Utjecaj dodatka ortofosforne kiseline u tovu pilića na fizikalno-kemijska svojstva mesa

Graberec, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:141762

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Ivan Graberec

UTJECAJ DODATKA ORTOFOSFORNE KISELINE U TOVU PILIĆA NA FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA MESA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij- Proizvodnja i prerada mesa

IVAN GRABEREC

UTJECAJ DODATKA ORTOFOSFORNE KISELINE U TOVU PILIĆA NA FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA MESA

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Doc. dr. sc. Dalibor Bedeković

Neposredni voditelj: Doc. dr. sc. Ana Kaić

Zagreb, rujan 2016.

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____ s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Dalibor Bedeković _____
2. Prof. dr. sc. Zlatko Janječić _____
3. Izv. prof. dr. sc. Danijel Karolyi_____
4. Doc. dr. sc. Ana Kaić _____

ZAHVALA

Iskrene zahvale mom mentoru doc. dr. sc. Daliboru Bedekoviću na stručnoj pomoći i susretljivosti.

Zahvaljujem se također i svojoj neposrednoj voditeljici doc. dr. sc. Ani Kaić na velikodušnoj pomoći i stručnim savjetima tokom izrade i pisanja ovog diplomskog rada, te na njenom strpljenju, pruženom vremenu i odgovorima na moja brojna pitanja.

Hvala mom bratu Matiji i sestrični Gorani koju su bili uz mene sve ovo vrijeme, također hvala starim i novim prijateljima koji su mi uljepšali ovo doba života, hvala i profesorima, asistentima, tetama u menzi i referadi, svima.

I na kraju, najveća hvala mojim roditeljima Gordani i Boži koji su uvijek bili tu,davali mi bezuvjetnu podršku, omogućili mi ostvarenje mojih ciljeva i da postanem ovo što sam danas.

HVALA !

SAŽETAK

Cilj ovog diplomskog rada bio je utvrditi utjecaj dodatka ortofosforne kiseline na fizikalno-kemijska svojstva pilećeg mesa. U istraživanje je bilo uključeno 200 komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 podijeljenih u četiri skupine sa dva ponavljanja, ovisno o udjelu ortofosforne kiseline koja je bila dodana u vodu za piće (0; 0,4; 0,5; 0,65 %). Nakon završetka pokusa s dobi pilića od 42 dana te uobičajene klaoničke obrade obavljena su mjerenja fizikalno-kemijskih svojstava (vrijednost pH_{15}, pH_{24}, pokazatelja boje (L*, a*, b*), gubitka mesnog soka (DL_{24}, DL_{48}) i kala kuhanja (CL)) na 20 pilećih trupova odnosno na 5 trupova iz svake skupine. Statističkom obradom nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p>0,05$) u fizikalno-kemijskim pokazateljima kakvoće (pH_{15}, pH_{24}, pokazatelja boje L*, a*, b*, DL_{24}, DL_{48}, CL) mesa između komercijalnih hibirda tovnih pilića Ross 308 bez dodatka ortofosforne kiseline (kontrolna skupina) i s dodacima ortofosforne kiseline (0,4; 0,5; 0,65 %). Statistički značajne razlike nisu utvrđene niti između skupina s različitim razinama dodataka ortofosforne kiseline. Stoga s obzirom na rezultati predmetnog istraživanja možemo zaključiti da nema opravdanog razloga za uvođenje dodatka ortofosforne kiseline u hranu pilića koji bi posljedično tome utjecao na fizikalno-kemijska svojstva njihova mesa. No unatoč tome, svakako treba uzeti u obzir rezultate prethodnih istraživanja, njihove učinke na meso pilića i trendove u peradarskoj industriji te u bližoj budućnosti razmotriti mogućnost provođenja novih istraživanja s većim brojem jedinki.

