

Klaonički pokazatelji i kakvoća mesa kopuna

Prelec, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:702710>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



KLAONIČKI POKAZATELJI I KAKVOĆA MESA KOPUNA

DIPLOMSKI RAD

Karlo Prelec

Zagreb, rujan, 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mesa

KLAONIČKI POKAZATELJI I KAKVOĆA MESA KOPUNA

DIPLOMSKI RAD

Karlo Prelec

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Ivica Kos

Zagreb, rujan, 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Karlo Prelec**, JMBAG 0178106168, rođen 29. 05. 1996. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

KLAONIČKI POKAZATELJI I KAKVOĆA MESA KOPUNA

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Karla Prelca**, JMBAG 0178106168, naslova

KLAONIČKI POKAZATELJI I KAKVOĆA MESA KOPUNA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Ivica Kos

2. izv. prof. dr. sc. Dalibor Bedeković

3. prof. dr. sc. Zlatko Janječić

Sadržaj

Sažetak	I
Summary	II
1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja.....	2
2. Pregled literature	3
2.1. Kopunizacija.....	3
2.1.1. Postupak kopunizacije	5
2.2. Proizvodnja kopuna	6
2.2.1. Proizvodnja kopuna u prošlosti	6
2.2.2. Proizvodnja kopuna u suvremeno doba.....	7
2.2.3. Tov i klanje kopuna.....	10
2.2.4. Ekonomska isplativost	14
2.3. Meso kopuna	16
2.3.1. Promjene na koštanom sustavu	16
2.3.2. Promjene u lipidnom sastavu i lipogeno-enzimskom djelovanju.....	16
2.3.3. Kvaliteta mesa kopuna	18
3. Materijali i metode	23
3.1. Tov	23
3.1.1. Topla faza uzgoja	23
3.1.2. Kopunizacija.....	25
3.1.3. Srednja faza	27
3.1.4. Prvo klanje	30
3.1.5. Završna faza i drugo klanje	32
3.2. Fizikalna mjerenja na mesu	33
3.3. Senzorska analiza.....	34
3.4. Statistička analiza	35
4. Rezultati i rasprava	36
4.1. Tovne karakteristike	36
4.1.1. Prosječne mase.....	36
4.1.2. Dnevni prirasti	39
4.1.3. Konverzija hrane.....	40
4.1.4. Mortalitet	41
4.2. Troškovi	41

4.3. Klaonički pokazatelji	43
4.4. Fizikalna svojstva mesa.....	48
4.4. Senzorska analiza.....	50
5. Zaključak	54
6. Literatura	56
Životopis	62

Zahvala

Ovime zahvaljujem svome mentoru izv. prof. dr. sc. Ivici Kosu na mentorstvu, vođenju te pomoći oko istraživanja, uloženom trudu i radu, savjetima, razumijevanju te neizmjerne podršci. Također zahvaljujem svim profesorima i asistentima Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na prenesenom znanju potrebnog za pisanje i razumijevanje gradiva vezanoga uz diplomski rad. Posebno zahvaljujem prof. dr. sc. Zlatku Janječiću i izv.prof.dr.sc. Daliboru Bedekoviću koji su mi pomagali u izvođenju istraživanja bilo raznim savjetima te podrškom ili pak tijekom izvođenja eksperimentalnog dijela diplomskog rada pomaganjem pri vaganju, klanju, obradi trupova. Najveće hvala mojim roditeljima Ivici i Vesnici, na bezgraničnoj ljubavi, razumijevanju i vjeri u mene. Također uz roditelje, posebno hvala braći Bruni i Dmitru Zvonimiru, bakama Mariji i Anici te djedu Stjepanu na bezuvjetnoj podršci, toplini i pripadnosti koja mi je značila u svakom trenutku života pa tako i u godinama studiranja! Hvala im na podršci tijekom moga obrazovanja, na financijskoj potpori za provedbu istraživanja te pomoći pri procesima vezanim uz provedbu istraživanja. Isto tako zahvaljujem svojim kolegama i prijateljima koji su bili uz mene tijekom studiranja, predivnim uspomenama, podršci, lijepim riječima, pomoći te motivaciji. Ponajviše hvala dugujem svojoj najboljoj prijateljici Mateji Opačak, koja me je strpljivo slušala, nesebično pomagala te savjetovala. Potom Jeleni Kućar i Nikoli Tomaševiću na pomoći u pripremi, provedbi te ostalim postupcima povodom klanja. Na kraju jedna velika zahvala obiteljskim prijateljicama te susjedama Štefici Šimunčić te Verici Križan na požrtvornosti i pomoći prilikom provođenja istraživanja. Znam da nije bilo uvijek lagano, stoga je ovaj uspjeh jednako Vaš i dijelimo ga zajedno!

Sažetak

Diplomskog rada studenta Karla Preleca, naslova

KLAONIČKI POKAZATELJI I KAKVOĆA MESA KOPUNA

Cilj ovog rada bio je utvrditi uzgojne i klaoničke pokazatelje te svojstva kakvoće mesa kopuna u odnosu na pjetliće i pilenke istog hibrida. Za potrebe istraživanja nabavljeno je 77 jednodnevnih pilića teške hibridne linije Sasso R9. U dobi od 28 dana izvršen je zahvat kastracije. Pilići su nakon zahvata razvrstani u tri skupine: kopune, pjetliće te pilenke. Provedena su dva klanja, prvo u dobi od 90 dana te drugo, u dobi od 140 dana. U dobi od 90 dana, najbolje tovne sposobnosti uočene su kod pjetlića izuzev konverzije hrane. Nakon prvog klanja prosječna masa trupa bila je najveća kod pjetlića (4.020,80 g), zatim kopuna (3.704,10 g), dok su trupovi pilenki bili najlakši (3.127,90 g), međutim najveći randman je zabilježen kod pilenki. Završetkom tova, u dobi od 140 dana, kopuni su postigli prosječnu završnu masu od 5.218,30 grama. Uočene su promjene u boji jetre te je zabilježeno kako je meso kopuna svjetlije, žuće te manje crveno naspram mesa pjetlića. Istraživanjem nisu utvrđene razlike u senzorskom profilu, kao ni u svojstvima dopadljivosti između skupina.

Ključne riječi: *kopun, kastracija, klaonički pokazatelji, kvaliteta mesa, senzorska analiza*

Summary

Of the master's thesis – student Karlo Prelec, entitled

SLAUGHTER INDICATORS AND MEAT QUALITY OF CAPON

The aim of this study was to determine the slaughter characteristics and quality indicators of capon meat with reference to the caponization process and the fattening abilities achieved in groups that were reared in identical conditions. For the purposes of the research, 77 one-day-old chicks of the heavy hybrid line Sasso R9 were purchased. At the age of 28 days, the castration procedure was performed. After the procedure, the chicks were classified into three groups: capons, cockerels and hens. Two slaughters were carried out, the first at the age of 90 days and the second at the age of 140 days. At the age of the 90 days the best fattening performance was observed in cockerels, except for feed conversion. After the first slaughter, the average carcass weight was the highest in cockerels (4.020,80 g), followed by capons (3.704,10 g), while hen carcasses were the lightest (3.127,90 g), however, the highest yield was recorded in hens. At the end of fattening, at the age of 140 days, the capons reached an average final weight of 5,218.30 grams. Changes in the color of liver were observed, and it was noted that the meat of capon is lighter, yellower and less red compared to the meat of the cockerels. The research did not establish any differences in the sensory profile, as well as in the likability traits between the groups.

Keywords: *capon, castration, slaughter indicators, meat quality, sensory analysis*

1. Uvod

Kopuni su pjetlići kastrirani kirurškim putem prije spolne zrelosti, tovljeni najmanje 77 dana nakon kastracije i zaklani u dobi od najmanje 140 dana (Pravilnik o tržišnim standardima za meso peradi NN 78 2011.). Postupak kastracije pjetlića, odnosno kopunizacija, primjenjuje se od antičkih vremena, a tijekom povijesti meso kopuna je bilo povlastica za najviše slojeve društva. Zbog kastracije pijetlovi ne uspijevaju razviti potpuna muška obilježja te su tako relativno tihi, mirnog temperamenta bez borbenosti koja se očituje u nekopuniziranim pijetlovima. Uklanjanje testisa kirurškim putem, a time i uklanjanje muških spolnih hormona koje proizvode, smanjuje instinkt te mijenja njihovo ponašanje (Andrew i Jones 1992.). Energija koja se obično troši u borbi, udvaranju i teritorijalnoj zaštiti uvelike se smanjuje, čime se omogućuje učinkovitija pretvorba hrane u rast, debljanje i poboljšanu kvalitetu mesa (Jacob i Mather 2000.). Kopunizacija utječe i na razvoj kostiju, odnosno koštani sustav u pogledu njegove mehaničke izdržljivosti jer je metabolizam kostiju sporiji te time oslabljujući mineralizaciju dolazi do češćih deformacija i prijeloma. Nakon kopunizacije dolazi do pojačane lipogeneze u jetri čime se više nagomilava mast pa je naspram pijetlova povišena koncentracija kolesterola, a jetra teža. Kopuni akumuliraju više masnog tkiva koje je intramuskularno i abdominalno raspoređeno (Chen i sur. 2000.). Kopuni kao kastrirani pijetlovi imaju izraženiji rast iskazan kroz veće završne tjelesne mase i poboljšanu senzornu kakvoću mesa nasuprot nekastriranih pijetlova i brojlera (Jacob i Mather 2000.). Kopuni akumuliraju veće količine masnoga tkiva, prvenstveno intramuskularnog, a u sastavu masnih kiselina dominiraju nezasićene masne kiseline, iako je masnokiselinski sastav blago nepovoljniji nego kod pijetlova. Kopuni ostvaruju veći randman te iako imaju manji postotak bjelančevina u mesu, meso kopuna je svjetlije, sočnije, nježnije te ukusnije. U tovu i načina držanja nisu zahtjevniji kao brojleri te nisu pogodni za intenzivnu proizvodnju, već je njihov tov dobar izbor za manje proizvođače koji mogu osigurati slobodnu ispašu čime se smanjuju troškovi uzgoja, a pospješuje kakvoća mesa. Iako proizvodnja kopuna nije privlačna uzgajivačima radi duljeg tova od onoga u brojlera, proizvodnja mesa kopuna mogla bi biti ekonomski isplativa, uzimajući u obzir trenutna kretanja na tržištu razvijenih zapadnih zemalja.

1.1. Cilj istraživanja

Kastracija pjetlića ili kopunizacija uzrokuje promjenu u metabolizmu životinje koja utječe na rast, ponašanje, sastav tkiva, kemijski sastav i senzorsku kvalitetu mesa. Navedeno se odražava na promjenu okusa, teksture i sočnosti mesa kopuna u odnosu na meso pjetlića. Prethodna istraživanja pokazuju da kopunizacija uzrokuje značajnije nakupljanje masnog tkiva, ali su podaci o klaoničkim pokazateljima kao i kakvoći mesa često nekonzistentni zbog razlika u pasminama i hibridima, dobi kastracije, hranidbi, smještajnim uvjetima i dobi kod klanja. Cilj ovog rada je utvrditi klaoničke karakteristike (randman, rasjek) i pokazatelje kvalitete mesa (pH vrijednost, boju, sposobnost vezanja vode, kemijski sastav, senzorska kvaliteta) kopuna, pjetlića i pilenki uzgajanih u identičnim uvjetima. Nadalje, praćenjem potrošnje krmne smjese te mjerenjem tjelesne mase, cilj je utvrditi konverziju krmne smjese, dnevne priraste, mortalitet i ekonomsku isplativost proizvodnje kopuna. Također je cilj ovog rada utvrditi razlike između kopuna tovljenih 90 i 140 dana.

2. Pregled literature

2.1. Kopunizacija

Kopunizacija je metoda kastracije pjetlića, odnosno odstranjivanja testisa. Pedesetih godina prošlog stoljeća Szuman (1951.) razlikuje tri metode kastracije ptica: empirijsku (digitalnu ili slavensku), instrumentalnu (američku) te hormonsku. Osim kirurške metode može se koristiti i metoda primjenjivanja estrogenih implantata, odnosno hormonalna tretiranja koja se u praksi koriste rjeđe jer se smatra da se hormoni zadržavaju u mesu u obliku ostataka te negativno utječu na zdravlje ljudi (Senčić 2012a.). U-chupaj i sur. (2017.) navode kako je implantacija hormona naglo postala zabranjena u mnogim zemljama, uključujući Tajland, jer su ostaci pronađeni u mesu prijavljeni kao teratogeni, mutageni i kancerogeni agensi, dok Calik (2015.) ističe da uklanjanje testisa kirurškim zahvatom izaziva etičku zabrinutost. Isto tako u zadnje vrijeme je sve popularnija i imunokastracija poznata kao cijepljenje protiv gonadotropin-oslobađajućeg hormona (GnRH), koja se smatra alternativom fizičkoj kastraciji. U oba spola, GnRH, hormon hipotalamusa, ima središnju ulogu u regulaciji reproduktivne funkcije. Stoga imunizacija protiv GnRH rezultira neutralizacijom endogenog GnRH s naknadnom supresijom lučenja gonadotropina luteinizirajućeg hormona (LH) i folikulostimulirajućeg hormona (FSH) od strane prednjeg režnja hipofize i posljedično opadanja proizvodnje testosterona i androsterona u testisima. Nedavno istraživanje potvrđuje da se imunokastracijom smanjuje koncentracija testosterona u serumu i do 79% u odnosu na pijetlove (Antunes i sur. 2019.). Stoga bi se imunokastracija mogla primjenjivati kao alternativna metoda kopunizacije bez negativnih posljedica, gdje se najviše ističe mortalitet. Quaresma i sur. (2017.) navode da bi imunokastracija mogla predstavljati iskorak u proizvodnji mesa kopuna, a uz zadovoljenje dobrobiti životinja.

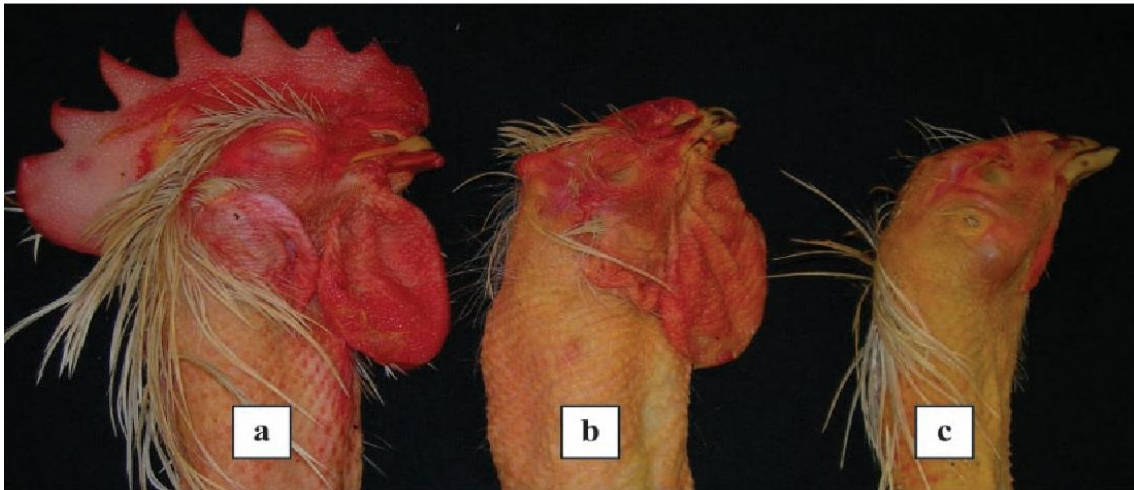
Istraživanja navode da je kopunizacija povezana s visokim stopama mortaliteta (smrtnosti), što doprinosi važnim ekonomskim gubicima. Općenito, procjenjuje se da gubici pri kopuniziranju iznose od 5 do 20% (Rikimaru i sur. 2011.). Mašek i sur. (2013.) navode stopu mortaliteta u iznosu od 6,6% u svom istraživanju, dok s druge strane Miguel i sur. (2008.) ističu da je u njihovom istraživanju smrtnost uzrokovana kopunizacijom iznosila 1,8%. Međutim, valja napomenuti da su Miguel i sur. (2008.) istraživanje provodili na autohtonoj španjolskoj lakoj pasmini Castellana Negra koja je primarno namijenjena proizvodnji jaja, a ne mesa.

Calik i sur. (2017.) ističu kako različite mase utječu na stopu preživljavanja nakon kopunizacije te kao razlog najveće stope preživljavanja navode slabije razvijenu testikularnu arteriju i labavu vezanost testisa s okolinom kod pjetlića manjih masa (od 500 do 600 grama), što utječe na manju vjerojatnost krvarenja tijekom kirurškog zahvata. Postupak kopunizacije može se izvoditi i na starijim pijetlovima, ali kopunizacijom mlađih životinja smanjuje se rizik od štetnih učinaka te je stopa preživljavanja veća (Jacob i Mather 2000.), dok su stariji pijetlovi podložniji stresu te teže podnose takve zahvate. Gogolewski i Czerwiński (2012.) izvješćuju da stopa mortaliteta kod starijih pijetlova može doseći i preko 50%. Pjetlići teških pasmina su najčešće kopunizirani u dobi od dva do četiri tjedna starosti, dok se lakše pasmine kopuniziraju nakon šestog tjedna (Rikimaru i sur. 2011.). Tušek i sur. (2004.) navode da se kopunizacija izvodi u dobi od šest do osam tjedana.

Tradicionalno odstranjivanje testisa najčešće se izvodi bez ublažavanja boli (bez anestezije), a to može biti bolno i time se ujedno i narušava dobrobit životinja. Muški spolni hormoni koji su obično prisutni nakon postupka kopunizacije nisu učinkoviti zbog čega kopuni gube spolni nagon, borbenost i teritorijalnost koja je prisutna kod pijetlova. Samim time, kopuni su mirnijeg temperamenta naspram pijetlova, što omogućuje lakše rukovanje njima te držanje u većim jatima. Kopuni razvijaju manju glavu, krijeste i podbradnjake koji inače predstavljaju sekundarno spolno obilježje. Perje na vratu i leđima se razvija jače, a noge ostaju kraće. Zbog navedenog kopun se zbog svoje mirnoće i tromosti može koristiti i kao zamjenska kvočka (Ljubinković 2002.).

Kako su izvijestili Sirri i sur. (2009.), visoka preciznost bitna je za kopunizaciju jer će neuspjeh uklanjanja pojedinačnih testisa uzrokovati regeneraciju organa i nastaviti proizvodnju spolnih hormona. To se odražava na povećanu aktivnost ptice i ponovni rast krijeste. Zawacka i sur. (2017.) ističu da kada je uklonjen samo jedan testis, drugi se testis udvostručava tako da je masa testisa ekvivalentna pijetlovima, kao i učinak izlučenih spolnih hormona. Sirri i sur. (2009.) izvješćuju da je obično oko 10% pijetlova nepravilno kastrirano i da su njihovi parametri kvalitete mesa između onih kopuna i pijetlova, dok Chen i sur. (2007.) tvrde da od 5 do 20% kastracije završi neuspjehom čak i kada operaciju izvodi iskusni tehničar. Naime, neočekivana pojava takozvanih „slipova“, odnosno nepravilno kopuniziranih pijetlova, otkriva poteškoće povezane s proizvodnjom kopuna na komercijalnoj razini jer oni nisu ni kopuni niti pijetlovi.

Nadalje, Mandić i sur. (2005). ističu da je u tovu kopuna uočena pojava razdiobe kopuniziranih pjetlića na životinje koja imaju naglašena muška sekundarna spolna obilježja (maskulini tip) i životinje koja imaju izrazita ženska spolna obilježja (feminizirani tip). Tušek i sur. (2004.) navode da između te dvije skupine postoje razlike u ujednačenosti rasta i prosječnim tjelesnim masama u korist kopuna s naglašenim muškim sekundarnim spolnim obilježjima. Maskulini tip kopuna su kopuni kod kojih nije u cijelosti izvršena kopunizacija.



