soy, while the third group (P2) was fed a mixture containing biofortified soy and biofortified corn.

Soybeans in the control group had a selenium concentration of 0.044 mg / kg and maize had 0.016 mg / kg, while biofortified soybeans had a selenium concentration of 0.16 mg / kg and biofortified corn of 0.03 mg / kg of selenium. From these data we obtained selenium concentration in the K group of 0.06 mg / kg of the mixture, P1 group of 0.16 mg / kg of the mixture, P2 group of 0.19 mg / kg of the mixture. The production indicators did not provide significant statistical differences except for body weight in the fourth week of fattening. Blood biochemical analysis showed a statistically significant difference only in iron (Fe) concentration. The slaughterhouse indicators showed a significant statistical difference between the individual carcass parts, so the chest in the P2 group had a much larger mass than the K and P1 groups. The results of the technological analyzes showed a statistically significant difference between the P2 group and the K, P1 group in the concentration of selenium in white meat and gob. At the end of this research, we can conclude that we did not make much difference in the production indicators in the groups fed the biofortified components. Excellent results have been shown in the mass of certain parts of the trunk, in this case the mass of the chest. Breast (white meat) represents the highest quality part of the carcass and also the most expensive. Also, the concentration of selenium in white meat and gob is higher than meat fed with the standard mixture.

From these results we can see that it is justified to use selenium biofortified components because the mass of the highest quality carcass is increased and the concentration of selenium in the meat is increased. Such meat can be classified as functional food and as such achieves a higher price on the market.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Assistant professor Ivana Prakatur, PhD

Number of pages: 56

Number of figures: 9

Number of tables: 14

Number of references: 34

Original in: Croatian

Keywords: broilers, biofortification, selenium, soybean, corn

Thesis defended on date:

Reviewers:

1. PhD Matija Domaćinović, president
2. PhD Ivana Prakatur, member
3. PhD Danijela Samac, alternate member

Thesis deposited at: Librar, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1