Ključne riječi: fizikalno-kemijska svojstva, meso, ortofosforna kiselina, pilići

SUMMARY

The aim of this study was to investigate the influence of ortophosphoric acid on the physico-chemical composition of chicken meat. The study included 200 commercial hybrids broilers Ross 308 divided into four groups with two repetitions, depending on the proportion of ortophosphoric acid added to the drinking water (0; 0.4; 0.5; 0.65 %). When the experiment was over, with the 42 days old broilers and the usual carcass processing were performed measurements of physical and chemical properties (pH_{15} and pH_{24} value, color indicators (L *, a *, b *), drip loss (DL_{24}, DL_{48}) and cooking loss (CL)) on 20 chicken carcasses or 5 carcass from each group. Statistical analysis showed no statistically significant differences ($p> 0.05$) in the physical and chemical quality indicators (pH_{15}, pH_{24}, color indicators L *, a *, b *, DL_{24}, DL_{48}, CL) of meat between commercial hybrids broilers Ross 308 without the addition of ortophosphoric acid (the control) and with orthophosphoric acid supplements (0.4; 0.5; 0.65%). Statistically significant differences were not established either between groups with different levels of ortophosphoric acid supplements. Therefore, considering the results of the research, we can conclude that there is no valid reason for adding the ortophosphoric acid in broilers food, that would consequently affect the physicochemical properties of their meat. Nevertheless, we must take into results of previous research, their effects on broilers meat and trends in the poultry industry, and in the near future consider the possibility of conducting new research with a larger number of individuals.

Keywords: chickens, meat, ortophosphoric acid, physico-chemical properties

SADRŽAJ

1.UVOD 1
2.PREGLED LITERATURE 4
2.1. Pokazatelji kakvoće mesa 4
2.1.1. pH vrijednost mesa 5
2.1.2. Boja mesa 6
2.1.3. Sposobnost vezanja vode 8
2.1.3.1. Gubitak mesnog soka 9
2.1.3.2. Kalo kuhanja (gubitak mase tijekom kuhanja) 11
2.2. Hranidba i novi trendovi 12
3. MATERIJALI I METODE 14
3.1. Odabir i tehnologija uzgoja pokusnih pilića 14
3.1.1. Hranidba i napajanje 15
3.2. Fizikalno-kemijska svojstva mesa 15
3.2.1. pH vrijednost mišićnog tkiva 15
3.2.2. Boja mišićnog tkiva 16
3.2.3. Gubitak mesnog soka 17
3.2.4. Kalo kuhanja 19
3.2.5. Statistička obrada podataka 20
4. REZULTATI I RASPRAVA 21
5. ZAKLJUČAK 26
6. POPIS LITERATURE 27
ŽIVOTOPIS 31

1.UVOD

Biokemijski procesi se odvijaju neprestano i različitim intenzitetom za vrijeme života i kasnije nakon smrti životinje. Pritom mišići i pripadajuća tkiva nakon smrti prolaze „preobrazbu“ u meso koja se uglavnom sastoji od zakiseljavanja tijekom glikogenolize i omekšavanja strukture djelovanjem proteolitičkih enzima. Zbog neujednačenog iznosa i brzine odvijanja tih procesa vrlo je teško jednoznačno vremenski odrediti kada su mišići i pripadajuća tkiva postali meso (Lawrie i Ledward, 2006). Meso čine različita tkiva, a to su mišićno tkivo (glatko, srčano, skeletno ili poprečno prugasto), masno tkivo (međumišićno, potkožno i unutrašnje), vezivno tkivo (retikulinsko, rastresito, fibrozno, pigmentno tetivno, neuronsko, elastično i sluzno tkivo), koštano tkivo (duge ili kratke kosti, cjevaste ili široke kosti), hrskavično tkivo (fibrozno, hijalino i elastično), krv (leukociti, trombociti, leukociti) i ostala tkiva. Meso je glavni izvor visoko vrijednih proteina, kao i vitamina od čega najviše vitamina B skupine. Sadrži male količine A, C, D, E i K vitamina, dobar je izvor esencijalnih aminokiselina i esencijalnih masnih kiselina (linoleinska i arahidonska), željeza, fosfora i cinka. U prehrani ljudi posebnu važnost imaju polinezasićene masne kiseline (omega-3 i omega-6) te njihovo prisustvo u hrani, a odnos omega-3 i omega- 6 polinezasićenih masnih kiselina posebno značenje ima za zdravlje ljudi. Kemijski sastav mesa ovisi o više čimbenika od kojih su najbitniji: dob, tjelesna masa, način držanja, vrsta krmiva, sastav obroka, anatomska lokacija mišića. Pileće meso smatramo dijetetskim proizvodom kojeg odlikuje visoka razina bjelančevina i niska razina masti (od svega 1,5 do 6 % ovisno o poziciji mesa na trupu). Mišići prsa bogatiji su sadržajem bjelančevina te sadrže značajno manje masti u odnosu na mišiće bataka sa zabatacima. Glavno spremište masti u pilećem mesu je pod kožom, a ne intramuskularno kao kod drugih domaćih životinja (Janječić, 2005). Deponiranje masti ovisi o omjeru kalorija i bjelančevina u obroku, a sastav masnih kiselina u mesu pilića može se mijenjati pomoću sastava obroka. Prema Janječić (2005) 100 grama pilećeg mesa bez kože sadrži 20,5 grama proteina dok prema Moreira i sur. (2005) 100 grama mesa trupa sadrži 20,0 grama, a 100 grama prsa sadrži 21,8 grama proteina.