Slika 2.1.1. Razlika između glave nekastriranog pijetla (a), maskulinog (b) te feminiziranog tipa kopuna (c)

(Izvor: <https://www.semanticscholar.org/paper/Influence-of-partial-and-complete-caponization-on-Sirri-Bianchi/c7cb44f343220240eb65c939ea95a96e19c6c056/figure/0>)

2.1.1. Postupak kopunizacije

Prije samoga zahvata pjetlicima se uskraćuje hrana i voda 24 sata kako crijeva ne bi bila puna te tako pritiskala trbušnu šupljinu. Neizgladnjeli pjetlići imaju bržu cirkulaciju, puna crijeva i lako krvare, što operaciju čini opasnijom i težom za izvođenje. Hossen i sur. (2021.) preporučuju uskraćivanje hrane i vode do čak 36 sati prije samoga zahvata. Postoji nekoliko različitih vrsta instrumenata za korištenje te se ne preporučuje koristiti provizorne alate. Instrumente treba dezinficirati, oprati i osušiti pri svakoj uporabi. Sam postupak kopunizacije se vrši tako da se pjetlić fiksira na bok ispružen kako bi se izložio prostor rebra te mu se na mjestu reza čupa perje. Nakon dezinfekcije područja kože, rezom se ulazi u abdominalnu šupljinu iza zadnjeg rebra te se uklanja testis.

Sam rez se izvodi pomoću oštrog skalpela ili noža. Zatim se pjetlić okreće na drugi bok za uklanjanja drugog testisa, iako je ponekad praksa odstranjivanja oba testisa rezom samo s jedne strane (<http://kopun.weebly.com/kopunizacija.html>).

U svakom slučaju, potrebno je potpuno otklanjanje oba testisa jer će svaki ostatak rasti i proizvesti dovoljno muških hormona koji neće omogućiti pijetlu razmnožavanje, ali će izostati učinak na kakvoću mesa. Nakon uklanjanja oba testisa mjesta rezova se uglavnom šivaju, dok neke prakse navode ostavljanje rane otvorenima, ali se uvijek tretiraju antibiotskim preparatima. "Balončići" se mogu razviti unutar nekoliko dana zbog nakupljanja zraka ispod kože koji izlazi iz zračnih vrećica izrezanih tijekom operacije. Pažljivo bušenje kože na mjestima balončića oštrim instrumentom učinkovito će osloboditi zarobljeni zrak i može se ponoviti nakon nekoliko dana ako je potrebno (Jacob i Mather 2000.). Pjetlicima treba nakon kopunizacije omogućiti dovoljne količine hrane i vode u dezinficiranim hranilicama, tj. pojilicama kako ne bi došlo do naknadnih infekcija te ih je potrebno smjestiti u dezinficirani prostor.

2.2. Proizvodnja kopuna

2.2.1. Proizvodnja kopuna u prošlosti

Kakvoću mesa kopuna cijeno se čak prije 2000. g. pr. K. te se nerijetko kopun nalazio na stolu egipatskih faraona, kineskih careva i indijskih maharadža (Tušek i sur. 2004.). U antici i srednjemu vijeku kopun je bio znak bogatstva, odnosno predstavljao je obilje i pripadnost višem sloju. Od njega su se radila izvrsna pečenja, ukusni i aromatični temeljci i umaci. U Europi se kopunizacija prvo povezivala s vjerskim ritualom i prinošenjem darova bogovima. Činjenicu da je kastracija bila poznata starim Grcima potvrđuje rimski pisac Marko Terencije Varon koji u svojem dijelu „O seoskom gospodarstvu“ spominje kako su stanovnici grčkog otoka Delosa još u 7. stoljeću prije Krista, osim tova kokoši i pijetlova, tovali i kopune. Varon opisuje postupak: pijetlovima se režu spolni organ kako bi postali kopuni sterilizirajući ih vrućim željezom do najnižeg dijela noge, sve dok ne pukne, prekrivaju čir lončarskom glinom. Najraniji pisani zapis o kopunima datira iz vremena Rimske Republike kada je zakonom donijeto da se radi veće uštede žitarica zabranjuje šopanje kokoši pa su tako Rimljani krenuli kastrirati pijetlove što je rezultiralo udvostručenjem njihove veličine.

U Rimu se ovim zahvatom povećavala tjelesna masa pijetlova kao reakcija na Lex Faunia koji je 162. godine prije Krista donio rimski Senat radi uštede na hrani, a to kopuna pokazao se kao vrlo učinkovit način dobivanja mesne sirovine (Toussaint-Samat 2009.).

Dubrovački dramatičar Marin Držić u svom dijelu Dundo Maroje iz 1551. godine piše : „Sjedeći za trpezom s mojim Tudeškom, a pečeno bijehu donijeli – pjat, u njemu kapun. Gledam, ali je guska, ali što drugo. Onoliko velika kapuna moje oči nigda nijesu prije vidjele. Ispečen? Gledah, ali je isprigan, ali je ispečen. Imaše njeku hrustu na sebi koja mi oči zanošaše, srce mi veseljaše, apetit mi otvoraše.“ Ljubinković (2002.) ističe da su u analima na našim prostorima (16. st.) viđeni ljudi gradskih vlasti starog Zagreba također znali uživati posebno cijenjeno kopunovo meso. U našim krajevima se prakticirao uzgoj kopuna čemu svjedoče Urbariji, odnosno zemljišne knjige u kojima se navode kmetske obveze prema plemstvu. Kosmos (2014.) navodi kako su zbog davanja plemstvu kopuni bili nedostupni za običan narod, a da je kmetovima na nekim feudalnim imanjima čak bila i zabranjena njihova konzumacija. U prošlosti su se kopuni proizvodili od težih pasmina, koje su uzgajane za maksimalnu tjelesnu težinu (4 do 6 kg) i pokazivale su visoku debljinu trupova (Mast i sur. 1981.). U literaturi se također navodi o primjeni postupka kastracije kod pataka, gusaka, purana i nojeva, ali nije bio tako čest kao kod pijetlova (Hobday 1914.).

2.2.2. Proizvodnja kopuna u suvremeno doba

Radi velike potražnje i interesa potrošača za proizvodima dobivenim od mesa peradi, tijekom godina razvija se i povećava njihova ukupna proizvodnja. Wencek i sur. (2014.) navode da najveći dio peradarske proizvodnje otpada na meso brojlera, što je više od 72% ukupne proizvodnje. Ademski i sur. (2016.) ističu da s obzirom na tako visoku proizvodnju i neograničen pristup svježem pilećem mesu, potrošačko tržište traži proizvode koji se smatraju ekskluzivnima i prepoznatljivima po vrlo visokoj kakvoći. Smatra se da su komercijalnu proizvodnju kopuna počele Italija i Kina. Firšt Godek i sur. (2004.) napominju da se hrvatski poljodjelski proizvođači moraju usmjeriti na proizvodnju onih proizvoda za koje postoji potražnja i na europskom tržištu. Meso kopuna je već dokazano kao kvalitetno meso te tako može lako konkurirati čime se javlja ekonomska isplativost. Kako navode Ademski i sur. (2016.), zbog količine intermuskularne masti, meso kopuna je konkurentnije u okusu, i kao rezultat, potrošači ga mogu preferirati u odnosu na meso pijetlova.

Potrošači pokazuju sve veći interes za proizvode dobivenih od autohtonih pasmina uzgojenih u poluintenzivnim ili ekstenzivnim uvjetima te su spremni platiti za kvalitetnije proizvode specifičnih senzorskih karakteristika te se u takvoj proizvodnji otvara prostor i za proizvodnju kopuna.

Zakonska regulativa u Hrvatskoj omogućava naziv kopun samo za kastriranog pjetlića starosti najmanje 140 dana, odnosno barem 20 tjedana, pa su i tjelesne mase veće. Danas u vrhu proizvodnje mesa kopuna uz Italiju i Kinu su i Francuska te Velika Britanija. Cvrtila i sur. (2007.) navode da je meso kopuna vrlo cijenjeno u zemljama Mediterana, a konzumira se kao specijalitet u Francuskoj, Italiji i SAD-u. Philadelphia, Boston, New York i Chicago općenito se smatraju najboljim tržištima kopuna u Sjedinjenim Državama, dok je u Italiji kopun vrlo cijenjen tradicionalni proizvod, a njegova proizvodnja je sezonska aktivnost te je potražnja za mesom kopuna uglavnom koncentrirana tijekom božićnog razdoblja (Hossen i sur. 2021.; Sirri i sur. 2009.). Francuska je međunarodno poznata po očuvanju snažne tradicije kopunizacije sa široko rasprostranjenom i ustanovljenom industrijom širom zemlje. Kopuni su na listi zaštićenih oznaka kvalitete Europske Unije pri čemu su tri oznake zemljopisnog porijekla registrirane u Francuskoj (Chapon du Périgord, Chapon de l'Ardèche, Chapon des Cévennes), dvije u Španjolskoj (Capón de Vilalba, Capón del Prat) i jedna u Portugalu (Capão de Freamunde) dok je jedna oznaka izvornosti u Francuskoj (Chapon de Bresse). U susjednoj Sloveniji se meso kopuna trenutno proizvodi u vrlo malim količinama te predstavlja deliciju i poslužuje se samo u posebnim prilikama (Volk i sur. 2011.).

Danas je uzgoj pilećeg mesa visoko specijaliziran i usmjeren prema proizvodnji mesa i jaja. Pilići oba spola koriste se za proizvodnju mesa, dok se za proizvodnju jaja koriste samo ženski pilići, dok se muški smatraju „otpadnim proizvodom“. Uklanjanje jednodnevnih muških pilića predstavlja problem za peradarsku industriju. U proizvodnji nesilica u valjenju oko 50% pilića su pjetlići (Sirri i sur. 2009.). Kako bi se umanjilo usmrćivanje jednodnevnih muških pilića iz sustava proizvodnje nesilica predloženo je nekoliko rješenja. Jedno od rješenja je i povećana proizvodnja kopuna koja bi mogla pridonijeti racionalnom upravljanju.

Quaresma i sur. (2017). navode kako su problemi kod komercijalne proizvodnje kopuna ostvarivanje kopunizacije na većem jatu u relativnom kratkom vremenu. Zahtjeva se puno radne snage i osposobljenih stručnjaka. Što je veće jato, kopunizacija će se odvijati u više dana što otežava hranidbu, smještaj i način postupanja prema kopunima.

Isto tako navodi se da ne postoji razlika pri klanju, odnosno nije zakonom regulirano niti se rade provjere o tome je li pijetao u potpunosti kastriran ili djelomično. Navedeno dovodi do nepoželjne varijabilnosti u sastavu trupa i njegovim karakteristikama.

Bilo koja pasmina pilića može biti kopunizirana. Tijekom posljednjih 100 godina pasmine koje su bile posebno omiljene za proizvodnju kopuna uključuju: Jersey Giant, Brahma, Orphington, Cornish, Plymouth Rock i Cochinchina. Danas komercijalno uzgojeni kopuni proizvedeni su pomoću križanja Cornish x Plymouth Rock te je tako dobiven hibrid koji se obično koristi u komercijalnoj industriji brojlera (Jacob i Mather 2000.). Proizvodnja linijskih hibrida je vrlo složen i dugotrajan posao selekcionera. Proizvodna obilježja današnjih hibrida uglavnom se pripisuju linijskom križanju gdje heterozis efekt ili hibridni vigor dolazi do punog izražaja. Povremeno su Leghorni kaponizirani, ali su prilično mali i previše aktivni da bi se dobro točili kako navode Hossen i sur. (2021.). Na našim prostorima se najčešće za proizvodnju kopuna koriste križanci u tipu Sasso grahoraste boje jer im je tijelo krupno i zaobljeno. Općenito su traženije za kopunizaciju pasmine koje imaju čvršće i stabilne noge kako bi se smanjilo oštećenje prsa. Prema Calik (2014.) proizvodnja kopuna ojačala je uzgoj autohtonih spororastućih pasmina, koje čak mogu potjecati iz lokalne regije. Primjeri toga su pasmina Bresse u Francuskoj i Castellana Negra u Španjolskoj. U Italiji dva nadaleko cijenjena kopuna su Cappone di San Damiani d’Asti i Cappone di Morozzo, dobiveni kastracijom mužjaka koji pripadaju pasminama Bionda Piemontese i Nostrana di Morozzo. Isto tako Calik (2014.) navodi da se u Japanu u znatnijoj mjeri koristi pasmina Hinai-Jidori.



Slika 2.2.2.1. Kopuni u tipu Sasso križanaca grahoraste boje

(Izvor: <http://kopun-l.blogspot.com/p/kaj-je-kopun.html>)

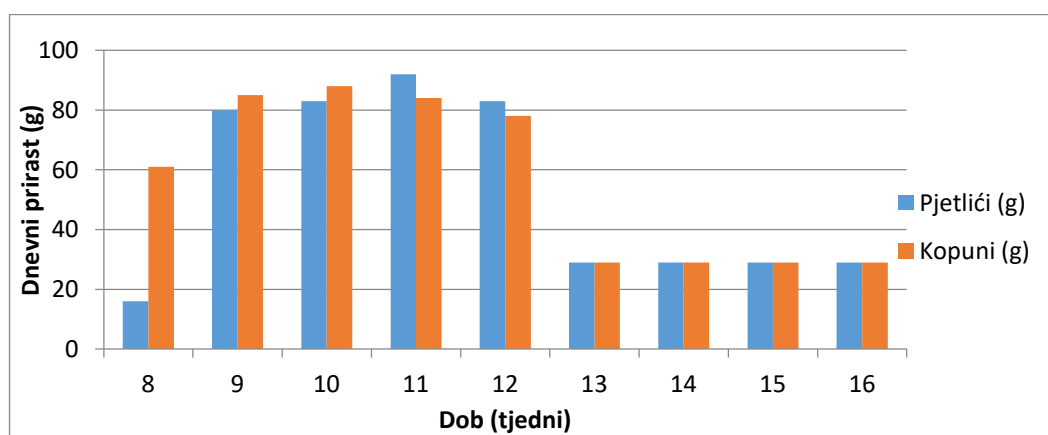
Starija Uredba 1538/91 EEZ definirala je minimalnu starost za klanje za kopune od 150 dana, dok je prema Uredbi Komisije br. 543/2008 od 16. lipnja 2008., kopun, muška perad kastrirana kirurški prije spolne zrelosti i zaklana u dobi od najmanje 140 dana. U ovoj dobi, kopuni težih pasmina mogu doseći 5 ili 6 kg, što premašuje potražnju za kućnu potrošnju. Iz toga razloga često se koriste spororastuće pasmine jer one dosežu prikladnije mase te se mogu uzgajati u sustavu slobodnog uzgoja. Takve spororastuće pasmine se uzgajaju približno 210 do 230 dana. U Sjedinjenim Američkim Državama se komercijalno uzgojeni kopuni prodaju u dobi od 15 do 18 tjedana (105 do 126 dana) kada imaju tjelesnu masu između 4 i 5 kilograma kao navode Jacob i Mather (2000.).

2.2.3. Tov i klanje kopuna

Prema Pravilniku o tržišnim standardima za meso peradi (NN 78 2011.) tov kopuna traje najmanje 140 dana u ekstenzivnom uzgoju u zatvorenim objektima ili najmanje 150 dana ako je riječ o tradicionalnom slobodnom uzgoju. Kako navode Domaćinović i sur. (2015.), tijekom tog vremena kopuni postižu tjelesnu masu između 6 i 8 kg. Variranje tjelesne mase ovisi o samoj pasmini ili križancima koji se koriste u tovu.

Sve je veći naglasak na hranidbi kopuna kojom se želi ubrzati rast i smanjiti postotak zamašćivanja u kasnijim fazama uzgoja. Domaćinović i sur. (2015.) ističu da se hranjenje može primjenjivati po volji te čak i šopanjem. Za hranjenje se koriste manji valovčiči ili posude, te okrugle ili pravokutne limene plitice. Pojilice mogu biti različitog oblika, te moraju osigurati pristup vodi i neprestano uzimanje, a da se pri tome pilići ne smoče. Janječić (2020.) navodi kako pojilice moraju biti smještene i održavane tako da je prolijevanje svedeno na najmanju moguću mjeru. Ivanković i sur. (2016.) navode da se sustav za hranjenje najčešće sastoji od silosa za prihvatanje krmnih smjesa smještenog izvan objekta, usipnih koševa, transporterata i hranilica unutar objekata, s time da se hrana raznosi s pomoću podnih konvejera, „tuba sustava“ te spiralnog sustava. U tovu su potrebne krmne smjese s većom koncentracijom minerala.

Domaćinović i sur. (2015.) ističu da radi većih masa kopuni imaju potrebu pojačane sinteze kostiju nogu. Suprotno očekivanju, Tušek i sur. (2004.) navode da uzimajući u obzir post pred kopunizaciju te operativni zahvat, u prvom tjednu nakon kopunizacije prirast kopuna bio je i do četiri puta veći naspram nekastriranih pjetlića te da se do 11. tjedna dnevni prirast kreće između 80-110 grama, nakon čega značajnije opada. Prema Firšt Godek i sur. (2004.) dnevni prirast kopuna kreće od 28,15 do 87,35 grama. Nakon 11. tjedna dnevni prirast pada kako se udio smjese smanjuje povećavajući količinu kukuruza u hranidbi te se do kraja tova u dobi od 16 tjedana prirast kopuna stabilizira na 30 grama.



Tablica 2.2.3.1. Dnevni prirasti pjetlića i kopuna nakon kastracije

Izvor: prilagođeno prema Tušek i sur. (2004.)

Mandić i sur. (2006.) zaključuju u istraživanju u kojem su tovali kopune u dva turnusa, turnusu A (jesen/zima) te turnusu B (proljeće/ljeto) da su kopuni turnusa A kumulativno utrošili 4,8 kg hrane za 1 kg žive mase, a kopuni turnusa B 3,1 kg hrane za 1 kg žive mase. Napominju i da su se srednje dnevne temperature zraka u kombinaciji s relativnom vlagom zraka turnusa B pokazale previsokima što se negativno odrazilo na dnevne priraste te radi toga kopuni nisu pokazivali volju za kretanjem niti za hranom, te je tov morao biti skraćen. Rikimaru i sur. (2011). napominju da kopuni hranjeni komercijalnom hranom, osim posljednjeg mjeseca svog života kada su hranjeni kukuruzom, pokazuju veću težinu trupa nego kopuni hranjeni žitaricama od kopunizacije do klanja. Međutim, autori nisu utvrdili značajne učinke hranidbe u kemijskom sastavu, pH vrijednosti, kapacitetu vezanja vode, gubicima mesnog soka, kalu kuhanja i teksturi mesa.

Nadalje, autori ističu da je meso kopuna koji su tijekom tova hranjeni većom količinom kukuruza imalo žuću boju mesa izraženo kao veća b* vrijednost te je pokazalo veću koncentraciju linolne kiseline od mesa ostalih kopuna, a uzrok je visok sadržaj linoleinske kiseline u kukuruzu.

U prošlosti su se kopuni tovali rezancima pripremljenim od ječma ili zobenog brašna, mlijekom, medom pa čak i sirutkom (Calik i sur. 2020.). Calik i sur. (2017.) ističu kako je dokazano da je dodavanje 4% mlijeka u prahu ili sirutke u krmnu smjesu tijekom posljednjeg tova tijekom završne faze rasta imalo povoljan učinak na manju potrošnju hrane po kilogramu rasta, veću tjelesnu masu jedinki i poboljšanje senzornih svojstava mesa. Calik i sur. (2017.) navode u svom istraživanju da je pretvorba hrane (kg hrane/kg prirasta) u prosjeku iznosila 4,43 kg za pijetlove i 3,95 kg za kopune. Kwiecień i sur. (2015). napominju kako je u kasnijem razdoblju rasta, kopunizacija značajno utjecala na prirast kopuna budući da su kopuni ostvarivali bolje priraste.

Tov kopuna nije pogodan za klasičan industrijski tov kakav je prisutan kod brojlera, već je primjeren za ekstenzivan način proizvodnje uzimajući u obzir da je sa slobodnom ispašom kvaliteta mesa kopuna veća. Ekstenzivan način podrazumijeva način držanja manjeg broja peradi hranjenih najčešće bez kompletnih krmnih smjesa. Najbolji način držanja kopuna je takozvana alternativna proizvodnja koja je kombinacija zatvorenog objekta s ispuštima, odnosno kombinacija intenzivnog i ekstenzivnog načina. Kopuni tako imaju neograničen pristup ispaši. Ako ne postoje mogućnosti za ispašom, kopuni se mogu držati podno u zatvorenim objektima. Takav način držanja karakterizira smještaj peradi na jednoj razini na dubokoj stelji, a njegova prednost je ta što su potpuno kontrolirani mikroklimatski uvjeti. Prostirka se sastavlja od različitih materijala, kao što su strugotine i blanjevina od mekanih vrsta drva, ljuske suncokreta, sjeckana slama ili kukuruzovina, treset te ima ulogu upijanje vlage iz izmeta. Stelja pruža ugodan oslonac za noge što je dodatno značajno u kasnijim fazama tova kopuna, dobar je termički izolator i proizvođač topline u hladnijim godišnjim dobima radom mikroorganizama (Ivanković i sur. 2016.).

Prema Uredbi Komisije br. 543/2008 jasno se propisuju uvjeti o uzgoju kopuna za plasman na europsko tržište. U ekstenzivnom uzgoju u zatvorenim objektima (podni uzgoj) na m² poda dopušteno je držati 15 kopuna, ali pod uvjetom da zajedno ne premašuju 25 kilograma žive vage.

Za slobodni uzgoj, broj kopuna u nastambi ne smije biti veći od 7,5 kopuna po m² te ne više od 27,5 kilograma žive vage po m².

Dodatno, kopuni iz slobodnog uzgoja trebaju imati pristup otvorenim prostorima s površinom ne manjom od 2 m² po kopunu tijekom najmanje polovice svog životnog vijeka. Za tradicionalni slobodni uzgoj uvjeti su da broj kopuna u nastambi ne smije biti veći od 6,25 po m² (do 91. dana starosti) te ne više od 35 kilograma žive vage po m². Također peradarnik, odnosno nastamba u kojem se kopuni drže u tradicionalnom slobodnom uzgoju ne smije prelaziti veličinu od 1600 m² te ne smije sadržavati više od 2500 kopuna. Isto tako kopunima mora biti osiguran izlazak na otvorenu površinu najkasnije nakon 6-tog tjedna starosti te površina na otvorenom mora sadržavati vegetaciju i to po 4 m² po kopunu (nakon 92. dana starosti, do 91. dana uvjet je 2 m²). U slučaju tradicionalnog slobodnog uzgoja minimalna dob za klanje kopuna je 150 dana.

Visoki genetski potencijal linijskih hibrida ispoljava se samo ako ih se drži u optimalnim mikroklimatskim uvjetima i odgovarajućem okolišu i ako ih hranimo izbalansiranim obrocima (Janječić 2020.). Domaćinović i sur. (2015.) navode da se radi održavanja mikroklimatskih uvjeta preporučuje naseljenost 5-6 kopuna/m². Osnovni mikroklimatski uvjeti koje treba zadovoljiti su temperatura, relativna vlažnost zraka, osvjetljenje te sastav i izmjena zraka. U tovu kopuna povišene temperature mogu napraviti veliku štetu koja se ogleda kroz smanjeni dnevni prirast te povišenim mortalitetom. Isto tako u zadnje vrijeme posebno se vodi briga i o prilagodbi osvjetljenja prostora u kojemu se nalaze sami kopuni. Ivanković i sur. (2016.) navode da se osvjetljenje u modernom tovu peradi izvodi na dva načina. Stalno osvjetljenje u peradnjacima koji imaju prozore u kojem se peradi tijekom cijelog tova osigurava 23 sata svjetla dnevno, te isprekidajuća osvjetljenja koja karakterizira višekratni periodi svijetla i mraka tijekom 24 sata u različitim odnosima, npr. 2 sata svijetla + 3 sata tame i slično. U peradnjacima bez prozora najčešće se osigurava osvjetljenje 23 sata dnevno, ali s time da u početku tova ono bude jače, a prema kraju se oslabljuje.

Janječić (2020.) ističe kako piliće koji su teško ozlijeđeni ili slabog zdravlja treba liječiti ili odmah izlučiti te nadodaje kako pilićima koji su ozbiljno ozlijeđeni ili pokazuju očite znakove poremećaja zdravlja i patnje, kao što su teškoće pri hodu, nakupljanje tekućine u trbušnoj šupljini (ascites) ili drugi oblici deformacija, mora se osigurati odgovarajuća skrb ili ih odmah usmrtniti.

Kopunima se 10-12 sati prije klanja uskraćuje hrana i voda, osim ako se klanje vrši u ljetnim mjesecima, kada se voda ne uskraćuje (Jacob i Mather 2000.). Ako se kopuni transportiraju do klaonice onda je bolje prijevoz obaviti noću kako bi se spriječilo pregrijavanje te se smanjio učinak stresa na kakvoću mesa. Senčić (2012b.) navodi da proces obrade u klaonicama započinje vješanjem peradi na transportni lančani sustav. Prije samoga klanja kopune treba omamiti. Mogu se omamiti električnom strujom, mješavinom plinova za omamljivanje ili mehaničkim uređajima. Nakon omamljivanja slijedi iskrvarenje, odnosno unutar deset sekundi režu se obje vratne arterije i vene. Prihvatljivi načini klanja su iskrvarenje prekidanjem krvnih žila u vratu bez omamljivanja, iskrvarenje uz prethodno omamljivanje i to ubodom u vrat s ili bez dodatnog reza, automatizirano mehaničko klanje, ručno klanje s jedne strane vrata (Janječić 2020.). Zatim slijedi šurenje, skidanje perja te otvaranje trbušne šupljine. Perad mora biti mrtva prije ulaska u posudu/bazen za šurenje. Šurenje se često provodi uranjanjem peradi u bazene za šurenje temperature 55-60 °C, te joj se zatim skida perje, što se naziva čerupanje. U klaoničkoj obradi potpuno se odstranjuju iznutrice, nogice i glava, a potom kako navodi Senčić (2012b.) slijedi pranje i hlađenje kako bi se meso dovoljno ohladilo za pakiranje cijelog trupa ili se pak trup rasijeca (konfekcionira) što ovisi o potrebama tržišta.

2.2.4. Ekonomska isplativost

Zbog visokih troškova držanja, isplativost uzgoja kopuna, u usporedbi brojlerima, nije velika. Iz etičkih i ekonomskih razloga važno je utvrditi mogu li se nepoželjni muški pilići iz sustava proizvodnje nesilica koristiti u proizvodnji mesa kopuna. Sirri i sur. (2009) zaključuju da je trenutna praksa kopunizacije većinom lokalnog karaktera te se koriste autohtone pasmine, a tada opća dostupnost jednodnevnih neželjenih nesilica može smanjiti troškove proizvodnje kopuna i učiniti meso kopuna popularnijim.

Stoga bi proizvodnja kopuna mogla biti alternativni sektor peradarske proizvodnje s posebnim korištenjem autohtonih ili lokalno prilagođenih pasmina s primarnom svrhom proizvodnje visokokvalitetnog mesa s vrijednim senzorskim svojstvima.

U Hrvatskoj se cijena očišćenog kilograma mesa kopuna kreće oko 50,00 - 55,00 kuna, a oko 35,00 kuna po kilogramu tjelesne mase (Agroklub, članak iz 2014.). Firšt Godek i sur. (2004.) navode kalkulaciju na bazi 30 kopuna (tablica 2.2.4.1.) u kojoj nisu iskazani troškovi održavanja objekta u strukturi troškova jer je pokus bio smješten u objektu koji je već bio namijenjen za peradarsku proizvodnju. Kako je uočljivo iz analize, najviše troškova se odnosi na hranidbu (31,45 %) te veterinarske troškove (25,22 %). Autori su u svojoj analizi troškova u tovu kopuna istaknuli da je cijena kilograma proizvedenog mesa kopuna iznosila 39,90 kuna te da je tako po kilogramu mesa ostvarena dobit od 8,10 kuna uzimajući u obzir da je prodajna cijena iznosila 48,00 kn/kg mesa.

Tablica 2.2.4.1. Struktura troškova u tovu kopuna na bazi 30 jedinki

Utrošena sredstva	Količina	Jedinica mjere	Cijene (HRK)	Ukupno kn/turnus
Jednodnevni pilići	30	kom.	5,13	153,90
Stočna hrana :				
PT-1	125		3,29	411,25
PT-2	275	kg	2,81	772,75
Kukuruzna prekrupa	180		1,50	270,00
Veterinarski troškovi :				
Cjepivo	30		5,00	150,00
Aditivi	30		10,00	300,00
Kopunizacija	23	kom.	20,00	460,00
Anestetik	23		/	96,87
Konac	23		/	14,15
Veterinarski pregled	29		5,00	145,00
Klanje	148,30	kg	2,00	296,60
Rasjek i pakiranje	115,88	kg	2,96	343,00
Ljudski rad	120	h	5,00	600,00
Transport	280	km	1,75	490,00
Ostali troškovi				120,00
Sveukupno				4.623,52

Izvor: Firšt Godek i sur. (2004.)

2.3. Meso kopuna

2.3.1. Promjene na koštanom sustavu

Muszyński i sur. (2017.) navode da se značajno smanjuje sadržaj pepela te sadržaj kalcija i fosfora u bedrenoj kosti kopuna te sadržaj fosfora u goljениčnoj kosti, ali kastracija pijetlova, odnosno kopunizacija nema utjecaj na masu i duljinu bilo koje kosti. Kopunizacija utječe na geometrijsku strukturu koštanog sustava koja povećava unutarnje i vanjske promjere kostiju (Muszyński i sur. 2017.). Negativan učinak kopunizacije na koštani sustav je u pogledu mehaničke izdržljivosti kostiju što sugerira veći rizik od trajnih deformacija budući da su kosti kopuna manje elastične. Kopunizacija kod mlađih jedinki se može negativno odraziti na metabolizam kostiju što može dovesti do raznih bolesti poput osteoporoze upravo radi toga jer su spolni hormoni značajni za razvoj i rast kostiju.

Spolni steroidi neophodni su za razvoj, rast i održavanje kostura, a razina testosterona koja raste sa starošću pijetlova stimulira aktivnost osteoklasta u formiranju kostiju, stoga igra ključnu ulogu u oblikovanju kostura pijetlova koji sazrijevaju (Pederson i sur. 1999.). Radi brzog debljanja u razdoblju tova kopuna, snažno su opterećene kosti noge te su podložnije raznim mineralizacijskim i razvojnim poremećajima koji mogu dovesti do deformacije kostiju ili čak prijeloma (Leterrire i Nys 1992.). Muszyński i sur. (2017.) upozoravaju da bi smanjena kvaliteta kostiju mogla biti faktor rizika kod ekstenzivnog uzgoja kopuna.

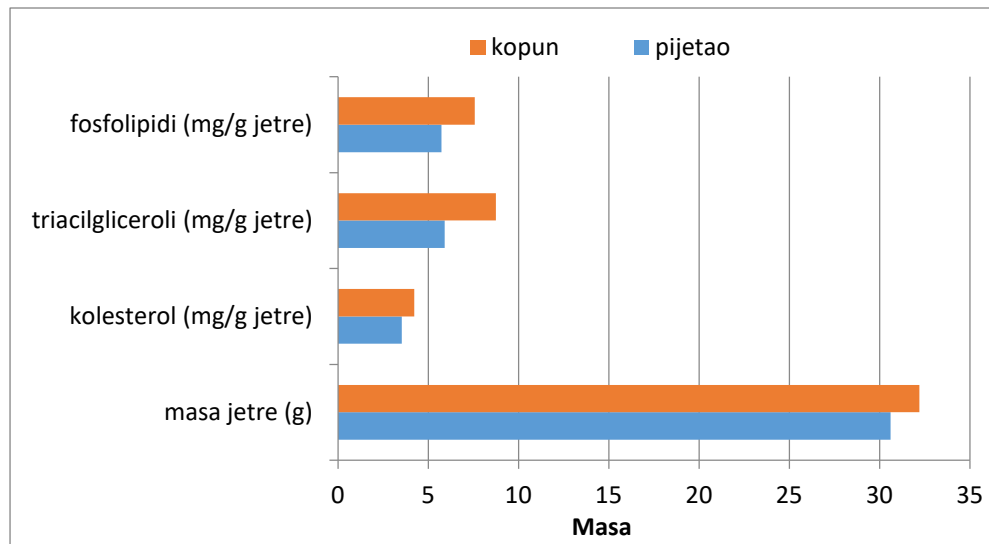
2.3.2. Promjene u lipidnom sastavu i lipogeno-enzimskom djelovanju

Jetra je glavni organ za lipogenezu, a veće nagomilavanje masti kod kopuna je pripisano povećanoj lipogenezi jetre nakon kopunizacije. Kopunizacijom se povećava ukupni sadržaj lipida i triacilglicerola u jetri te se smanjuje neesterificirani sadržaj masnih kiselina (Chen i sur. 2007.). Smanjena razina testosterona u serumu smanjuje lipazu (enzim koji katalizira hidrolizu masti, odnosno triglicerida u glicerol i tri masne kiseline) i enzime povezane s Krebsovim ciklusom dovodeći do porasta triacilglicerola i kolesterola u krvnom serumu. Dolazi do promjene sastava lipoproteina što rezultira povećanim kapacitetom skladištenja lipida. Sami lipoproteini nastaju procesom lipogeneze (biosinteza neutralnih masti iz glicerola i masnih kiselina).

Chen i sur. (2007.) ističu da kopunizacija ne utječe na mehanizam lipogeneze. Veći postotak intramuskularne masti u meso kopuna uzrokuje proporcionalno smanjenje krvnih žila (Amorim i sur. 2016.).

Kopunizacijom se dobiva veća jetra, a smanjuje se težina srca. Budući da je jetra glavni lipogenski organ kod ptica, svako povećanje nakupljanja lipida u tijelu kao rezultat kopunizacije (kroz povećanje lipogeneze ili smanjenje lipolize) trebalo bi se očitovati povećanjem aktivnosti lipogenih enzima i/ili težinu jetre. Rahman i sur. (2004.) u svom istraživanju izvještavaju o većoj masi jetre kod kopuna što potvrđuju i Chen i sur. (2005.) te Symeon i sur. (2010.), dok Mašek i sur. (2013.) i Kwiecień i sur. (2015.) tvrde da kastracija nije imala utjecaj na veličinu jetre. Suprotno tome, Miguel i sur. (2008). izvještavaju o većoj jetri kod pijetlova nego u kopuna. Quaresma i sur. (2017.) ističu kako pijetlovi imaju veću masu srca od kopuna u dobi od 20 tjedana te zaključuju da na rast srčanog mišićnog tkiva utječu androgeni, a taj se učinak može dodatno pojačati povećanom aktivnošću pijetlova. Također su i drugi autori poput Miguel i sur. (2008.) te Rikimaru i sur. (2009.) primijetili veću masu srca u pijetlova nego kod kopuna. Kopunizacija ne utječe na masu želuca kako tvrde Hsu i Lin (2003.) te Miguel i sur. (2008.).

Općenito, kastrirane ptice pokazale su veći sadržaj mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) te n-6 i n-3 polinezasićenih masnih kiselina (PUFA). Kvaliteta mesa i parametri poput sočnosti, nježnosti i okusa su prvenstveno regulirani profilom masnih kiselina u mesa i promjena koje donosi kopunizacija, s time da je veliki učinak pasmine (Kwiecień i sur., 2015.). Amorin i sur. (2016.) navode da je kod pijetlova zabilježeno više maslačne kiseline (C4:0) i kaprilne kiseline (C8:0) nego kod kopuna, dok su pijetlovi imali manji sadržaj oleinske kiseline (C18:1). Murawska (2019.) navodi da uz maslačnu te kaprilnu kiselinu, meso pijetlova sadrži i više stearinske kiseline (C18:0) i arahidonske kiseline (C20:4) što potvrđuju Volk i sur. (2011.). Mašek i sur. (2013.) izvršili su analizu masnih kiselina bataka kopuna i pjetlića i utvrdili da su kopuni imali značajno veći udio zasićenih masnih kiselina i veći trombogeni indeks, a značajno manji udio nezasićenih masnih kiselina.



Slika 2.3.2.1. Utjecaj kopunizacije na masu i lipidni sastav jetre

Izvor: prilagođeno prema Chen i sur. (2007.)

2.3.3. Kvaliteta mesa kopuna

Meso kopuna se u mnogo toga razlikuje od mesa pijetlova. Mišićno tkivo im je obilatije razvijeno, osobito na prsima, batcima i zabatcima. Kopunizacija može utjecati na karakteristike mišića kao posljedica veće frakcije crvenih vlakana te većeg broja pigmentata u samome mišiću. Prema istraživanju Mandić i sur. (2005) randman je viši u kopuna (86,6 %), za razliku od pijetlova kod kojih on iznosi 85% (tablica 2.3.3.1.). Iskoristivost trupa je veća u kopuna prvenstveno radi većeg udjela prsa u trupu koji iznosi i do visokih 24%.

Tablica 2.3.3.1. Usporedba iskoristivosti trupa kopuna i pijetlova

Kategorija peradi	Prosječna izlazna tovnna masa (g)	Obrađeni trup (g*)	Randman (%)	Prsa, batka, zabatak (g)	Ostatka trupa (g)	Udio prsiju, batka i zabatka u trupu (%)
Kopuni (n = 23)	5 960	5 180	86,6	3 710	1 450	71,6
Pijetlovi (n = 7)	5 820	4 950	85,0	3 336	1 614	67,4

Legenda: * - vaganje klaonički obrađenih trupova obavljeno je nakon hlađenja i cijedenja drugi dan). Klaonički otpad su činili krv, glave, noge, crijeva i perje.

Izvor: Mandić i sur. (2005.)

U istraživanju provedenog od strane Tuška i sur. (2004.), autori su došli do zaključaka da uklanjanje spolnih žlijezda u pjeticu rezultira bržim porastom i većom izlaznom prosječnom tjelesnom masom tovljenog kopuna od 4,2 % u odnosu na tovljenog pijetla. Miguel i sur. (2008.) zaključuju da kastracija pasmine Castellana Negra ne uzrokuje povećanje njezine mase, ali ističu kako su kopuni imali veća prsa, ali razlike između bataka i zabataka nisu pronađene. Ovo potvrđuje ono što je nekoliko istraživača izvijestilo o drugim domaćim pasminama. Songsee i sur. (2020.) te Zawacka i sur. (2017.) navode da je masa trupa kopuna niža nego u pijetlova u svim dobnim skupinama. O sličnim rezultatima izvijestili su Tor i sur. (2002.), koji nisu pronašli razlike u masi trupova između pijetlova i kopuna unatoč većoj živoj tjelesnoj masi kopuna. Ovi nedosljedni rezultati mogu se pripisati razlikama u pasmini/genotipu, dobi kastracije, razini hranidbe, uvjetima uzgoja i dobi klanja proučavanih ptica (Calik, 2014.).

Kopunizirane životinje imaju veću količinu potkožnog masnog tkiva i intramuskularne masti neovisno o anatomskom rasporedu crvenog i bijelog mesa (Cason i sur. 1988.; Tor i sur. 2002.). Ademski i sur. (2016). ističu da se mast oko mesa kopuna povećava sa starošću ponajviše oko prsiju te nogu. Kopuni koji su dulje u tovu te postižu veću starost imaju veću sočnost i mekoću mesa. Masno tkivo prema položaju taloženja u pijetlova je raspoređeno površinski (potkožno) i unutar tjelesne šupljine (Mandić i sur. 2005.). Kako su kopuni mirniji za razliku od pijetlova te imaju veći postotak intramuskularne i intermuskularne masnoće, meso poprima svijetloružičastu boju te su pojedini dijelovi mesa kao npr. meso bataka i zabataka svjetliji u odnosu na druge vrste peradi.

Symeon i sur. (2010.) su u opsežnom istraživanju (tablica 2.3.3.2.) utvrdili da se tjelesna masa, masa trupa, prsiju, zabataka, krilca i ostalih dijelova nije značajno razlikovala između pijetlova i kopuna, ali je utvrđena značajno veća masa bataka kod pijetlova. Proučavajući udio masti u pojedinim dijelovima trupa utvrđen je značajno veći udio masti u trupu, zabatcima i batcima kod kopuna, dok je izostala značajna razlika u sadržaju masti prsiju. Navedeno je u skladu sa značajno većim sadržajem intramuskularne masti kod kopuna u odnosu na pijetlove.