Meso peradi preuzima vodeći položaj u potrošnji svih vrsta mesa u najrazvijenijim zemljama svijeta. Rezultat je to niza čimbenika, a najvažniji su: vrlo kratko trajanje tova, visoka koncentracija žive mase peradi u peradnjaku (iskoristivost prostora), velika reprodukcijska moć rasplodnih jata, izvrsna konverzija hrane, nutritivna vrijednost mesa peradi, relativno niska prodajna cijena te prikladnost mesa peradi u svakodnevnoj prehrani ljudi (Janječić, 2005). Mulder (1999) navodi kako ne postoje religijska ograničenja povezana

s potrošnjom mesa peradi. Proizvodnja mesa tovnih pilića raste kako kod nas u Hrvatskoj, tako i u cijelome svijetu. Trend povećanja proizvodnje mesa peradi na našem području, nakratko je prekinut tijekom 2005. godine zbog pojave H5N1 virusa. Influenca ptica uzrokovala je eutanaziju značajnog broja peradi u nekim zemljama svijeta pa tako i u nas (Gajčević i sur., 2007). Prema istim autorima, „ptičja gripa“ nije ozbiljnije smanjila konzumaciju mesa peradi u RH, a što ukazuje na sklonost potrošača prema toj vrsti mesa i u kritičnim situacijama. Glavni cilj proizvodnje je plasiranje kvalitetne, zdravstveno-higijenski ispravne namirnice na tržište. Proizvodnja peradarskih proizvoda mijenja svoju koncepciju prema zahtjevima potrošača i prerađivačke industrije. Prije nekoliko desetljeća ponuda je bila svedena uglavnom na cijeli trup uz obradu “pripremljeno za pečenje”, a danas se sve više traže konfekcionirani trupovi, tj. parcijalni dijelovi trupa. Tako se naglasak u brojlerskoj proizvodnji stavlja na kakvoću i prinos osnovnih dijelova trupa (prsa i fileti bez kostiju, batak i zabatak).