Tablica 2.3.3.2. Razlika između trupova kopuna i pijetlova

Pokazatelj	Pijetao, n=10	Kopun, n=8
Tjelesna masa (g)	5 104 ± 99	5 079 ± 134
Masa trupa (g)	3 908 ± 75	3 872 ± 102
Prsa (g)	1 155 ± 29	1 235 ± 39
Zabatak (g)	310 ± 9	302 ± 12
Batak (g)	290 ^a ± 6	250 ^b ± 8
Krilca (g)	201 ± 3	198 ± 5
Ostalo (g)	1.091 ± 30	1.108 ± 41
Masnoća (g/100 g):		
Trupa	15,0 ^b ± 1,1	19,0 ^a ± 1,4
Zabatak	11,0 ^a ± 1,0	16,8 ^a ± 1,2
Batak	12,4 ^b ± 0,5	14,6 ^a ± 0,6
Prsa	11,9 ± 0,8	14,3 ± 1,0
Intramuskularna mast	1,13 ^b ± 0,15	1,80 ^a ± 0,18
pH post mortem 24 sata	5,96 ± 0,02	5,97 ± 0,03
Boja		
L*	50,80 ^b ± 0,85	55,78 ^a ± 1,06
a*	5,61 ^a ± 0,37	4,22 ^b ± 0,44
b*	8,41 ^b ± 0,27	11,91 ^a ± 0,30
Gubitak kod kuhanja (%)	12,08 ± 0,52	12,49 ± 0,65

Izvor: Symeon i sur. (2010.)

^{a,b} Prosjeci unutar reda označeni različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05).

Značajne razlike utvrđene su u boji mesa. Tako je utvrđeno da je meso kopuna svjetlije (veća L* vrijednosti) i žuće (veća b* vrijednost), a manje crveno (manja a* vrijednost). Sirri i sur. (2009.) navode kako su u usporedbi s nekastriranim pijetlovima, trupovi kopuna karakterizirani većom svjetlinom (L*= 55,78 kod kopuna nasuprot L*= 50,80 kod pjetlova) i žutilom (b*= 11,91 kod kopuna nasuprot b*= 8,41 kod pijetlova) te nižim crvenilom (a*= 4,22 kod kopuna nasuprot a*= 5,61 kod pijetlova). To potvrđuju i Lin i Hsu (2003.) i Symeon i sur. (2010.) koji su u svojim istraživanjima došli do zaključka da kopunizacija smanjuje a* vrijednost, povećavajući L* i b* vrijednosti. Volk i sur. (2011.) primijetili su da kopunizacija povećava L* vrijednost u mesu kopuna i smanjuje a*, ali nisu pronašli razlike za b* vrijednost.

Prema Hsu i Lin (2003.) i Miguel i sur. (2008.), smanjeni a^* kod kopuna može se pripisati većem postotku intramuskularne masti u mesu, što uzrokuje taloženje masnoće i proporcionalno smanjenje krvnih žila i crvenila mesa a^* , što također rezultira svjetlijim mesom (veće L^* vrijednosti).

Značajne razlike između pijetlova i kopuna u pH vrijednosti i gubitku kod kuhanja nisu bile utvrđene. Gesek i sur. (2019.) navode da su prsni i nožni mišići kopuna karakterizirani su boljim kapacitetom zadržavanja vode, dok Miguel i sur. (2008.), Sirri i sur. (2009.) te Kuźniacka i sur. (2017.) tvrde kako nema razlike između kopuna i pijetlova u pogledu kapaciteta zadržavanja vode u mesu. Nadalje, spomenuti autori ističu da meso s visokim upijanjem vode pri toplinskoj obradi gubi manje mesnog soka, pa stoga, osim većeg randmana, zadržava veću sočnost. To ima izravan utjecaj na ocjenu njegove ukusnosti, koja je za potrošača jedna od najvažnijih karakteristika mesa. Miguel i sur. (2008.) navode kako nisu pronašli razlike u gubitku vode, tj. „drip lossu“ između kastriranih i nekastriranih životinja je u skladu s rezultatima Cui i sur. (2017.) naspram Wojtysiak i sur. (2019). koji tvrde da mišići prsa kopuna karakteriziraju značajno niže vrijednosti gubitka vode u usporedbi s mišićima prsa pijetlova.

Calik i sur (2017.) navode da postupak kopunizacije nije utjecao na pH mišića o čemu su također izvijestili Miguel i sur. (2008.), Symeon i sur. (2011.), Lin i Hsu (2002.) te Volk i sur. (2011.), naspram Sirri i sur. (2009.) koji su izvijestili da mišići prsa kopuna karakterizira niži pH. Slične rezultate iznose Amorim i sur. (2016) koji ističu da kopunizacija nema utjecaj na pH, aktivitet vode, postotak pepela, proteina, kolagena, zasićenih masnih kiselina, polinezasićenih masnih kiselina i omjer nezasićenih masnih kiselina, ali da se kopunizacijom smanjuje sadržaj vlage te povećava broj pigmenta i postotak intramuskularne masnoće.

Meso peradi, pa tako i kopuna, ima vrlo visoku biološku vrijednost zbog visokog udjela bjelančevina s povoljnim aminokiselinskim sastavom, lako je probavljivo i ne opterećuju organizam kolesterolom te nije opterećeno vjerskim predrasudama (Nemanič i Berić, 1995). Meso kopuna karakterizira dobra prehrambena vrijednost što je izraženo povoljnim osnovnim kemijskim sastavom koji je prikazan u tablici 2.3.3.3. iz istraživanja Mandić i sur. (2005.).

Autori navode da je kemijski sastav mesa kopuna i kontrolne skupine pijetlova, uočljiva razlika u sadržaju masti u korist kopuna koja je inter- i intramuskularno raspoređena te je u njih sadržaj bjelančevina manji, ali je meso sočnije i mekše. Za razliku od njih, količina bjelančevina je u mesu pijetlova veća, ali je to meso suho i žilavije konzistencije.

Tablica 2.3.3.3. Prosječni kemijski sastav mesa kopuna (n = 23) i pijetlova (n = 7)

Sastojak (%)	Meso prsa s kožom		Meso zabatka s kožom		Meso batka s kožom	
	Kopun	Pijetao	Kopun	Pijetao	Kopun	Pijetao
Voda	70,40	67,70	60,10	68,30	66,30	73,70
Bjelančevine	23,48	25,87	17,12	21,80	18,63	22,33
Mast	4,39	4,13	21,67	8,03	13,60	3,00
Pepeo	1,50	1,70	1,10	1,20	1,40	1,30

Izvor: Mandić i sur. (2005.)

Nježnije, aromatičnije i masnije meso kopuna je posljedica i toga što kopuni nisu tako aktivni kao pijetlovi te je u njih sadržaj bjelančevina manji, a meso je sočnije i mekše. Takav kemijski sastav mesa kopuna rezultira specifičnim okusom te mirisom kojima se bitno razlikuju od mesa druge peradi. Eliminowska-Wenda i sur. (2001.) ističu kako masne stanice izravno utječu na sočnost, nježnost i mikrostrukturu mesa. Akumulacija tjelesnih lipida igra važnu ulogu u kvaliteti mesa jer poboljšava okus, teksturu i sočnost mesa u usporedbi s netaknutim pijetlovima (Chen i sur. 2005.).

Meso kopuna je mekše i nježnije što ovisi o dobi životinje i vremenu tova (Večerek i sur. 2004.). Calik (2015). potvrđuje u svome radu u kojem je uspoređeno meso kopuna s mesom pijetlova te brojlera, a utvrđeno je da je meso kopuna najmekše. Na veću mekoću mesa kopuna u odnosu na meso pijetla ukazuju i rezultati Rikimaru i sur. (2009.), Sirri i sur. (2009.), Calik i sur. (2017.). U senzorskoj analizi koju je proveo Muriel (2004.), nisu uočene razlike između pijetlova i kopuna u pogledu žilavosti, sočnosti i okusa, dok Miguel i sur. (2008.), za domaću pasminu Castellana Negra, utvrđuju da su kopuni sočniji i manje vlaknasti od pijetlova. Firšt Godek i sur. (2004.) navode da se kopunovo meso uz izuzetnu gastronomsku kvalitetu preporučuje ljudima i u okviru posebnih dijetalnih programa te djeci i starijim osobama. Neki od specijaliteta s mesom kopuna su: kopun kuhan u moštu, kopun nadjeven kestenima, kopun u želatini, pašteta od kopuna.

3. Materijali i metode

3.1. Tov

3.1.1. Topla faza uzgoja

Za potrebe istraživanja nabavljeno je 77 jednodnevnih pilića teške hibridne linije Sasso R9. Pilići su seksirani te razvrstani na pjetlice (N=55) i pilenke (N=22). Pilići su smješteni na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Prelec. Prostor za smještaj je prethodno bio detaljno očišćen, dezinficiran te oslobođen od mogućih kontaminirajućih stvari. Također, dva dana prije samoga prijema postavljena je stelja, točnije piljevina, te je prostor zagrijan kako bi na dan prijema pilići bili u zadovoljavajućim uvjetima, tj. na 34 °C. Prostor je grijan pomoću električne grijalice te infracrvene žarulje 150 W u zoni boravka životinja. Prijem pilića na gospodarstvo je obavljen 03.03.2021. Prije samog stavljanja u prostor svi pilići su izvagani na vagi točnosti 1 gram. U narednih 28 dana pokusne životinje su držane u istim uvjetima te su hranjene istom krmnom smjesom nutritivne vrijednosti prilagođene dobi pilića . Pažljivo je praćena potrošnja krmne smjese koja je tokom svakog davanja bila izvagana, dok su pilići bili vagani jednom tjedno. Pilićima su davani sljedeći nutritivni dodaci : Muvisel, Becekasel te Nutrisel Plus tokom tople faze. Na početku se prehrana bazirala na Starteru (21% sirovih bjelančevina), a u trećem tjednu tova zamijenjena je Groverom (18% sirovih bjelančevina). Topla faza je trajala 28 dana te se je na njenom završetku prestalo s dogrijavanjem objekta.



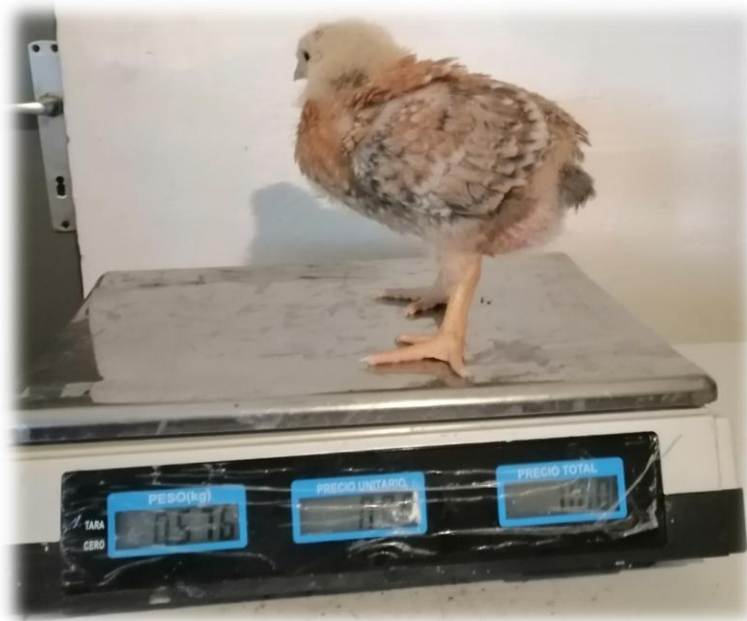
Slika 3.1.1.1. Pilići u toploj fazi – 3 dana starosti



Slika 3.1.1.2. Pilići u toploj fazi – 6 dana starosti



Slika 3.1.1.3. Pilići u toploj fazi – 19 dana starosti



Slika 3.1.1.4. Vaganje pilića

3.1.2. Kopunizacija

U dobi od 28 dana izvršen je zahvat kastracije, odnosno kopunizacije. Prije zahvata, pjetlicima je uskraćena hrana i voda na 24 sata. Sam zahvat je izvršen od strane osposobljenog veterinaru s dugogodišnjim iskustvom. Kastrirano je ukupno 32 pjetlića.



Slika 3.1.2.1. / Slika 3.1.2.2. Čišćenje perja / Opipavanje prostora rebara radi lociranja testisa



Slika 3.1.2.3. / Slika 3.1.2.4. Rez / Proširenje reza



Slika 3.1.2.5. / Slika 3.1.2.6. Ulazak u abdominalnu šupljinu te vađenje testisa/ Izvađeni testisi

3.1.3. Srednja faza

Pilići su nakon zahvata razvrstani u tri skupine: kopune (N=29), pjetliće (N=19) te pilenke (N=24) te je svaka skupina smještena u zaseban boks. Nastavljeno je vaganje krmne smjese te samih pilića na vagi točnosti 1 gram. Kopuni su prvih 10ak dana zahtijevali posebnu skrb i njegu, stoga im je davan antibiotik Trisulfon koji je peradi davan u tekućem obliku pomiješan s vodom. Uz spomenuti antibiotik na mjestu reza su se počeli stvarati takozvani „balončići“ koje je bilo potrebno ispuhivati ponekad i čak dvaput dnevno. Nakon ispuhivanja mjesto reza bi se namazalo s antibiotskom masti.



Slika 3.1.3.1. / Slika 3.1.3.2. Napuhani kopun/ Kopun nakon ispuhivanja „balončića“

Za vrijeme srednje faze perad je cijepljena Avishiieldom, odnosno cjepivom protiv atipične kuge peradi, tj. Newcastleške bolesti. Također, peradi je postepeno ukinuta smjesa Grover (18% sirovih bjelančevina) te je zamijenjena završnom krmnom smjesom (16% sirovih bjelančevina). Završnu krmnu smjesu perad je konzumirala do kraja tova. Također, peradi je omogućen pristup ispaši od 20.05. u dobi od 78 dana.



Slika 3.1.3.3. / Slika 3.1.3.4. Srednja faza uzgoja



Slika 3.1.3.5. Dimorfizam između kopuna, pjetlića i pilenke u dobi od 50 dana (slijeva na desno : pilenka, pjetlić, kopun)

Nakon 68 dana tova izvršeno je klanje slučajno izabranih 7 kopuna, 6 pjetlića i 13 pilenki kako bi se smanjilo opterećenje objekta. Zbog toga je u nastavu u istraživanju sudjelovalo 22 kopuna, 13 pjetlića te 11 pilenki.



Slika 3.1.3.6. / Slika 3.1.3.7./ Slika 3.1.3.8. Kopuni / Pilenke / Pjetlići



Slika 3.1.3.9. Dimorfizam između kopuna, pjetlića i pilenke u dobi od 90 dana (slijeva na desno : pjetlić, kopun, pilenka)

3.1.4. Prvo klanje

Prvo klanje je održano u dobi od 90 dana na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu Prelec. Peradi je uskraćena hrana 12 sati prije klanja, a budući da se klanje odvijalo u ljetnim mjesecima, voda je uskraćena dva sata prije klanja. Klanje je provedeno u skladu sa svim propisima te nije narušavana dobrobit peradi. Zaklano je iz svake skupine po 10 slučajno odabranih jedinki. Netom prije klanja svaka jedinka je zasebno izvagana na vagi točnosti 1 gram. Nakon iskrvarenja, perad je podvrgnuta šurenju te je s nje skinuto perje. Potom je izvađena utroba te iznutrice. Proveden je rasjek te se svaki dio posebno vagao na vagi točnosti 1 gram. Rasjek se sastojao od: krila, bataka, zabataka, prsa s kosti te file, vrat + leđa + trtica, abdominalna mast, nogice, srce, želudac i jetra. Uzroci pilećih prsiju desne polovice su nakon hlađenja od 24 sata na +4°C vakuumirani i smrznuti do senzorske analize na -20°C.



Slika 3.1.4.1. / Slika 3.1.4.2./ Slika 3.1.4.3./ Slika 3.1.4.4. Šurenje te skidanje perja / Vaganje prije klanja/ Rasijecanje trupova / Vaganje pojedinih dijelova rasjeka



Slika 3.1.4.5. Usporedba trupova (pijetao, kopun, pilenka)

3.1.5. Završna faza i drugo klanje

U završnoj fazi je tovljeno 12 kopuna (slika 3.1.5.1.). Njihov tov je trajao dodatnih 50 dana, do starosti kopuna 140 dana, nakon čega je provedeno klanje slučajno izabranih 10 kopuna i rasijecanje prema opisanom postupku. Uzroci pilećih prsiju desne polovice su nakon hlađenja od 24 sata na +4°C vakuumirani i smrznuti do senzorske analize na -20°C (slika 3.1.5.2.).



Slika 3.1.5.1. Kopun u dobi od 140 dana



Slika 3.1.5.2. Uzorci (file) pripremljeni za smrzavanje

3.2. Fizikalna mjerenja na mesu

Nakon prvog i drugog klanja provedene su fizikalne analize na ohlađenom otkoštenom prsnom mišiću (file) svakog trupa 24 sata nakon klanja. Izvršena su mjerenja pH vrijednosti, instrumentalne boje, kapajućeg gubitka mesnog soka i gubitka kod kuhanja. Mjerenja su izvršena na Agronomskom Fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Mjerenje pH vrijednosti je provedeno direktnim mjerenjem u tri ponavljanja svakog uzorka pomoću prijenosnog pH-metra Seven2go opremljenog s ubodnom elektrodom (InLab Solids Pro) (Mettler Toledo, Švicarska). Mjerenje boje je provedeno pomoću uređaja Minolta Chroma metar CR-410 (Konica Minolta, Japan) s CIE L*a*b* spektrom boja s D65 standardnim osvjetljenjem i otvorom 50 mm. CIE L*a*b* sustav predstavlja sljedeće vrijednosti: L* lightness (svijetlo-tamno), a* redness (mjerenje valnih dužina crveno-zelenog područja) i b* yellowness (mjerenje valnih dužina žuto-plavog područja). Mjerenje boje je provedeno nakon 30 minuta stabilizacije boje na zraku.

Mjerenje kapajućeg gubitka mesnog soka (DL) je provedeno pomoću EZ metode. Mjerenje EZ metodom se provodilo tako da je na kranijalnom dijelu mišića prsa *m. pectoralis superficialis* s lijeve polovice prsiju oblikovan uzorak oblika valjka uz pomoć sonde (\varnothing 25 mm) debljine 2 cm, obrisani apsorbirajućim papirom i izvagan na vagi MettlerToledo P1200 s preciznošću 0,01 g. Pojedinačni uzorci mesa su stavljeni u plastični spremnik (kontenjer) za meso, zatim su kontenjeri pohranjeni u hladnjak na temperaturu od +4 °C. Nakon 24 h čuvanja uzorci su ponovno obrisani apsorbirajućim papirom i izvagani.

Kapajući gubitak mesnog soka je izračunat kao razlika između početne mase uzoraka i mase uzoraka nakon 48 sati, podijeljena s početnom masom uzoraka te pomnožena sa 100 (Honikel 1998.). Gubitak kod kuhanja (CL) određen je na kranijalnom dijelu mišića *m. pectoralis superficialis* s lijeve polovice napravljenima na način kao i uzorci za kapajući gubitak mesnog soka. Takvi uzorci su nakratko obrisani apsorbirajućim papirom te izvagani na vagi MettlerToledo P1200 s preciznošću 0,01 g, stavljeni u vrećice HDPE (polietilen visoke čvrstoće) i kuhani u kipućoj vodi do postizanja temperature 80 °C u središtu uzorka. Nakon kuhanja uzorci su ohlađeni u vodi temperature 15°C, nakratko obrisani apsorbirajućim papirom i ponovno izvagani. Gubitak kod kuhanja je izračunat kao razlika između početne mase uzoraka i mase uzoraka nakon kuhanja, podijeljena s početnom masom uzoraka te pomnožena sa 100 (Honikel 1998.).

3.3. Senzorska analiza

Senzorska analiza provedena je nakon odmrzavanja vakuumiranih uzoraka filea prsiju tijekom 36 sati u hladnjaku na temperaturi 6°C. Za pripremu toplinski obrađenih uzoraka korištena je parno-konvekcijska pećnica Unox u koju su stavljene odmrznuti uzorci prsnih mišića u HDPE (polietilen visoke čvrstoće) vrećicama i potom toplinski obrađeni na 130 °C do postizanja temperature od 80 °C u centru mišića. Nakon toplinske obrade uzorci su narezani na kockice veličine 2 x 2 x 2 cm te čuvani na 50 °C do konzumacije. Ukupno su pripremljena 4 uzorka mesa: pilenke, pjetlići, kopuni stari 90 dana (kopuni-90) i kopuni stari 140 dana (kopuni-140). Senzorska analiza je provedena u Laboratoriju za senzorske analize poljoprivredno-prehrambenih proizvoda na Agronomskom fakultetu uređenom prema ISO 8589 standardu (ISO 2007.) u uvjetima temperature 20-22 °C, relativne vlage 40-60%, osvjetljenja 4000K s 500 luksa na radnoj površini.

Senzorska svojstva određena su primjenom modificirane kvantitativne deskriptivne analize (QDA) prema Lawlessu i Heymannu (2010.) pomoću 8 educiranih senzornih analitičara. Senzorni analitičari bili su prethodno obučeni prema normama ISO 8586 (2012.) i imali su višegodišnje iskustvo u senzornim analizama. Uoči senzorne analize uspostavljen je leksikon 13 senzornih svojstava, njihov opis i krajnje vrijednosti. Definirana svojstva senzorskog profila bila su: intenzitet boje mesa, intenzitet mirisa mesa, početna sočnost određena prstima, sila kod prvog zagrizanja kutnjacima, sočnost mesa pri žvakanju, vlaknastost mesa pri žvakanju, intenzitet okusa mesa, prisustvo stranih aroma i postojanost arome.

U isto vrijeme su evaluirana 4 svojstva dopadljivosti: dopadljivost okusa, dopadljivost arome, dopadljivost teksture i cjelokupna dopadljivost. U analizi je korištena linijska skala od 0 do 100, na kojoj je 0 označavalo potpuno odsustvo, a 100 izraziti intenzitet odnosno prisustvo svojstva. Uzorci su prezentirani prema balansiranom i slučajnom blok dizajnu, i pri prezentiranju označeni troznamenkastim šiframa. Senzorni analitičari bili su upućeni na konzumaciju vode i kruha prije svakog uzorka radi ispiranja odnosno neutralizacije usta.



Slika 3.3.1. Uzorci spremni za senzorsku analizu

3.4. Statistička analiza

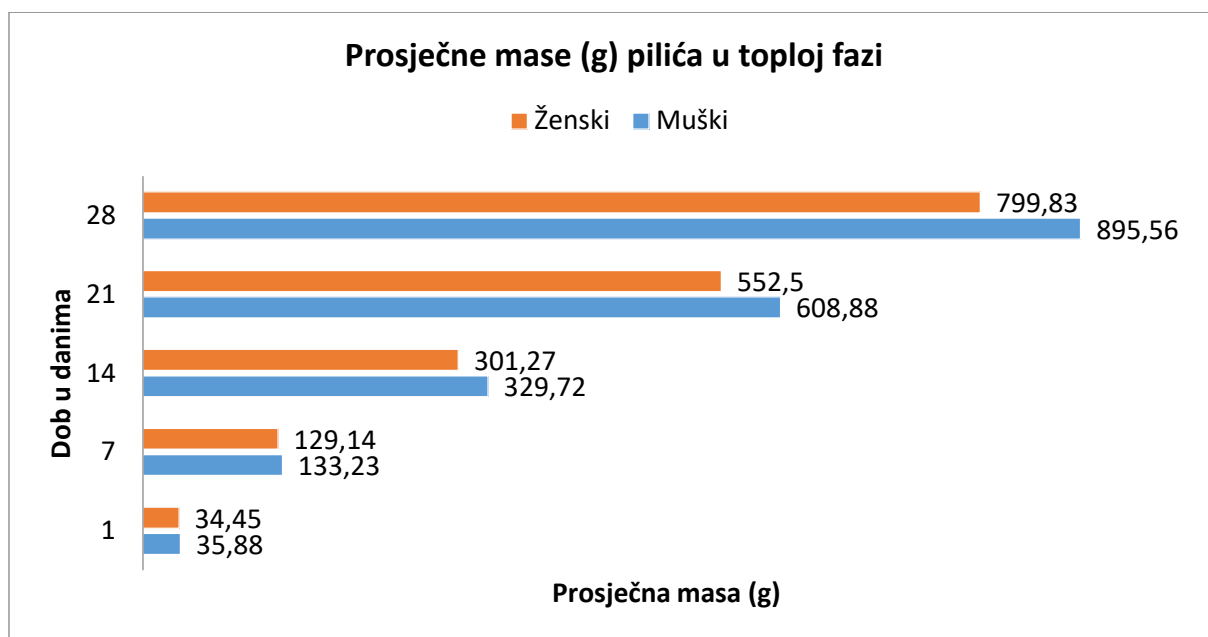
Dobiveni podaci o masama, pH vrijednosti, boje i sposobnosti vezanja vode obrađeni su pomoću statističkog paketa SAS Studio University Edition 3.4 (SAS Institute 2015.) upotrebom GLM procedure s tretmanom kao fiksnim utjecajem. U analizi rezultata senzorske analize korištena je MIXED procedura s tretmanom kao fiksnim i ocjenjivačem kao slučajnim utjecajem. Tukey post hoc test korišten je za višestruko međusobno uspoređivanje tretmana u slučaju statističke značajnosti. Rezultati analiza izraženi su kao prosjeci \pm standardna devijacija.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Tovne karakteristike

4.1.1. Prosječne mase

U istraživanju su korišteni pilići razvrstavani prema spolu, tj. na muške i ženske piliće. Na dan primitka (grafikon 4.1.1.1.) muški pilići su imali prosječnu masu od 35,88, dok su ženski pilići težili prosječno 34,45 grama. Sljedećih tjedana došlo je do razlike u prosječnim masama između spolova pri čemu su muški pilići imali veću prosječnu masu nego ženski. Statistički značajna razlika između spolova utvrđena je tek pri dobi od 21 dan kada su muški pilići imali značajno veću masu u odnosu na ženske piliće ($P < 0,001$). Na kraju tople faze muški pilići imali su 12% veću prosječnu masu (895,56 g) u odnosu na ženske piliće (799,83 g), što je predstavljalo statistički značajnu razliku ($P < 0,0001$). Razlika među spolovima u prosječnim masama na kraju tople faze je iznosila gotovo 100 grama, što je i očekivano budući da jedinke muškog spola uz bolje tovne sposobnosti, imaju veći genetski potencijal za rast.

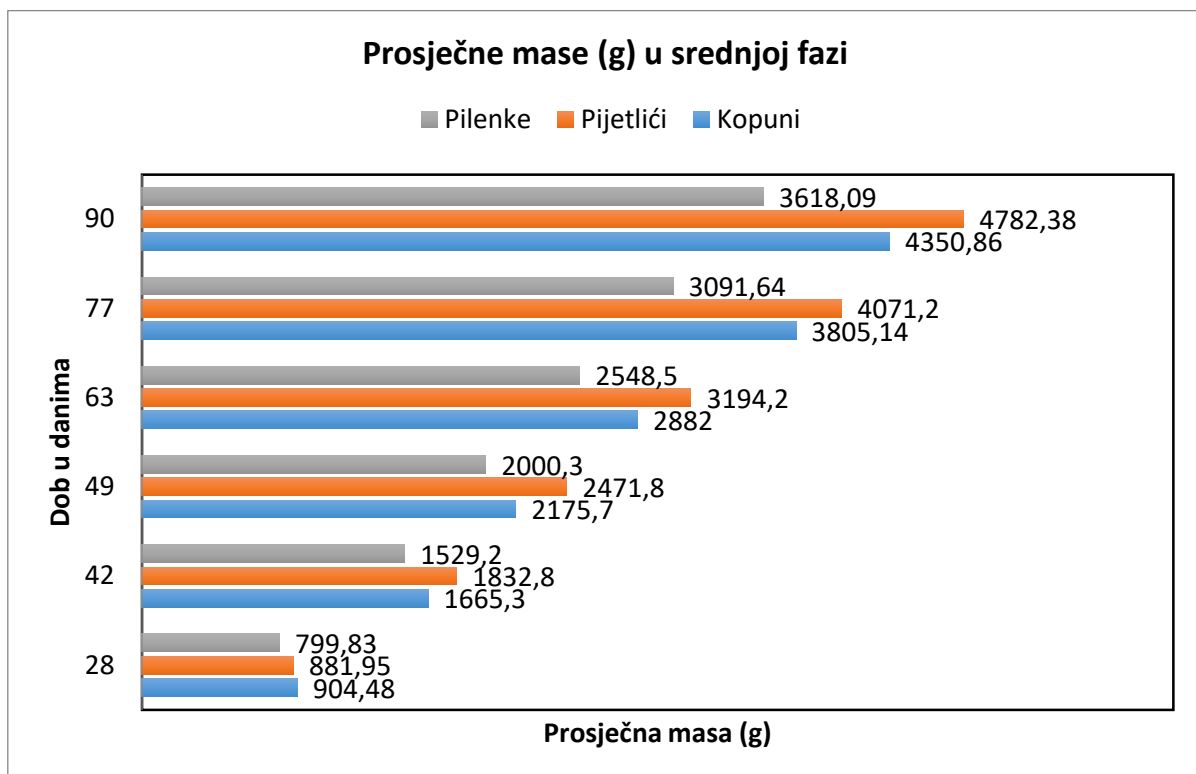


Grafikon 4.1.1.1. Prosječne mase pilića u toploj fazi tijekom prva 4 tjedna starosti

Nakon tople faze, dio pjetlića je kopuniziran te su pilići sortirani u tri skupine: kopune, pilenke i pjetliće. Potrebno je napomenuti kako prilikom odabira muških pilića za kopuniziranje bio nasumičan kako bi se izbjegli nedosljedni rezultati.

Slijedom tog, nisu utvrđene značajne razlike između skupina na početku druge faze iako su najveću masu imali kopuni (grafikon 4.1.1.2.) prosječno 904,48 g, potom slijede pjetlići s 881,95 g te naposljetku pilenke s najmanjom prosječnom masom od 799,83 g.

Pri dobi od 42 dana, pjetlići su imali značajno veću masu od pilenki ($P < 0,0001$) za 19,8%, dok je masa kopuna bila intermedijarnih vrijednosti. Pri dobi od 49 dana masa pjetlića (2.471,8 g) je bila značajno veća ($P < 0,0001$) od mase kopuna (2.175,7 g) i pilenki (2.000,3 g). U preostalom trajanju tova do 90 dana, prosječne mase pjetlića bile su značajno veće od mase kopuna i pilenki, a utvrđeno je i da su mase kopuna bile značajno veće od mase pilenki.

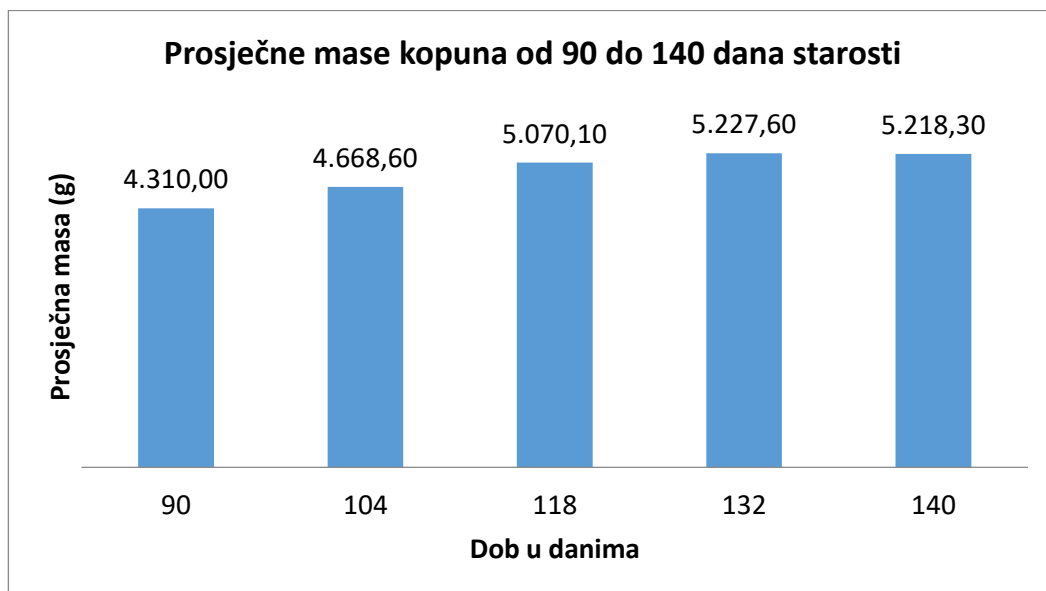


Grafikon 4.1.1.2. Prosječne mase jedinki u srednjoj fazi

Zaključno, prema dobivenim podacima, pjetlići postižu bolje prosječne mase pri istoj starosti naspram kopuna pa je tako masa pjetlića naspram kopuna na kraju tova bila veća za 431,52 g, odnosno za 9,9%. Navedeno nije u skladu s Mast i sur. (1981.), Lin i Hsu (2002.) te Rahman i sur. (2004.) koji tvrde u svojim istraživanjima kako su mase kopuna veća od nekastriranih pijetlova do čak i do 10%. Također mnogi autori su u svojim istraživanjima zabilježili veće završne mase kopuna (Welter 1976., Tor i sur. 2002., Chen i sur. 2010., Calik 2015., Kwiecień i sur. 2015., te Zawacka i sur. 2016.).

Zannuso i sur. (2001.), Rikimaru i sur. (2009.), Díaz i sur. (2010.), Quaresma i sur. (2017.) te Calik i sur. (2017.,2020.) ističu kako su završne mase kopuna neznatno veće od završnih masa pjetlića. Međutim, dobiveni rezultati su u skladu sa Fennell i Scanes (1992.), Muriel Duran (2004.), Miguel i sur. (2008.), Shao i sur. (2009.), Ademski i sur. (2016.), te Murawska i sur. (2019.) koji su u svojim istraživanjima izvijestili o većim završnim masama pjetlića naspram kopuna.

Napominjemo kako su nekonzistentni rezultati kod navedenih autora vezani za živu masu, posljedica različitih pasmina, dobi kopunizacije, uvjeta tova te dobi klanja peradi u istraživanjima. Završne prosječne mase pilenki su očekivano bile najmanje. Usporedno, prosječne mase pjetlića i kopuna bile su za 1.164,29 i 732,77 g, odnosno za 31,4 i 20,3 % veće nego mase pilenki pri dobi od 90 dana.



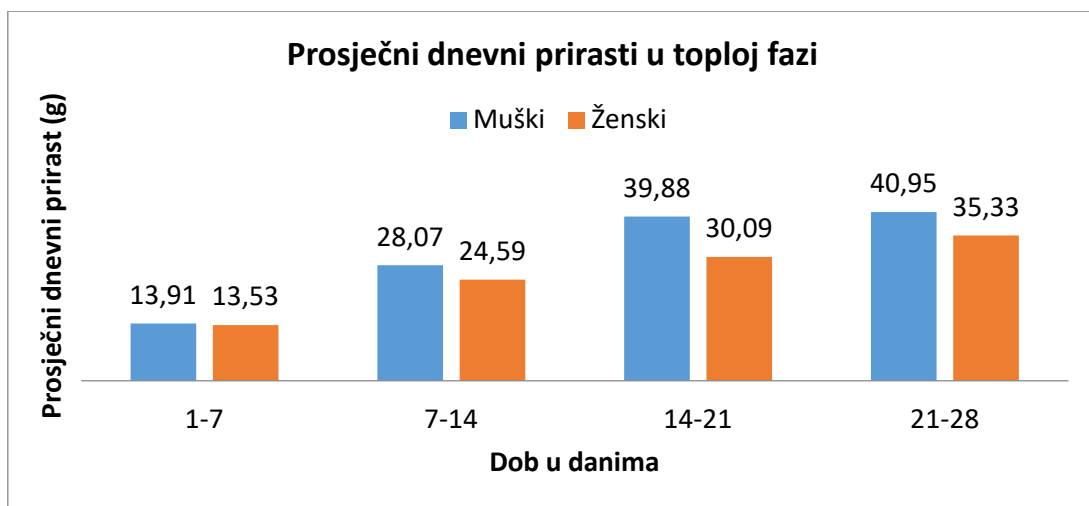
Grafikon 4.1.1.3. Prosječne mase u završnoj fazi

Na početku završne faze tova prosječna masa kopuna (grafikon 4.1.1.3.) iznosila je 4.310,0 grama. Završetkom tova, u dobi od 140 dana, kopuni su postigli prosječnu završnu masu od 5.218,30 grama. Zanimljivo je da su tokom zadnjeg tjedna tova, kopuni čak izgubili određeni dio tjelesne mase. Spomenuto je pripisano visokim ljetnim temperaturama u kojima se je tov završavao.

Dobiveni rezultati nisu u skladu s Domaćinović i sur. (2015.) koji ističu da kopuni u dobi od 140 dana postižu tjelesnu masu između 6 i 8 kg, ali su u skladu s Mandić i sur. (2005.) te Uredbom Komisije br. 543/2008 od 16. lipnja 2008 koja propisuje da kopuni težih pasmina mogu doseći 5 ili 6 kg.

4.1.2. Dnevni prirasti

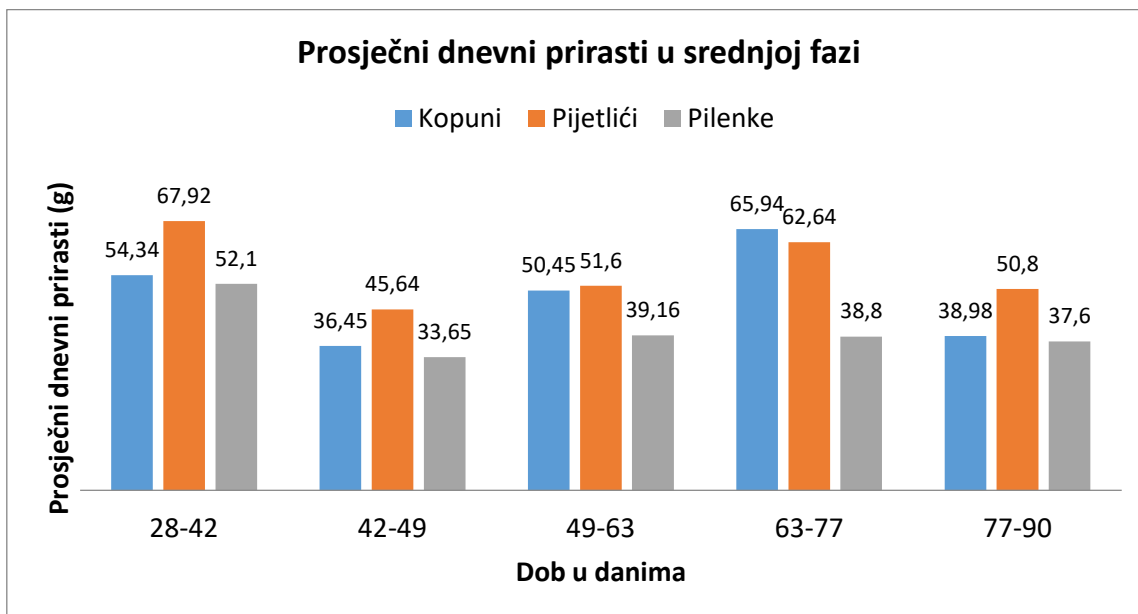
Tokom tople faze prosječni dnevni prirast (grafikon 4.1.2.1.) je bio veći kod muških pilića u odnosu na ženske piliće, ali je prirast tek od 14 dana starosti bio značajno veći ($P < 0,05$). Prosječni dnevni prirast cijelog trajanja tople faze iznosio je 30,70 g/danu, dok je kod ženskih pilića iznosio 27,34 g/danu.