Sustavno uklanjanje antibiotika iz hranidbe životinja (nakon što je njihova upotreba zabranjena u Europskoj uniji 2006. godine) povećalo je pritisak na peradarsku industriju da pronađe alternative koje bi zamijenile antibiotike u hranidbi peradi. Suvremena peradarska proizvodnja svoj pristup hranidbi temelji na bioaktivnim sastojcima u hrani kojima se, umjesto prekomjerne uporabe antibiotika i drugih lijekova, održava zdravlje i dobrobit, a umanjuju učinci okolišnih stresora na otpornost i proizvodnost peradi u intenzivnom uzgoju. (Janječić i sur., 2013). Među alternativne sastojke spadaju i pripravci temeljeni na kiselinama koje se koriste kao dodatak hrani za životinje u svrhu održavanja poželjne mikrobiološke ravnoteže njihovog probavnog sustava, odnosno gram-pozitivnih i gram-negativnih mikroorganizama. Dokazano je da kiseline snižavaju pH vrijednost hrane, probavnog sustava i mikrobne citoplazme te zaustavljaju razvoj patogena, smanjujući kompeticiju mikroflore za hranom domaćina što rezultira boljim rastom i performansama životinja. Tako npr. Kirchgessner i Roth (1988) navode da dodatak kiselina u hranu brojlera smanjuje broj patogenih mikroorganizama i stvaranje otrovnih spojeva u metabolizmu te poboljšava probavu proteina, kalcija, fosfora, magnezija te cinka. Nekoliko istraživanja pokazalo je da dodatak kiselina povećava rast i razvoj brojlera, te smanjuje bolesti i probleme u proizvodnji (Valdemirova i Sourdjiyska, 1996; Runho i sur., 1997; Jin i sur.,1998). Pripravci temeljeni na kiselinama imaju mogućnost široke primjene te je vrlo izgledno da će se njihova primjena u hranidbi peradi s godinama povećavati.

S obzirom na prethodno navedene pozitivne učinke pojedinih kiselina svakako treba istražiti u tom smislu i učinke ortofosforne kiseline. Ortofosforna kiselina je prehrambeni

aditiv (E338) koji se dodaje hrani i piću prvenstveno radi regulacije kiselosti. Ubrajamo ju u skupinu anorganskih kiselina koje se koriste ujedno kao dodatak hrani za životinje u svrhu održavanja poželjne mikrobiološke ravnoteže njihovog probavnog sustava, odnosno gram-pozitivnih i gram-negativnih mikroorganizama.

Temeljem prethodno navedenog pretpostavlja se da će dodatak ortofosforne kiseline u vodi za piće komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 značajno utjecati na fizikalno-kemijska svojstva njihova mesa. Nadalje, pretpostavka je da će se fizikalno-kemijska svojstva mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 bez dodatka ortofosforne kiseline (kontrolna skupina) značajno razlikovati od onih s dodacima ortofosforne kiseline. Stoga je cilj ovog diplomskog rada utvrditi utjecaj dodatka ortofosforne kiseline u tovu pilića na fizikalno-kemijska svojstva mesa.

2.PREGLED LITERATURE

2.1. Pokazatelji kakvoće mesa

Kakvoća mesa je generički pojam koji koristimo za opisivanje ukupnih svojstava mesa. Možemo ga definirati na mnogo načina i sa najmanje dva stajališta: stajalište proizvođača u odnosu na stajalište potrošača. Zbog toga se termin „kakvoća mesa“ razvijao ne samo dolaskom novih znanstvenih spoznaja i analitičkih metoda, već i povećanjem zahtjeva potrošača. Upravo je potrošač oduvijek imao ključnu ulogu u definiranju kakvoće mesa. Tako je Hammond (1952) definirao kakvoću mesa kao ono što potrošač želi (uzimajući u obzir geografske i klimatske razlike), dok ga je Kramer (1962) definirao kao značajku po kojoj se proizvodi međusobno razlikuju što pak rezultira različitim stupnjevima prihvaćenosti proizvoda od strane potrošača. U svijetu ne postoji jedinstven, univerzalni sustav procjene kakvoće i tržišne vrijednosti mesa već se pojedini sustavi procjene temelje na zahtjevima različitih sudionika u lancu proizvodnje mesa, počevši od uzgajivača, preko prerađivača i distributera do potrošača. Tako uzgajivači životinja i prerađivači mesa najviše cijene ujednačenost mase životinja za klanje, veću klaoničku iskorištenost (randman), te bolja preradbena svojstva mesa. Trgovački lanci i potrošači pak kakvoću procjenjuju najčešće na temelju konformacije (vanjski izgled trupa i njegovi osnovni dijelovi), mesnatosti (povoljan omjer mesa i masnog tkiva) te senzornih svojstava mesa (Krvavica, 2012). Međutim, kakvoću mesa određuje i niz drugih pokazatelja poput:

1) sadržaja hranjivih tvari (sadržaj bjelančevina, masti, kolesterola, aminokiselina, masnih kiselina, minerala, vitamina, vode i pepela),