Grafikon 4.1.2.1. Prosječni dnevni prirasti u toploj fazi

U prva dva tjedna srednje faze tova nakon zahvata kastracije, prosječni dnevni prirasti (grafikon 4.1.2.2.) pjetlića (67,92 g/dan) bili su značajno veći od prosječnog dnevnog prirasta kopuna (54,34 g/dan). Navedeno nije u skladu s rezultatima Tušeka i sur. (2004.) koji su u svom radu istaknuli kako u prvom tjednu nakon kopunizacije prirast kopuna bio i do četiri puta veći naspram nekastriranih pjetlića. U sredini srednje faze su prosječni dnevni prirasti kopuni bili vrlo slični ili čak i veći nego kod pjetlića. No, na kraju srednje faze do 90 dana starosti je ponovo dnevni prirast pjetlića veći nego kod kopuna. Tijekom cijelog razdoblja srednje faze do 90 dana starosti su prosječni dnevni prirasti pilenki bili značajno manji nego kod pjetlića. Za razliku od tog, prosječni dnevni prirasti pilenki i kopuna bili su usporedivih vrijednosti na početku i na kraju srednje faze od 28 do 90 dana starosti.

Ukupni prosječni dnevni prirasti u predmetnom istraživanju tokom srednje faze su iznosili 75,91 g/dan za pjetliće, 69,06 g/dan za kopune te 57,43 g/dan za pilenke.



Grafikon 4.1.2.2. Prosječni dnevni prirasti u srednjoj fazi

4.1.3. Konverzija hrane

Tokom tople faze uzgoja utrošeno je 38,65 kilograma smjese Starter (21%) te 88,90 kilograma Grover (18%). Ukupni utrošak tokom tople faze tako je iznosio 127,54 kilograma, odnosno prosječno 1.680,31 grama po piliću. Tokom tople faze uzgoja nije rađena razdioba hranidbe prema spolu, nego je smjesa davana grupno, pa konverzija tople faze iznosi 1,97 kg.

U srednjoj fazi uzgoja od 28 do 90 dana davana je odvojeno krmna smjesa svakoj skupini. Tijekom te faze ukupno je utrošeno 317,99 kilograma Grover (18% sirovih bjelančevina) te 511,15 kilograma završne krmne smjese (16% sirovih bjelančevina). Po skupinama to iznosi 11.194,11 g po kopunu, 14.054,39 g po pjetliću te 12.367,26 g po pilenki. Shodno tome, prosječna konverzija, odnosno pretvorba hrane (kg hrane/kg prirasta) u srednjoj fazi uzgoja iznosi 4,38 kg za pilenke, 4,05 kg za pjetliće te 3,25 kg za kopune po kg prirasta. Po spomenutim podacima dolazimo do zaključka kako kopuni najbolje iskorištavaju krmnu smjesu, odnosno, imaju najmanju konverziju hrane, što je u skladu sa zaključcima Calik i sur. (2017.). U odnosu na kopuna, utrošeno je 1,13 kg, odnosno 0,8 kg više krmne smjese za kg prirasta kod pilenke, tj. pjetlića.

Također, peradi je u srednjoj fazi dva tjedna prije klanja ponuđena trava u obliku ispaše. Utrošak trave je bio vrlo ujednačen i po kopunu iznosio je 153,5 grama, 156,46 grama po pjetliću te 156,45 grama po pilenki.

U završnoj fazi tova od 90 do 140 dana starosti, utrošeno je 115,23 kilograma završne krmne smjese (16% sirovih bjelančevina), odnosno 9.602,2 grama po kopunu, te tako konverzija iznosi 10,57 kg po kg prirasta. Također, utrošeno je 613,2 grama trave po kopunu, odnosno 7.36 kilograma trave.

4.1.4. Mortalitet

Tijekom cijeloga razdoblja tova do 140 dana ukupno je uginulo 6 jedinki od 77, što čini stopu mortaliteta od 7,7%. Točnije, mortalitet u toploj fazi iznosio je 2,6%, odnosno uginulo je 2 pilića od njih ukupno 77. Tokom zahvata kopunizacije uginulo je dvoje pjetlića, a od posljedica kastracije dan kasnije još jedan. Tako je mortalitet izazvan kopunizacijom 32 jedinke iznosio 9,4%. Stopa mortaliteta izazvana kopunizacijom je u skladu s Rikimaru i sur. (2011.) te Mašek i sur. (2013.). Tokom završene faze uginuo je jedan kopun, najvjerojatnije su uzrok visoke ljetne temperature u završnoj fazi uzgoja.

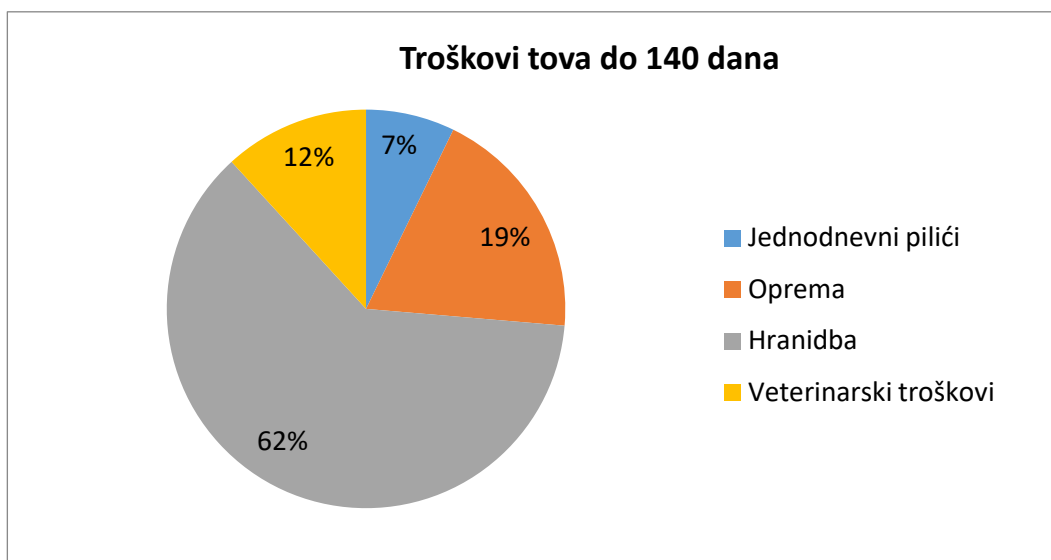
4.2. Troškovi

Ukupan trošak istraživanja iznosio je 6.909,00 kuna (Tablica 4.2.1.). Troškovi su podijeljeni u 4 skupine : jednodnevni pilići, oprema za uzgoj, hranidba te veterinarski troškovi. Trošak za nabavu jednodневnih pilića hibridne linije Sasso R9 je iznosio 490,00 kuna, odnosno 7% od ukupnog troška. Budući da je u pitanju teška hibridna linija pilića, cijena po jednodnevnom piliću je veća i iznosila je 7,00 kuna. Potom, u svrhu istraživanja nabavljena je nova oprema za tov pilića te su tako nabavljene hranilice od 3 i 10 kg, pojilice od 10 l, piljevina te infracrvena žarulja i električna grijalica. Na opremu je tako potrošeno 1.298,00 kuna, tj. 19% ukupnih troškova.

Tablica 4.2.1. Struktura troškova

Vrsta troška	Cijena po komadu	Količina	Trošak
1.) Jednodnevni pilići	7 kn	70	490 kn
2.) Oprema			
- hranilica 3 kg	28 kn	2	56 kn
- hranilica 10 kg	46 kn	3	138 kn
- pojilica 10 L	34 kn	3	102 kn
- piljevina	109 kn	6	654 kn
- infracrvena žarulja 150 W	49 kn	1	49 kn
- električna grijalica	299 kn	1	299 kn
3.) Hranidba			
a) Krmne smjese			
- Brostarter 21% 25 kg	99 kn	2	198 kn
- Brogrover 18% 10 kg	41 kn	7	287 kn
- Brogrover 18% 25 kg	96 kn	10	960 kn
- Završna kr. smjesa 16% 25 kg	92 kn	30	2.754 kn
b) Dodaci prehrani			
- Muvisel 100 g	22 kn	2	44 kn
- Becekasel 100 g	25 kn	2	50 kn
- Nutrisel Plus 100 ml	28 kn	1	28 kn
4.) Veterinarski troškovi			
- kopunizacija	20 kn	30	600 kn
- troškovi dolaska	200 kn	1	200 kn
	Ukupan trošak		6.909 kn

Najveći udio troška zauzima hranidba, čak 62% ukupnih troškova, odnosno 4.199,00 kuna. Navedeno je u skladu s Firšt Godek i sur. (2004.) koji također ističu da najveći udio troškova zauzima hranidba. Potom slijede veterinarski troškovi kao što su kopunizacija i troškovi dolaska veterinara koji su iznosili 800,00 kuna, a u udjelu ukupnog troška 12%.



Tablica 4.2.2. Troškovi tova kopuna

Zaključno najveći trošak iznosila je hranidba sa 62%, potom je slijedio trošak na opremu od 19%, veterinarski troškovi zauzimali su 12%, dok nabava jednodnevnih pilića iznosila 7% ukupnih troškova. Prema Firšt Godek i sur. (2004.) veterinarski troškovi bili su nakon troškova hranidbe, što nije usporedivo s predmetnim istraživanjem jer je njihov pokus bio smješten u objektu namijenjenom za peradarsku proizvodnju te samim time troškovi opreme su bili izuzeti. Također Firšt Godek i sur. (2004.) su računali troškove klanja, rasjeka i pakiranja, ljudski rad te troškovi transporta, dok su u predmetnom istraživanju izuzeti budući da su navedene radnje provedeno od strane obitelji Prelec te zaposlenika Agronomskoga fakulteta.

4.3. Klaonički pokazatelji

Što se tiče klaoničkih pokazatelja, u starosti od 90 dana (tablica 4.3.1.), pjetlići su postigli najveću masu obrađenog trupa. S prosječnom masom 4.020,80 kilograma postigli su bolji rezultat od kopuna, 3.704,10 kilograma te pilenki, 3.127,90 kilograma.

Navedeno je u skladu s Miguel i sur. (2008.), Symeon i sur. (2010.), Zawacka i sur. (2017.), Songseea i sur. (2020.) koji su u svojim istraživanjima izvijestili kako kopuni postižu manje mase obrađenog trupa naspram nekastriranih pjetlića te Torom i sur. (2002.) koji navode kako nisu pronašli razlike između trupova iako su izvijestili o većim završnim masama kopuna. Suprotno tome, Tušek i sur. (2004.), Mandić i sur. (2005.) te Calik i sur. (2020.) napominju veće mase trupova kopuna naspram pjetlića. Što se tiče randmana, najveći randman su imale pilenke i to 86,29, zatim slijede kopuni sa 84,23 te na kraju pjetlići s 83,50. Navedeno potvrđuje kako usprkos manjim masama obrađenog trupa, kopuni imaju veći randman, odnosno iskoristivost naspram pjetlića. O većem randmanu kopuna, također su izvijestili Mandić i sur. (2005.) te Kužniacka i sur. (2017.).

Tablica 4.3.1. Klaonički pokazatelji pilenki, pjetlića i kopuna

Svojstvo	Starost 90 dana		Starost 140 dana	
	Pilenke	Pjetlići	Kopuni	Kopuni
Živa masa,	3.624,20 ±	4.812,80 ±	4.399,90 ±	5.132,30 ±
kg	182,39	188,84	312,57	341,55
Obrađen	3.127,90 ±	4.020,80 ±	3.704,10 ±	4.294,20 ±
trup, kg	175,00	217,64	244,56	242,81
Randman, %	86,29 ± 0,94	83,50 ± 1,55	84,23 ± 1,58	83,72 ± 1,56
Trup				
namijenjen	2.888,50 ±	3.711,50 ±	3.415,50 ±	3.975,80 ±
prodaji, kg	172,64	185,02	244,22	239,81

Što se tiče masa pojedinih dijelova trupa, u starosti od 90 dana, pjetlići (tablica 4.3.2.) su imali veće mase prsa s kostima, file, zabatci, batci, krila, vrat + leđa + trtica te nogice. Tako im je masa filea veća za 12,5%, odnosno 22% naspram kopuna, tj. pilenki. Pilenke u navedenim svojstvima postižu najmanje mase pri čemu su uočljive značajne razlike, tako su od pjetlića nogice manje za 40%, batci za 34%, zabatci za 28% te krila za 27%. Usporedno s kopunom, značajna razlika u masama pjetlića je primjetna u svojstvu bataka, koja je veća za 12% , zabatak 8% te krila 7%. Valja napomenuti, kako usporedno s kopunom u dobi od 140 dana, jedinice starosti 90 dana imaju manje mase spomenutih dijelova. Navedeno je očekivano budući da je razlika u tovu 50 dana.

Uspoređujući svojstva kopuna različitih starosti, dolazimo do podataka kako kopuni u dobi od 140 dana imaju značajno veću masu prsa s kostima (za 14,4%), filea (za 20,5%), zabataka (za 20,7%), bataka (za 22,5%), krila (za 12,9%), vrata, leđa i trtice (za 10,6%) i nogica (za 9,5%). Značajne razlike između kopuna pri dobi od 90 i 140 dana u masi abdominalne masti, srca, želudaca i jetre nisu bile utvrđene.

Tablica 4.3.2. Mase pojedinih dijelova trupa u gramima pri rasjeku

Svojstvo, g	Starost 90 dana			Starost 140 dana
	Pilenke	Pjetlići	Kopuni	Kopuni
Prsa s kostima	891,80 ^b ±	1.115,80 ^a ±	1.041,60 ^{aB} ±	1.191,40 ^A ±
	63,56	61,62	92,90	100,15
File	606,20 ^b ±	777,90 ^a ±	681,20 ^{bB} ±	820,70 ^A ±
	55,48	55,38	81,25	85,63
Zabatci	444,00 ^b ±	609,80 ^a ±	558,60 ^{aB} ±	674,00 ^A ±
	46,83	35,93	61,38	67,33
Batci	356,30 ^c ±	537,50 ^a ±	471,10 ^{bB} ±	577,10 ^A ±
	38,00	30,16	34,81	40,60
Krila	274,10 ^c ±	374,40 ^a ±	348,80 ^{bB} ±	393,80 ^A ±
	17,33	10,98	23,34	16,41
Vrat + leđa + trtica	724,60 ^b ±	928,10 ^a ±	862,70 ^{aB} ±	953,90 ^A ±
	66,72	69,74	72,96	87,64
Nogice	85,40 ^b ± 7,76	142,10 ^a ± 9,21	137,50 ^{aB} ± 8,98	150,60 ^A ± 9,05
Abdominalna mast	140,90 ± 65,78	113,50 ± 42,74	120,70 ± 27,20	133,40 ± 35,75
Srce	19,00 ^b ± 3,37	25,50 ^a ± 5,42	20,50 ^b ± 3,69	23,00 ± 2,91
Želudac	60,80 ± 12,55	74,00 ± 6,11	64,90 ± 12,84	75,90 ± 12,53
Jetra	74,20 ± 13,81	67,70 ± 15,02	65,70 ± 8,81	68,50 ± 6,08

^{abc}: vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju između pilenki, pjetlića i kopuna pri dobi od 90 dana

^{AB}: vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju između kopuna pri dobi od 90 i 140 dana

Najveću masu abdominalne masti, očekivano, sadrže pilenke. Valja napomenuti kako s dobi kopuna, raste masa abdominalne masti te je tako kod kopuna u dobi od 140 dana, veća za 9,5% naspram kopuna u dobi od 90 dana. Navedeno je rezultat nagomilavanja masti kao posljedica povećane lipogeneze jetre nakon kopunizacije. Također došli smo do podatka kako kopuni naspram pjetlića, u istoj dobi, imaju 6% veću masu abdominalne masti, odnosno 0,44% veći udio (tablica 4.3.3.) u obrađenom trupu. Spomenuti podatak je u skladu s mnogim autorima : Tor i sur. (2002.), Hsu i Lin (2003.), Chen i sur. (2005.), Rikimaru i sur. (2009.), Sirri i sur. (2009.), Symeon i sur. (2010., 2011.), Volk i sur. (2011.), Kwiecień i sur. (2015.), Ademski i sur. (2016.), Zawacka i sur. (2016.), Calik i sur. (2017., 2020.) te Quaresma i sur. (2017.), koji također ističu kako kopuni sadrže više abdominalne masti naspram pjetlića.

Što se tiče jestivih iznutrica (srce, želudac, jetra), pjetlići imaju najveće mase srca i želuca, dok pilenke jetre. Međutim, u udjelima pojedinih dijelova trupa (tablica 4.3.3.) uočljivo je kako kopuni u istoj dobi kao pjetlići, imaju veću udio jetre u obrađenom trupu. Mnoga istraživanja su se dotakla masa jestivih iznutrica te njihovih udjela u trupu. Hsu i Lin (2003.), Kwiecień i sur. (2015.) te Mašek i sur. (2013.) iznose kako kastracija nema utjecaja na veličinu te udio srca, želuca i jetre.

Symeon i sur. (2010.) te Murawska (2019.) izvještavaju o većoj jetri kod kopuna, drugi pak autori : Rahman i sur. (2004.), Chen i sur. (2007.), Mahmud i sur. (2013.), Zawacka i sur. (2016.), te Calik i sur. (2017., 2020.) navode kako kopuni imaju uz veću jetru, veći želudac, ali manje srce. Suprotno, Miguel i sur. (2008.) u svom istraživanju iznosi podatak kako pjetlići imaju veću jetru naspram kopuna. Dobiveni podatak kako je srce pjetlića veće naspram kopuna je u skladu s Miguel i sur. (2008.), Rikimaru i sur. (2009.), Shao i sur. (2009.) te Quaresma i sur. (2017.). Naime pojačanom aktivnošću pjetlića, pojačava se utjecaj androgena koji utječu na rast srčanog mišićnog tkiva.



Slika 4.3.1. / Slika 4.3.2. Razlika u boji jetre (pjetlić – tamnocrvena, pilenka – roza, kopun – žuta)

U našem istraživanju došli smo do spoznaje kako se jetre pjetlića, kopuna i pilenki pri dobi 90 dana, razlikuju u bojama kako je prikazano na slikama 4.3.1. i 4.3.2. Tako je jetra pjetlića bila tamnocrvene boje, pilenki roze, a kopuna žute. Kako je već prije spomenuto u radu, jetra je glavni organ za lipogenezu te je veće nagomilavanje masti kod kopuna pripisano povećanoj lipogenezi jetre nakon kopunizacije. Shodno tome, najvjerojatnije kopunizacija utječe i na samu boju jetre.

Prema provedenom istraživanju, značajne razlike u udjelima dijelova trupa između kopuna i pjetlića pri dobi od 90 dana utvrđene u samo u udjelima bataka, pri čemu je veći udio utvrđen kod pjetlića. Za razliku od tog, udjeli nogica i bataka kod pilenki bili su značajno manji, a udio jetre i abdominalne masti značajno veći nego kod pjetlića i kopuna pri istoj dobi (tablica 4.3.3.). Iako nije utvrđena statistički značajna razlika, udjeli prsiju s kostima i nogica bili su malo veći kod kopuna što je u skladu s drugim autorima (Tor i sur. 2002., Hsu i Lin 2003., Calik i sur. 2017., Quaresma i sur. 2017., Muriel Duran 2004. i Miguel i sur. 2008.). Značajne razlike u udjelima dijelova trupa između kopuna starosti 90 i 140 dana utvrđene su samo u udjelu bataka koji je bio veći pri većoj starosti.

Tablica 4.3.3. Udjeli pojedinih dijelova trupa u postocima pri rasjeku

Svojstvo, %	Starost 90 dana			Starost 140 dana
	Pilenke	Pjetlići	Kopuni	Kopuni
Prsa s kostima	29,07 ± 1,90	27,99 ± 1,13	28,20 ± 1,30	28,06 ± 1,27
File	19,75 ± 1,64	19,51 ± 1,06	18,41 ± 1,19	19,32 ± 1,35
Zabatci	14,44 ± 1,07	15,30 ± 0,73	15,10 ± 0,85	15,87 ± 0,84
Batci	11,59 ^c ± 0,73	13,48 ^a ± 0,54	12,76 ^{bb} ± 0,29	13,61 ^A ± 0,72
Krila	8,93 ± 0,47	9,41 ± 0,47	9,46 ± 0,39	9,30 ± 0,51
Vrat + leđa + trtica	23,60 ± 1,88	23,25 ± 0,80	23,36 ± 1,03	22,49 ± 1,60
Nogice	2,78 ^b ± 0,10	3,56 ^a ± 0,11	3,74 ^a ± 0,37	3,56 ± 0,25
Abdominalna mast	4,55 ^a ± 2,05	2,83 ^b ± 0,98	3,27 ^{ab} ± 0,71	3,14 ± 0,81
Srce	0,62 ± 0,13	0,63 ± 0,10	0,56 ± 0,12	0,54 ± 0,07
Želudac	1,99 ± 0,46	1,85 ± 0,07	1,76 ± 0,34	1,80 ± 0,33
Jetra	2,42 ^a ± 0,45	1,69 ^b ± 0,29	1,79 ^b ± 0,28	1,62 ± 0,18

^{abc}: vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju između pilenki, pjetlića i kopuna pri dobi od 90 dana

^{AB}: vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju između kopuna pri dobi od 90 i 140 dana

4.4. Fizikalna svojstva mesa

U tablici 4.4.1. prikazane su vrijednosti pH, pokazatelja boje L*, a* i b* te sposobnosti vezanja vode (kapajući gubitak mesnog soka i gubitak kod kuhanja). Istraživanjem je utvrđeno da je pH vrijednost prsiju kopuna pri 90 dana starosit značajno veća nego kod pilenki. S druge strane, pH vrijednost kopuna u dobi od 140 dana bio je značajno manji nego kod kopuna starosti 90 dana. Ademski i sur. (2016.) ističu kako je pH veći kod pjetlića, dok Wojtysiak i sur. (2019). navode obrnuto, kako je pH veći kod kopuna.

Nadalje, mnogi autori (Lin i Hsu 2002., Miguel i sur. 2008., Sirri i sur. 2009., Symeon i sur. 2010., Volk i sur. 2011., Calik 2015., Amorim i sur. 2016., Calik i sur. 2017., 2020., Cui i sur. 2017.) tvrde kako kopunizacija nema utjecaja na pH, nego ih više pripisuju postupcima pri klanju i hlađenju mesa.

Tablica 4.4.1. Vrijednost pH, pokazatelja boje i sposobnosti vezanja vode pilenki, pjetlića i kopuna

Svojstvo	Starost 90 dana			Starost 140 dana
	Pilenke	Pjetlići	Kopuni	Kopuni
pH vrijednost	5,71 ^b ± 0,18	5,77 ^{ab} ± 0,04	5,83 ^{aA} ± 0,05	5,64 ^B ± 0,11
Boja L*	62,87 ^a ± 1,71	58,40 ^c ± 2,85	60,95 ^b ± 2,89	61,13 ± 1,97
Boja a*	10,12 ^b ± 1,47	11,57 ^a ± 1,87	10,24 ^{abB} ± 1,97	11,75 ^A ± 2,78
Boja b*	14,76 ^a ± 2,12	10,71 ^c ± 2,51	12,03 ^{bA} ± 1,83	8,78 ^B ± 1,47
Kapajući gubitak mesnog soka, %	2,08 ± 0,78	2,18 ± 0,90	1,35 ± 0,63	1,67 ± 0,80
Gubitka kod kuhanja, %	11,76 ± 3,00	10,44 ± 1,50	12,69 ± 2,81	13,11 ± 2,00

^{abc}: vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju između pilenki, pjetlića i kopuna pri dobi od 90 dana

^{AB}: vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju između kopuna pri dobi od 90 i 140 dana

Utvrđene su značajne razlike u boji mesa. Tako su prsa pilenki pri dobi 90 dana bile značajno najsvjetlije, a prsa pjetlića značajno najtamnije, dok su vrijednosti svjetline kopuna L* bile intermedijarne. Slično tome, žutilo b* je bilo najveće kod prsiju pilenki i najmanje kod pjetlića, dok su kopuni pri dobi 90 dana imali intermedijarne vrijednosti b*. Za razliku od tog, crvenilo a* prsiju jedinki pri starosti 90 dana bilo je značajno veće kod pjetlića u odnosu na pilenke i kopune. Navedeno je u skladu s postulatima kopunizacije pri čemu se kod kastriranih jedinki razvijaju svojstva kakvoće mesa koja su između intaktnih muških i ženskih jedinki. Uz to, manje crvenilo a* pripisuje se većem postotku intramuskularne masti u mesu uzrokovano taloženjem masnoće i proporcionalno smanjenju krvnih žila i crvenila mesa.

Dobiveni rezultati su u skladu s mnogim istraživanjima (Lin i Hsu 2002., Sirri i sur. 2009., Symeon i sur. 2010., Calik 2015., Ademski i sur. 2016., Calik i sur. 2020.) koja su utvrdila kako je meso kopuna svjetlije, žutije te manje crveno naspram mesa pijetlova, iako pojedina istraživanja (Miguel i sur. 2008., Cui i sur. 2017.) upućuju da nema razlike u svjetlini mesa L*.

Pri usporedno kopuna starosti 90 i 140 dana, utvrđeno je da je meso starijih kopuna značajno crvenije ($a^*=11,75$ pri 140 dana nasuprot 10,24 pri 90 dana) i manje žuto ($b^*=8,78$ pri 140 dana nasuprot 12,03 pri 90 dana). Razlike u svjetlini boje mesa prsiju kopuna različitih starosti nisu utvrđene.

Istraživanjem (tablica 4.3.4.) nisu uočene značajnije razlike u kapajućem gubitku mesnog soka ni u gubitku pri kuhanju između pjetlića, pilenki i kopuna u dobi 90 dana. Navedeno je u skladu s Wojtysiak i sur. (2019). te Calik i sur. (2017., 2020.), dok Sirri i sur. (2009.) te Cui i sur. (2017.) tvrde kako kastracija nema utjecaja na kapajući gubitak mesnog soka. Welter (1976.), Lin i Hsu (2002.) te Miguel i sur. (2008.) također nisu zabilježili značajne razlike u gubitku kod kuhanja između kastriranih i nekastriranih jedinki, dok su Sirri i sur. (2009.) i Calik i sur. (2017., 2020.) utvrdili da je gubitak kod kuhanja veći kod pjetlića, a u predmetnom istraživanju je utvrđeno da su pjetlići imali najmanji gubitak kod kuhanja.

4.4. Senzorska analiza

U analizi rezultata senzorske analize (tablica 4.4.1.) nisu utvrđene značajne razlike senzorskih svojstava između pilenki, pjetlića i kopuna. Međutim, utvrđeno je da su prsa pilenki pri dobi 90 dana imale izraženiju boju i postojanost arome u odnosu na pjetlice i kopune. Pored toga, prsa pilenki bila su okarakterizirana s izraženijom sočnošću određeno prstima, ali i najvećom potrebnom silom potrebnom pri prvom zagrizu, te su se najviše mrvila pri žvakanju. Prsa pjetlića imala su blago izraženiji miris i okus mesa, ali najmanju sočnost pri žvakanju. Prsa kopuna pri 90 dana starosti imala su manju početnu sočnost određenu prstima, ali veću sočnost pri žvakanju te najmanje izražene strane arome.

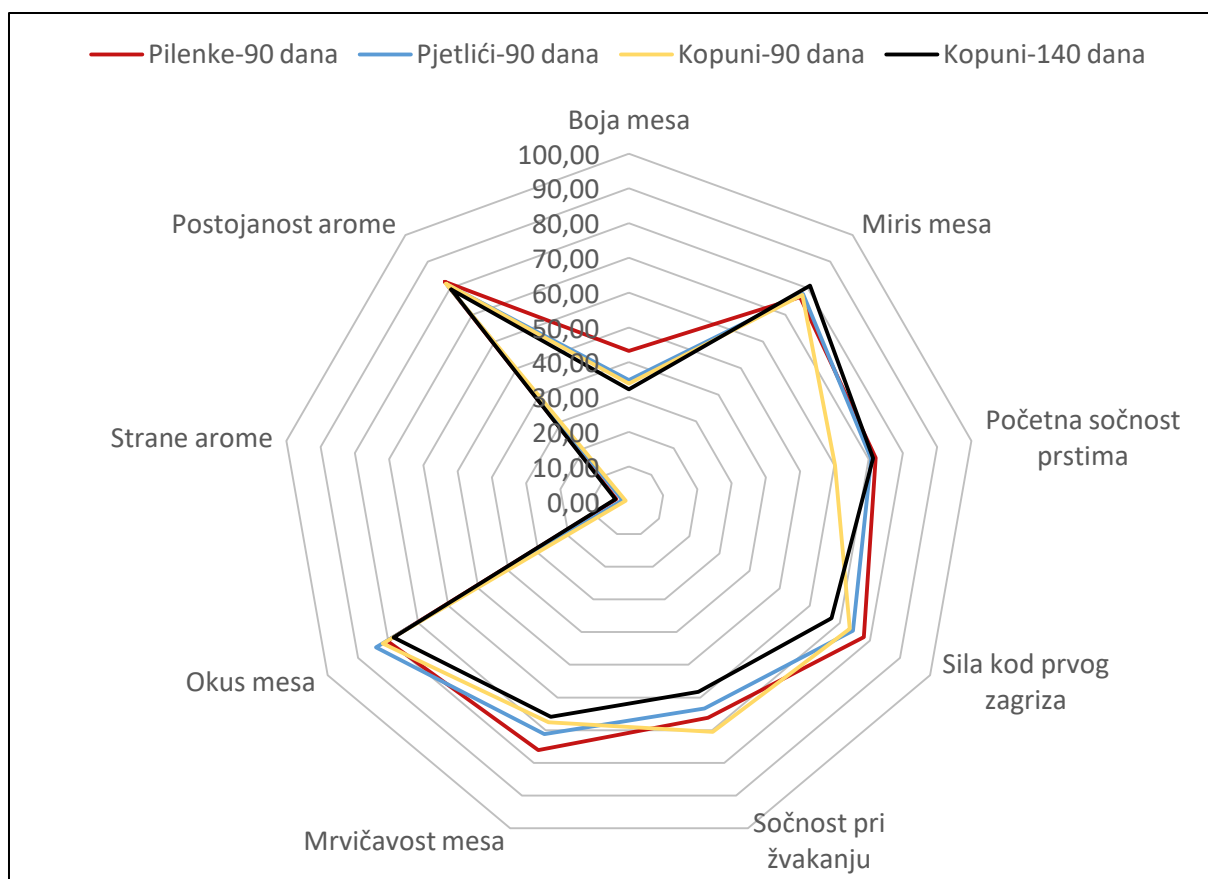
Dobiveni rezultati nisu dokazali kako je meso kopuna značajno ukusnije te aromatičnije za razliku od cijelog niza autora (Mast i sur. 1981., Lin i Hsu 2002., Chen i sur. 2005., 2010., Sirri i sur. 2009., Rikimaru i sur. 2011., Volk i sur. 2011., Calik 2015. Kwiecień i sur. 2015., Paudel i sur. 2018.) koji su utvrdili da je kopunovo meso sočnije, ukusnije te nježnije naspram mesa pijetlova.

Meso kopuna pri dobi 140 dana imalo je izraženiji miris i strane arome te veću sočnost određenu prstima u usporedbi s kopunima pri dobi 90 dana. Nadalje, meso starijih kopuna je okarakterizirano s manjom silom potrebnom pri prvom zagrizu, ali i manjom sočnosti i mrvičavosti pri žvakanju, manje izraženim okusom i postojanosti arome.

Tablica 4.4.1. Senzorski profil mesa pilenki, pjetlića i kopuna

Svojstvo	Starost 90 dana			Starost 140 dana
	Pilenke	Pjetlići	Kopuni	Kopuni
Boja mesa	43,25 ± 13,32	34,88 ± 12,30	33,88 ± 10,91	32,19 ± 10,98
Miris mesa	76,63 ± 5,34	77,88 ± 3,68	77,50 ± 10,84	80,94 ± 6,96
Početa sočnost prstima	72,00 ± 7,82	70,75 ± 8,84	60,13 ± 16,21	71,31 ± 11,22
Sila kod prvog zagrizu	78,00 ± 17,61	74,38 ± 12,05	73,25 ± 14,56	67,25 ± 15,61
Sočnost pri žvakanju	66,25 ± 12,43	63,38 ± 8,88	70,50 ± 14,91	58,25 ± 11,16
Mrvičavost mesa	76,13 ± 13,16	71,25 ± 5,82	67,63 ± 10,90	65,88 ± 9,73
Okus mesa	80,25 ± 7,52	84,00 ± 3,78	81,75 ± 8,17	78,19 ± 6,89
Strane arome	3,63 ± 4,37	1,88 ± 1,89	1,00 ± 1,93	3,94 ± 5,97
Postojanost arome	82,38 ± 8,52	81,50 ± 8,52	81,75 ± 9,59	79,50 ± 6,73

Iz grafikona 4.4.1. uočljivo je da su najveće razlike između svih jedinki utvrđene u teksturnim svojstvima (početna sočnost određena prstima, sila kod prvog zagrizu, sočnost i mrvičavost pri žvakanju). Ostala svojstva imaju znatno manji raspon sugerirajući da su teksturne promjene najizraženije manifestacije uzrokovane kastracijom i povećanjem dobi kod klanja što je u skladu s drugim istraživanjima.



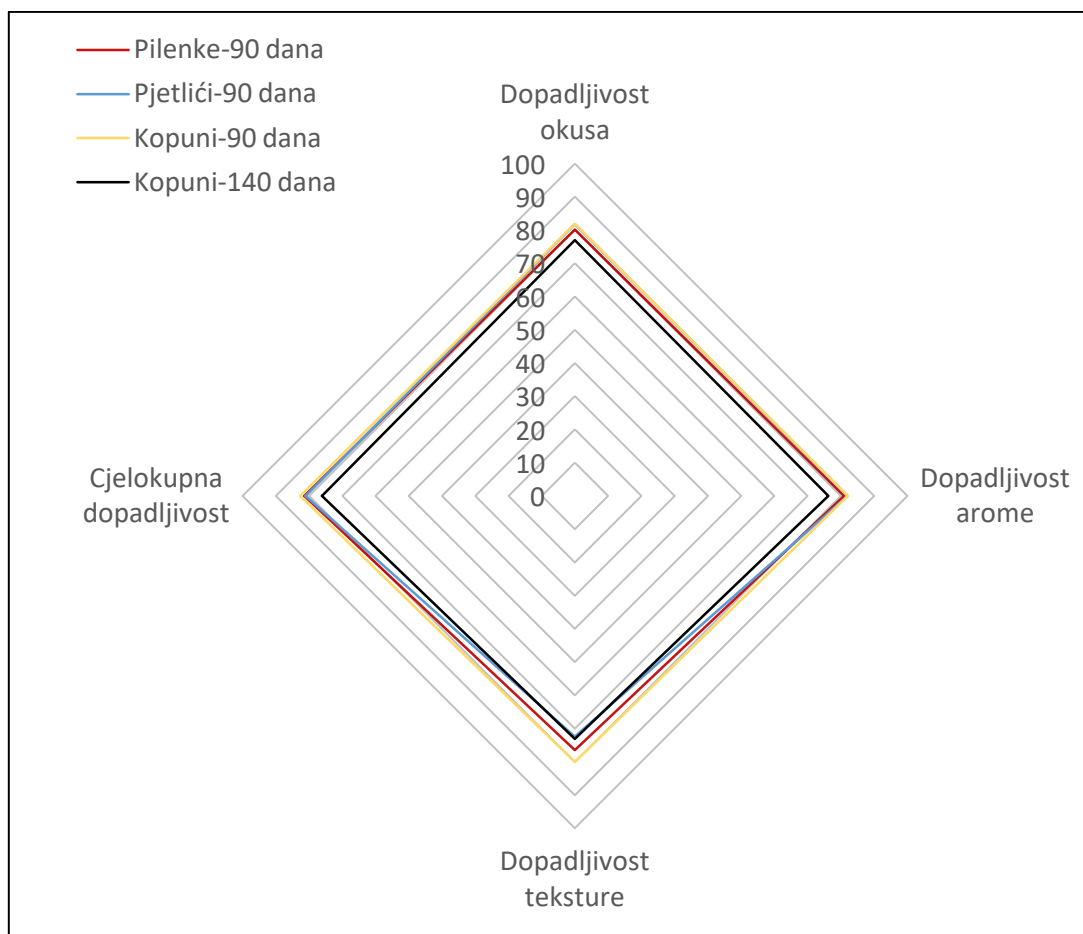
Tablica 4.4.1. Grafički prikaz senzorskih profila mesa pilenki, pjetlića i kopuna

U provedenim senzorskim analizama svojstava dopadljivosti (tablica 4.4.2.), najveću dopadljivost okusa, arome, teksture te cjelokupne dopadljivosti pri dobi od 90 dana imala su prsa kopuna, ali nije utvrđena značajnost razlike u odnosu na pilenke i pjetliće. Najveća razlika u dopadljivosti među skupinama iste dobi, uočena je kod dopadljivosti teksture, a najmanja kod cjelokupne dopadljivosti.

Tablica 4.4.2. Svojstva dopadljivosti mesa pilenki, pjetlića i kopuna

Svojstvo	Starost 90 dana			Starost 140 dana
	Pilenke	Pjetlići	Kopuni	Kopuni
Dopadljivost okusa	80,13 ± 12,65	81,75 ± 6,54	81,88 ± 9,51	76,94 ± 9,24
Dopadljivost arome	81,00 ± 11,83	82,00 ± 8,55	82,13 ± 11,03	76,19 ± 9,78
Dopadljivost teksture	76,50 ± 7,27	72,38 ± 4,57	80,00 ± 8,19	73,06 ± 9,28
Cjelokupna dopadljivost	81,38 ± 9,44	81,00 ± 6,09	82,63 ± 6,55	76,13 ± 8,86

Meso prsiju kopuna pri dobi 140 bilo je opisano s manjim vrijednostima svih svojstava dopadljivosti u odnosu na kopune pri dobi 90 dana, kao što je prikazano na grafikonu 4.4.2. Iz grafikona je također vidljivo da su svojstva dopadljivosti mesa svih skupina bila ocijenjena vrlo slično. Međutim, meso kopuna starosti 140 dana bilo je slabije ocijenjeno i od mesa pilenki i pjetlića, osim u svojstvu dopadljivosti teksture gdje su utvrđene slične vrijednosti s mesom pjetlića. Mogući razlog tome je završetak tova kopuna starosti 140 dana u vrućem razdoblju u godini, zbog čega je i utvrđena stagnacija rasta, čak i gubitak mase (grafikon 4.1.1.3.). Navedeno je moglo utjecati na senzorska svojstva mesa što bi trebalo uzeti u obzir pri razmatranju kraćega tova kopuna kako se ne bi narušila senzorska kvaliteta mesa.



Tablica 4.4.1. Grafički prikaz svojstava dopadljivosti mesa pilenki, pjetlića i kopuna

5. Zaključak

Temeljem dobivenih rezultata možemo istaknuti sljedeće:

- Pjetlići postižu bolje prosječne mase pri istoj starosti naspram kopuna pa je tako masa pjetlića naspram kopuna na kraju tova bila veća za 431,52 g, odnosno za 9,9%.
- U sredini srednje faze su prosječni dnevni prirasti kopuni bili vrlo slični ili čak i veći nego kod pjetlića. No, na kraju srednje faze do 90 dana starosti je dnevni prirast pjetlića veći nego kod kopuna. Ukupni prosječni dnevni prirasti u predmetnom istraživanju tokom srednje faze su iznosili 75,91 g/dan za pjetliće, 69,06 g/dan za kopune te 57,43 g/dan za pilenke.
- Prosječna konverzija, odnosno pretvorba hrane (kg hrane/kg prirasta) u srednjoj fazi uzgoja iznosi 4,38 kg za pilenke, 4,05 kg za pjetliće te 3,25 kg za kopune po kg prirasta. Po spomenutim podacima dolazimo do zaključka kako kopuni najbolje iskorištavaju krmnu smjesu, odnosno, imaju najmanju konverziju hrane.
- Tijekom cijeloga razdoblja tova do 140 dana ukupno je uginulo 6 jedinki od 77, što čini stopu mortaliteta od 7,7%.
- Najveća stavka troška pripada hranidbi sa 62%, potom je slijedio trošak opreme od 19%, veterinarski troškovi zauzimali su 12%, dok je nabava jednodnevnih pilića iznosila 7% ukupnih troškova.
- Pri dobi 90 dana prosječna masa trupa bila je najveća kod pjetlića (4.020,80 g), zatim kopuna (3.704,10 g), dok su trupovi pilenki bili najlakši (3.127,90 g).
- Najveći randman imale su pilenke (86,29%), zatim slijede kopuni (84,23%) dok su najmanji randman imali pjetlići (83,50%).
- Završetkom tova, u dobi od 140 dana, kopuni su postigli prosječnu završnu masu od 5.218,30 grama.
- Razlike u masi pojedinih dijelova trupa dobiveno rasjekom bile su značajne zbog razlike u masi trupa, ali značajne razlike u udjelima tih dijelova nisu bile česte.
- U istraživanju je uočeno da jetra pjetlića zaklanih u dobi 90 dana tamnocrvene boje, kod pilenki roza, a kod kopuna žuta.