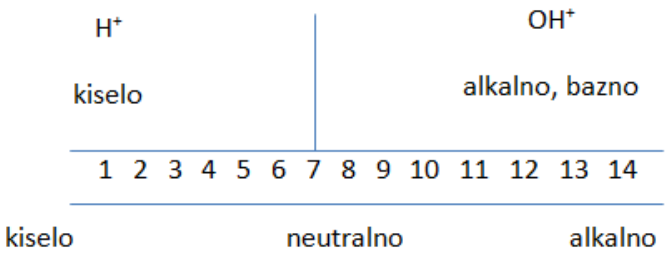
2) tehnoloških svojstava (temperatura, pH vrijednost, električna provodljivost, mišićnog tkiva, sposobnost vezanja vode: gubitak mesnog soka svježeg mesa, kalo termičke obrade, električna provodljivost),

3) senzorskih svojstava (miris, okus,boja, čvrstoća ili nježnost mišićnih vlakana...) (Balonek-Nikolić, 2015).

Poznato je da na sve ove međusobno interaktivne značajke kakvoće mesa utječe veliki broj čimbenika kao što su građa i sastav mišićnog tkiva (veličina i tip vlakna, mast, vezivno tkivo...), proizvodni i okolišni čimbenici (prirast, hranidba, dob životinje, omamljivanje, klanje, zrenje mesa i sl.) te genetika životinje (pasmina, genotip).

2.1.1. pH vrijednost mesa

Vrijednost pH jedan je od najvažnijih pokazatelja kakvoće sirovog mesa. Ona utječe na velik broj svojstava mesa kao što su boja, sposobnost zadržavanja vode, okus, čvrstoća i održivost. Vrijednost pH u osnovi možemo definirati kao negativan logoritam koncentracije vodikovih iona: pH= - log (H^+). Vrijednost pH je u rasponu od 0 do 14 i pokazuje nam koliko je neka tvar lužnata (iznad 7 pH), kisela (ispod 7 pH) ili neutralna (7 pH) (Slika 1). Nakon klanja, uslijed brojnih *post mortem* promjena, u mišićima životinja dolazi do postupne promjene pH vrijednosti sa 7,0 – 7,2 (mišići žive životinje) na 5,3 - 5,8 (konačna pH vrijednost). Do snižavanja pH vrijednosti dolazi uslijed stvaranja mliječne kiseline iz pričuvnog polisaharida glikogena tijekom anaerobne glikogenolize. Ova izgradnja kiselosti ima kao posljedicu spuštanje pH vrijednosti koja se prema količini šećera u mišićima i temperaturi mesa u početku brzo, a zatim nešto laganije razvija i nakon otprilike 24 sata *post mortem* dolazi do prestanka tog procesa. Konačna pH vrijednost je u pilećim prsnim mišićima u rasponu od 5,6 do 5,9 (Kralik i sur., 2008). U slučaju da je perad prije klanja bila izložena stresnim čimbenicima tada se u mišićima nalazi smanjena količina glikogena, pH vrijednost zadrži se iznad 6,4 te u konačnici dolazi do stvaranja tzv. TČS mesa (eng. DFD; dark=tamno, firm=čvrsto, dry=suho). Osim toga, u pilećim i purećim mišićima nije rijedak slučaj ni pojave tzv. BMV mesa (eng. PSE; pale=blijedo, soft=meko, exudative=vodnjikavo). U BMV mišićima vrijednost pH naglo opada uslijed brzog razvitka glikolize, što u konačnici dovodi do ranije pojave *rigor mortisa*. Poznato je da *rigor mortis* nastupa brže kod peradi nego kod ostalih vrsta domaćih životinja. Vrlo je važan čimbenik za kakvoću mesa jer izravno utječe na nježnost mesa, okus, sposobnost vezanja vode i boju (Kralik i sur., 2008).



Slika 1. Skala pH vrijednosti (izvor: vlastiti crtež)

Kod mesa postoje dvije važne vremenske točke točnog određivanja pH vrijednosti. Prva je unutar 15 do 45 minuta nakon klanja, a druga 18 do 24 sata nakon klanja. Kod dobre i poželjne kakvoće mesa, prva vrijednost bi trebala biti preko 6,0, a druga, nakon 24 sata od klanja, bi trebala biti ispod 5,8 pH. Prema Ristić i Klaus (2010) početna pH vrijednost u pilećem mišićnom tkivu je u rasponu od 5,5 do 6,79. Kralik i sur. (2013) navode da je ta vrijednost u prosjeku iznosi 5,99. Konačna pH vrijednost u mišićnom tkivu pilećih prsa kreće se u rasponu od 5,6 do 5,9 (Kralik i sur., 2008).

2.1.2. Boja mesa

Boja mesa je također važan čimbenik u određivanju kakvoće mesa. Boja mesa u tehnologiji ima važnu marketinšku ulogu i jedan je od najvažnijih organoleptičkih pokazatelja tržišne kakvoće mesa i mesnih proizvoda (Pavelić, 2014). Potrošači povezuju svjetlo crvenu boju sa svježim mesom, svijetlo ružičastu s termički obrađenim mesom, dok je za salamurene proizvode karakteristična žarko crvena boja (Monin, 2004). Feiner (2006) navodi kako je boja svježeg mesa uglavnom rezultat mioglobina (90 – 95 %), hemoglobina (2 – 5 %) te u vrlo maloj mjeri citokroma. Na boju mesa utječe: vrsta životinje (npr. svinjetina je svijetlo crvene boje, janjetina tamnije crvena, dok govedina ima najtamniju crvenu boju), spol, dob, starost, anatomska lokacija, način uzgoja i korištenja životinja. Utjecaj pH vrijednosti na boju mesa se očituje u promjeni sposobnosti proteina da vežu vodu, što direktno utječe na strukturu i sposobnost refleksije svjetlosti (Allen i sur., 1998).



Slika 2. Razlika u boji prsnih mišića brojlera (izvor: Allen i sur., 1998)

Od čimbenika koji utječu na promjene boje mesa posebno se ističu:

- O_2 (poželjan je okolni medij bogat s O_2),
- pH vrijednost (djeluje na zatvorenost, odnosno otvorenost strukture mesa, različitu propusnost i lom svjetlosti, te topljivost O_2 u mesu),
- temperatura (povećanje temperature može uzrokovati denaturaciju proteina (također i Mb), povećati parcijalni tlak vodene pare iznad mesa i smanjiti topljivost O2,
- svjetlo (ic-i i uv-valna područja nisu poželjna za boju),
- NaCl (zbog oksidativnog djelovanja Cl, NaCl 5 - 6 puta ubrzava stvaranje nepoželjnih pigmenata),
- salamurenje (nitriti i nitrati stabiliziraju boju mesa),
- askorbinska kiselina (u manjim količinama djeluje povoljno i reducira MMb u Mb),
- kuhanje (kuhanjem boja mesa postaje izrazitije crvena),
- isušivanje (povećava koncentraciju pigmenta, a suho i hrapavo meso povećava lom svjetlosti),
- mikroorganizmi (aerobni mikroorganizmi troše O_2 i smanjuju njegov parcijalni tlak u okolnom mediju) (Kovačević, 2001).

Količina mioglobina, odnosno intenzitet boje mesa proporcionalan je s aktivnošću mišića (aktivniji mišići trebaju više energije, troše više O_2, imaju veći maseni udio mioglobina i tamniji su). Mioglobin se u mišićnom tkivu svježeg mesa nalazi u tri osnovna oblika: purpurno crveni deoksimioglobin, svjetlo-crveni oksimioglobin i smeđe sivi metmioglobin. Deoksimioglobin (reducirani mioglobin) ima atom željeza u Fe^{2+} oksidativnom stanju te je na njegovo šesto mjesto vezana voda, a vidljiv je odmah nakon rezanja mišića svježeg mesa. Oksimioglobin također ima atom željeza u Fe^{2+} oksidativnom stanju, no na šesto mjesto je vezan kisik (O_2) pa je boja svjetlija. Taj oblik mioglobina je vidljiv nakon nekoliko minuta na odrezanom mišićnom tkivu svježeg mesa, odnosno nakon što završi oksigenacija mioglobina. Metmioglobin se pojavljuje nakon oksidacije željeza (gubitak jednog elektrona) iz oksidacijskog stanja Fe^{2+} u Fe^{3+} (Zorić, 2016). Boja mesa je za potrošače vrlo značajno svojstvo jer se može vizualno ocijeniti. Možemo ju mjeriti subjektivno (osobe obučene za korištenje skala boja) i objektivno (uređajima). Poznate skale kod subjektivne procjene boje su NPPC (National Pork Producers Council), koji ima 6 razreda. Kod oba sustava prvi razred