- Prsa pilenki pri dobi 90 dana bile su značajno najsvjetlije i najžuće, a prsa pjetlića značajno najtamnije, dok su vrijednosti boje kod kopuna bile intermedijarne. Za razliku od tog, prsa pjetlića bila su najcrvenija. Prsa kopuna pri dobi 140 dana bila su crvenija i manje žuta u odnosu na prsa kopuna pri dobi 90 dana.
- Utvrđene su male razlike u pH vrijednosti između skupina, ali razlike u kapajućem gubitku mesnog soka i gubitku kod kuhanja nisu utvrđene.
- Istraživanjem nisu utvrđene razlike u senzorskom profilu, kao ni u svojstvima dopadljivosti između skupina. Međutim, svojstva dopadljivosti kopuna pri dobi 140 dana bila su slabije ocijenjena što bi trebalo uzeti u obzir pri razmatranju kraćega tova kopuna.

Temeljem navedenog možemo zaključiti kako su pjetlići imali brži prirast i veću završnu masu uz veću konverziju hrane u odnosu na kopune koji su imali veći randman. Meso kopuna je svjetlije i manje crveno nego meso pjetlića, ali su senzorska svojstva bila vrlo ujednačena. Kopuni nisu pogodni za intenzivnu proizvodnju, već je njihov tov dobar izbor za manje proizvođače koji mogu osigurati slobodnu ispašu čime se smanjuju troškovi uzgoja, a pospješuje kakvoća mesa. U takvim okolnostima uzgoj kopuna može biti argumentirana alternativa suvremenom brojerskom uzgoju, pogotovo uzimajući u obzir trenutna kretanja na tržištu razvijenih zapadnih zemalja. Međutim, potrebno je razmotriti trajanje tova zbog potencijalnog izostanka pozitivnog utjecaja na senzorska svojstva.

6. Literatura

1. Adamski M., Kuźniacka J., Banaszak M., Wegner M. (2016). The analysis of meat traits of Sussex cockerels and capons (S11) at different ages. *Poultry Science* 95:125–132.
2. Amorim A., Rodrigues S., Pereira E., Valentim R., Teixeira A. (2016). Effect of caponisation on physicochemical and sensory characteristics of chickens. *Animal* (2016), 10:6, pp 978–986.
3. Amorim A., Rodrigues S., Pereira E., Teixeira A. (2016). Physicochemical composition and sensory quality evaluation of capon and rooster meat. *Poultry Science* 0:1–9.
4. Andrew R. J., Jones R. B. (1992). Increased distractibility in capons: an adult parallel to androgen-induced effects in the domestic chick. *Behaviour Proceedings* 26:201-210.
5. Antunes I. C., Quaresma M. A., Ribeiro M. F., Alves S. P., Martins da Costa P., Bessa R. J. B. (2019). Effect of immunocastration and caponization on fatty acid composition of male chicken meat. *Poultry Science* 98:2823–2829.
6. Calik J. (2014). Capon production – breeding stock, rooster castration and rearing methods, and meat quality – a review. National Research Institute of Animal Production, Kraków, Poland.
7. Calik J. (2015). Effect of caponizing Yellowleg partridge (Z-33) cockerels on bodyweight and meat quality. *Acta Sci. Pol. Zootechnica* 14(1) 2015, 51–60.
8. Calik J., Krawczyk J., Świątkiewicz S., Gąsior R., Wojtycza K., Połtowicz K., Obrzut J., Puchała M. (2017). Comparison of the physicochemical and sensory characteristics of Rhode Island Red (R-11) capons and cockerels. *Ann. Anim. Sci.*, Vol. 17, No. 3 (2017) 903–917.
9. Calik J., Świątkiewicz S., Obrzut J., Połtowicz K., Krawczyk J. (2020). Effects of caponization on growth performance and meat physicochemical properties of crossbred chickens. *Ann. Anim. Sci.*, Vol. 20, No. 4 (2020) 1509–1525.
10. Cason J., Fletcher D. L., Burke W. H. (1988). Research note: Effects of caponization on broiler growth. *Poult. Sci.* 67:978–981
11. Chen K. L., Chi W.-T., Chiou P. W.-S. (2005). Caponization and testosterone implantation effects on blood lipid and lipoprotein profile in male chickens. *Poultry Science* 84:547–552.
12. Chen K. L., Chi W.-T., Chu C., Chen R. S., Chiou P. W.-S. (2007). Effect of caponization and testosterone implantation on hepatic lipids and lipogenic enzymes in male chickens. *Poultry Science* 86:1754–1759.

13. Chen K. L., Wu C. P., Hong Y. M. (2000). Meal quality and carcass traits of capon in comparison with intact male and female Taiwan country chickens. *J. Chin. Soc. Anim. Sci.* 29:77–78.
14. Chen T. T., Huang C. C., Lee T. Y., Lin K. J., Chang C. C., Chen K. L. (2010). Effect of caponization and exogenous androgen implantation on muscle characteristics of male chickens. *Poultry Science*, 89(3): 558–563.
15. Commission Regulation (EC) No 543/2008 of 16 June 2008 laying down detailed rules for the application of Council Regulation (EC) No 1234/2007 as regards the marketing standards for poultry meat
16. Cui X., Liu R., Cui H., Zhao G., Zheng M., Li Q., Liu J., Liu Z., Wen J. (2017). Effects of caponization and ovariectomy on objective indices related to meat quality in chickens. *Poultry Science* 96:770–777.
17. Cvrtila Ž., Hadžiosmanović M., Kozačinski L., Zdolec N., Filipović I., Severin K., Mašek T. (2007). Kemijski sastav mesa fazanskih kopuna. *Časopis Meso*, originalni znanstveni rad, Vol. IX (2007) svibanj - lipanj br. 3.
18. Díaz O., Rodríguez L., Torres A., Cobos A. (2010). Chemical composition and physico-chemical properties of meat from capons as affected by breed and age. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8, 91-99.
19. Domaćinović M., Antunović Z., Džomba E., Opačak A., Baban M., Mužić S. (2015). Specijalna hranidba domaćih životinja. Osijek, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 2015.
20. Eliminowska-Wenda, Ksiażkiewicz G. J., Kisiel T., Iosowska D. K., Walasik K., Bogunka J. (2001). Intramuscular fatty tissue content in m. pectoralis superficialis and m. biceps femoris of two different conservative ducks flocks". *Proc. 15th Europ. Symp. on the Quality of Poultry Meat* 1:341–345.
21. Firšt Godek L., Tušek T., Mandić V., Alagić D. (2004). Analiza troškova u tovu kopuna. *Agronomski glasnik*, izvorni znanstveni članak 1-2/2004.
22. Fennell M. J., Scanes C. G. (1992). Inhibition of growth in chickens by testosterone, 5-dihydrotestosterone and 19-nortestosterone. *Poultry Science* 71, 357–366.
23. Gesek M., Murawska D., Otrócka-Domagala I., Michalska K., Zawacka M. (2019). Effects of caponization and age on the histology, lipid localization, and fiber diameter in muscles from Leghorn cockerels. *Poultry Science* 98:1354–1362.
24. Gogolewski L., Czerwinski M. (2012). Caponizing roosters. *Pol. Drob.* 1:46–48.
25. Honikel K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science.* 49: 447-457.

26. Hobday F.T.G. (1914). Castration (including cryptorchidism and caponing) and ovariectomy. Johnston, London, 2nd ed., 88 pp.
27. Hossen I., Ritu W. A., Rima U. K., Rahaman T., Islam M. S. (2021). Caponization and its effects on growth performance and chemical composition of meat in Sonali Birds, South Asian Journal of Biological Research, 3(2): 75-86.
28. Hsu J. C., Lin C. Y. (2003). Influence of caponization on the carcass characteristics in Taiwan country chicken cockerels. Asian-Austral. J. Anim. Sci., 16: 575–580.
29. Ivanković A., Filipović D., Mustać I., Mioč B., Luković Z., Janječić Z. (2016). Objekti i oprema u stočarstvu. Zagreb, 2016.
30. ISO 8586 (2012). Sensory analysis — General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
31. ISO 8589 (2007). Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms.
32. Jacob J., Mather B.F. (2000). Capons. University of Florida. FACTSHEET PS-54.
33. Janječić Z. (2020). Ponašanje i dobrobit peradi. Osobna prezentacija.
34. Kuźniacka J., Adamski M., Banaszak M, Huse-Wesołek H., Biesek J. (2017). Comparison of carcass, meat and bone characteristics of 16-week-old cockerels and capons of various origin. Europ.Poult.Sci., 81. 2017, ISSN 1612-9199.
35. Kuźniacka J., Banaszak M., Adamski M. (2017). The analysis of meat and bone traits of Plymouth Rock cockerels and capons (P55) at different age. Poultry Science 96:3169–3175.
36. Kwiecień M., Kasperek K., Grela E. and Jeżewska-Witkowska G. (2015). Effect of caponization on the production performance, slaughter yield and fatty acid profile of muscles of Greenleg Partridge cocks. Journal of Food Science and Technology 52(11): 7227–7235.
37. Lawless H.T., Heymann H. (2010). Sensory Evaluation of Food Principles and Practices. Springer, New York.
38. Leterrier, C., Nys Y. (1992). Composition, cortical structure and mechanical properties of chicken tibiotarsi: effect of growth rate. Brit. Poult. Sci. 33:925–939.
39. Lin C. Y., Hsu J. C. (2002). Effects of surgical caponization on growth performance, fiber diameter and some physical properties of muscles in Taiwan country chicken cockerels. Asian-australas. J. Anim. Sci. 15:401–405.
40. Lin C. Y., Hsu J. C. (2003). Influence of caponization on the carcass characteristics in Taiwan country chicken cockerels. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 16(4): 575–580.
41. Ljubinković S. (2002): Što je kopun? Gospodarski list (1. lipnja).

42. Mahmud M. A., Shaba P., Gana J., Yisa H. Y., Ndagimba R. (2013). Effects of surgical caponization on growth, carcass and some hematological parameters in cockerel chickens. *Sokoto J. Vet. Sci.*, 11, 57–62.
43. Mandić V., Tušek T., Alagić D., Kaučić D. (2006). Dnevni prirasti u tovu kopuna hibridne linije Ross-308. *Časopis Stočarstvo* 60:2006 (2) 125-128.
44. Mandić V., Tušek T., Alagić D., Podhraški-Pomper V., Majnarić D. (2005). Klaoničko iskorištenje i kemijski sastav mesa kopuna. *Časopis Meso, znanstvena bilješka*, Vol. VII (2005) rujan - listopad br. 5.
45. Mast, M. G., Jordan, H. C., Macneil, J. H. (1981). The effect of partial and complete caponization on growth rate, yield, and selected physical and sensory attributes of cockerels. *Poultry Science* 60:1827-1833.
46. Mašek T., Severin K., Gottstein Ž., Filipović N., Stojević Z., Mikulec Ž. (2013.) Effects of early castration on production performance, serum lipids, fatty acid profile and desaturation indexes in male chicken broilers fed a diet with increased fat content. *Veterinarski arhiv*, 83 (2013.), 2; 233-243 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni).
47. Miguel J. A., Ciria J., Asenjo B., Calvo J. L. (2008). Effect of caponization on growth and on carcass and meat characteristics in Castellana Negra native Spanish chickens. *Animal*. 2:305–311.
48. Muriel Duran A. (2004). The effect of caponization on production indices and carcass and meat characteristics in free-range Extremeña Azul chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2(2): 211.
49. Murawska D., Gesek M. I., Witkowska D. (2019). Suitability of layer-type male chicks for capon production. *Poultry Science* 98:3345–3351.
50. Muszyński S., Kwiecień M., Tomaszewska E., Świetlicka I., Dobrowolski P., Kasperek K., Jeżewska-Witkowska G. (2017). Effect of caponization on performance and quality characteristics of long bones in Polbar chickens. *Poultry Science* 96:491–500.
51. Nemanič J., Berić Ž. (1995). *Peradarstvo*. Zagreb 1995.
52. Paudel T. P., Poudel B., Neupane D. (2018). Evaluation of caponization on growth and meat quality parameters of dual-purpose chicken. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol.* Vol 6(4): 339-343.
53. Pederson L., Kremer M., Judd J., Pascoe D., Spelsberg T. C., Riggs B. L., Oursler M. J. (1999). Androgens regulate bone resorption activity of isolated osteoclasts in vitro. *J. Cell Biol.* 96:505– 510.

54. Quaresma M. A., Antunes I. C., Ribeiro M. F., Prazeres S., Bessa R. J. B., Martins da Costa P. (2017). Immunocastration as an alternative to caponization: evaluation of its effect on body and bone development and on meat color and composition. *Poultry Science* 96:3608–3615.
55. Rahman M. M., Islam M. A., Ali M. Y., Khondaker M. E. A., Hossain M. M. (2004). Effect of caponization on body weight, hematological traits and blood cholesterol concentration of Nara chicken. *Int. J. Poult. Sci.* 3:284–286.
56. Rikimaru K., Shiji O., Komastu M., Ishizuka J. (2009). Effects of caponization on meat quality of Hinai-jidori chicken. *Int. J. Poultry Sci.*, 46: 345–350.
57. Rikimaru K., Takahashi H., Nichols M. A. (2011). An efficient method of early caponization in slow-growing meat-type chickens. *Poultry Science* 90 :1852–1857.
58. SAS Institute (2015). SAS Studio University Edition, release: 3.4.
59. Senčić Đ. (2012a). Proizvodnja kopuna (kastriranih pjetlića). *Gospodarski list, svibanj 2015.* – str. 74.
60. Senčić Đ. (2012b). Tehnologija peradarske proizvodnje. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprovredni Fakultet u Osijeku, Osijek 2011.
61. Shao J., Wu C., Li J., Zhao C. (2009). The effects of caponization age on growth performance and blood parameters in male Tibetan chicken. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 4, 228-236.
62. Sirri F., Bianchi M., Petracci M., Meluzzi A. (2009). Influence of partial and complete caponization on chicken meat quality. *Poultry Science* 88 :1466–1473.
63. Symeon G. K., Mantis F., Bizelis I., Kominakis A., Rogdakis E. (2010). Effects of caponization on growth performance, carcass composition, and meat quality of medium growth broilers. *Poultry Science* 89 :1481–1489.
64. Symeon G. K., Charismiadou M., Mantis F., Bizelis I., Kominakis A., Rogdakis E. (2011). Effects of caponization on fat metabolism–related biochemical characteristics of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.*
65. Songseea O., Tangtaweewipata S., Cheva-Isarakula B., Moonmaneea T. (2020). Proper dietary crude protein and metabolizable energy levels on growth performance, carcass characteristics and meat quality of Royal Project Bresse capon. *Agr. Nat. Resour.* 54 (2020) 121–129.
66. Szuman J. (1951). *Poultry Breeding.* PWRiL Warszawa, 594 pp.
67. Tušek T., Mandić V., Alagić D., Meštrović M., Mihelić D. (2004). Rezultati tova kopuna hibridne linije Ross-308. *Časopis Stočarstvo* 58:2004 (2) 95-101.
68. Tor, M., Estany J., Villalba D., Molina E., Cubilò M. D. (2002). Comparison of carcass composition by parts and tissues between cocks and capons. *Anim. Res.* 51:421–431.

69. Toussaint-Samat M. (2009). *A History of Food*. Wiley-Blackwell (John Wiley & Sons Ltd.), Chichester, 2nd ed., 733 pp.
70. U-chupaj J., Malila Y., Gamonpilas C., Kijroongrojana K., Petracci M., Benjakul S., Visessanguan W. (2017). Differences in textural properties of cooked caponized and broiler chicken breast meat. *Poultry Science* 96:2491–2500.
71. Večerek, V., Suhy P., Strakova E., Vitula F. (2004): Chemical composition of breast and thigh muscles in fattened pheasants poults. *Proceeding of the 11th International Conference Krmiva*, 1-4 July. Opatija, Croatia. pp. 7-14.
72. Volk M., Malenšek J., Prevolnik M., Škrlep M., Šegula B., Čandek-Potokar M., Bavec M. (2011). Differences in carcass and meat quality between organically reared cocks and capons. *Agriculturae Conspectus Scientificus | Vol. 76 (2011) No. 3 (153-155)*.
73. Zanusso J., Remignon H., Auvergne A., Mollete C., Manse H., Babile R. (2001). Performance characteristics and quality of chicken meat: comparisons between males, females and capons. *British Poultry Science* 42, 42–43.
74. Zawacka M., Murawska D., Gesek M. (2017). The effect of age and castration on the growth rate, blood lipid profile, liver histology and feed conversion in Green-legged Partridge cockerels and capons. *Animal* (2017), 11:6, pp 1017–1026.
75. Welter, J. F. (1976). The effects of surgical caponization on production efficiency and carcass yield of roosters. *Poult. Sci.* 55:1372– 1375.
76. Wencek, E., Kalužna I., Koźlecka M., Miszkiel I., Palyszka M., Prokopiak H., Radziszewska J., Suchocki W., Winiarski K., Adamski M. (2014). Evaluation of Poultry Performance Value in 2013. *Wiadomosci Drobiarskie sp. z o.o. Press, Poznan, Poland*.
77. Wojtysiak D., Calik J., Krawczyk J., Wojciechowska-Puchałka J., Obrzut J., Nahajto K. (2019). Postmortem degradation of desmin and dystrophin in breast muscles from capons and cockerels. *Ann. Anim. Sci.*, Vol. 19, No. 3 (2019) 835–846.
78. <https://www.agroklub.com/stocarstvo/kopuni-postali-preskupi-za-hrvatske-stolove/15312/>
pristupljeno: 25. svibnja 2022.
79. <http://kopun.weebly.com/kopunizacija.html>
pristupljeno: 25. svibnja 2022.
80. https://muzej-marindrzic.eu/wp-content/uploads/2017/04/drzicm_dundomaroje.pdf
pristupljeno: 25. svibnja 2022.
81. <https://www.tmdn.org/giview/gi/search>
pristupljeno: 28. kolovoza 2022.

Životopis

Karlo Prelec rođen je 29. svibnja 1996. godine u gradu Zagrebu. Osnovnu školu završio je u Sesvetama, grad Zagreb. Pohađao je Klasičnu gimnaziju u Križanićevoj 4a u Zagrebu koju je upisao 2011. godine te je istu završio 2015. godine kada upisuje studij Animalne znanosti na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Završni rad na temu „Kvaliteta mesa kopuna“ piše 2019. godine pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ivice Kosa te obranom stječe zvanje prvostupnika inženjera animalnih znanosti. Nakon toga upisuje studij Proizvodnje i prerade mesa te piše diplomski rad na temu „Klaonički pokazatelji i kakvoća mesa kopuna“ također pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Ivice Kosa. Karlo razumije, govori i piše engleski strani jezik stupnja A razine. Kao dio srednjoškolskog obrazovanja četiri godine je učio talijanski, latinski i starogrčki jezik te ih u većoj mjeri razumije, govori te piše. Kao izvannastavnu aktivnost u srednjoj školi pohađao je tečajeve crtanja. Sudjelovao je na županijskim natjecanjima iz povijesti 2012. i 2013. godine. Na razini srednje škole bio je 2013. pokretač te voditelj humanitarne akcije za nezbrinutu djecu, a 2014. jedan je od pokretača i suvoditelja akcije za pomoć stradalima od poplava u Gunji. Zna se koristiti te raditi na računalu u Microsoft Office Word-u, Microsoft Office Excel-u, te u Microsoft Office PowerPoint-u.