predstavlja najsvjetliju nijansu. Objektivno ocjenjivanje boje mesa obavlja se pomoću uređaja Gőfo, a u novije vrijeme pomoću uređaja Minolta, Labscan II (HunterLab) i drugih, koji mjere parametre boje koji se izražavaju kao vrijednosti L* (svjetlina), a* (stupanj crvenila mesa tj. crveno-zeleni spektar) i b* vrijednost (mjeri stupanj žute tj. žuto-plavi spektar, žutilo). Navedeni parametri nazivaju se CIE (Commision Internationale de l` Eclairage, 1976) vrijednostima (Van Oeckel i sur., 1999). Bianchi i sur. (2005) razvrstavali su pileća prsa prema boji tako da je vrijednost L*≥58,9, odnosno meso je svjetlije od normalnog, dok je „normalno“ meso ono čija je vrijednost pokazatelja L*≥50,9, odnosno L*<58,9. Nešto stroži kriterij za boju mišićnog tkiva navode Qiao i sur. (2001) razvrstavajući pileća prsa prema boji na tri skupine: „svjetlije od normalnog“ (L*>53), „normalno“ (48<L*>53) i „tamnije od normalnog“ (L*<46).

2.1.3. Sposobnost vezanja vode

Voda je količinski najzastupljeniji kemijski sastojak u mišićnom tkivu poprečnoprugastih mišića s udjelom od oko 75 %. Zbog navedenog voda ima značajan utjecaj na kakvoću mesa, prvenstveno sočnost, ali i na mekoću, boju i okus. Pošto je voda univerzalni medij za biološke reakcije, njezina dostupnost (izražena kroz aktivitet vode) utječe na promjene u mesu tijekom hlađenja, skladištenja i prerade (Wismer Pederson, 1960).

Sposobnost vezanja vode ili kapacitet vezanja vode (SVV; engl. Water Holding Capacity; WHC) u mesu predstavlja sposobnost mišića *post mortem* da veže vodu spontano i pod utjecajem vanjskih čimbenika poput gravitacije ili termičke obrade (Karolyi, 2004). Glavnina SVV je sadržana u vodi lociranoj u intermolekularnom prostoru između proteina topivih u soli (miozina, aktina) u mišićnom tkivu (Brewer i sur., 2001). Padom pH vrijednosti prema izoelektričnoj točki *post mortem* dolazi do pada SVV i intenziviranja boje (Monin, 2004). Izoelektrična točka označava pH vrijednost kod koje se električni naboji na amino i karboksilnim grupama proteina odnosno aminokiselina međusobno poništavaju. Minimalna SVV mišića se događa kod pH vrijednosti od oko 5,0, što se poklapa s izoelektričnom točkom aktomiozina (Brewer i sur., 2001), dok je izoelektrična točka miozina (proteina koji veže najviše vode u mesu) oko pH vrijednosti 5,4 (Offer, 1991). Prihvaćena je teza da je voda na tri načina zadržana u mišićima (tzv. slobodna, vezana i imobilizirana voda) iako se ne može točno odrediti jasna granica između njih. Svega oko 8 do 10 % ukupne vode čvrsto je vezano na makromolekule od čega je oko 4 % jako čvrsto vezano i izdvaja se samo pri jako niskom pritisku (tlaku) pare. Ostalih 4 do 6 % čvrsto vezane vode izdvaja se pri nešto većem tlaku pare, a pretpostavlja se da je i ova voda tzv. multimolekulskom adsorpcijom vezana za iste

skupine u lancu bjelančevina gradeći drugi sloj. Čvrsto vezana voda za proteine u mono- i multimolekularnom sloju označava se još i kao prava hidracijska voda. Ova voda vezana je za hidrofilne – polarne skupine proteina, a one mogu biti disocirane i nedisocirane. Labavo vezane vode u mišiću ima oko 10 %, a zadržana je uz proteine mišića u vidu „rešetkaste strukture“ čije nastajanje induciraju nepolarne grupe proteina mišića.

Imobilizirana i potpuno slobodna voda u mesu čini ostatak od oko 80 %. Ta voda leži manje-više slobodno smještena u spletu filamenata i membrana strukturnih (vezivnotkivnih) proteina, a djelomično je imobilizirana i elektrostatskim silama poprečnim vezama između lanaca proteina (Rede i Petrović, 1997). Imobilizirana voda ima svojstvo kao i obična voda; ionako jedan dio te vode ima manju sposobnost otapanja kao i djelomično ograničenu pokretljivost molekula. Između labavo vezane vode i imobilizirane vode ne može se povući oštra granica, kao što imobilizirana voda može imati potpunu ili nešto manju slobodu kretanja, te je pod određenim uvjetima moguć prijelaz vode iz jednog stanja u drugo (Rede i Petrović, 1997).

Sposobnost vezanja vode u mesu moguće je iskazati gubitkom mesnog soka u svježem mesu i gubitkom mase tijekom termičke obrade (Kaić, 2013). Ukoliko je količina izdvojene vode iz mesa veća, to je sposobnost mesa da veže vodu manja, pa će zbog toga meso imati lošije prerađivačke osobine i mesne prerađevine će biti slabije kakvoće. Sposobnost vezanja vode će biti veća, ako količina izdvojene vode bude manja (Karolyi, 2004).

2.1.3.1. Gubitak mesnog soka

Gubitak mesnog soka (engl. drip loss) je pod utjecajem brojnih fizioloških čimbenika (vrsta životinje, pasmina, spol, dob, tjelesna masa pri klanju, pH vrijednost, tip mišića i njegova anatomska pozicija), zatim uzgojnih uvjeta (hranidba, sustav držanja, postupci sa životinjama prije klanja) te čimbenika vezanih uz klanje i daljnje preradbene procese kao što su omamljivanje, električna stimulacija, uvjeti hlađenja, zamrzavanja i odmrzavanja, zrenje, pakiranje i dr. (Hertog-Meischkel i sur., 1997).

Padom pH vrijednosti *post mortem* dolazi do sve izraženijeg skupljanja miofibrila i kretanja vode u sarkoplazmu. Takva voda se još uvijek zadržava u unutarstaničnom prostoru jer je stanična membrana neoštećena. Međutim, postepeno dolazi do prolaska vode kroz membranu u ekstracelularni prostor kako odmiče vrijeme *post mortem* i započinje proteoliza u mišićnim vlaknima. Tako je nekoliko dana *post mortem* oko 15 % vode u ekstracelularnom prostoru, dok je *ante mortem* oko 95 % vode u intracelularnom prostoru. Nadalje, skupljanjem miofibrila i skraćivanjem sarkomere tijekom mrtvačke ukočenosti smanjuje se prostor između

kontraktilnih proteina što dodatno tjera vodu iz fibrilarnih struktura. Slobodna voda veže se samo slabim površinskim silama pa se lako i brzo nakon smrti izdvaja iz mesa što se može mjeriti gubitkom mesnog soka (Brewer i sur., 1999). Offer (1991) navodi da je velik gubitak mesnog soka djelomično povezan s denaturacijom miozina koja se povećava što je pad pH vrijednosti brži, a u konačnici pH vrijednost manja.

Vodenasta otopina koja se otpušta iz mišića *post motrem* sadrži značajne količine bjelančevina, u prosjeku oko 112 mg bjelančevina po mililitru tekućine (Karolyi, 2004). Većina bjelančevina u mesnom iscjetku jesu u vodi topivi, sarkoplazmatski proteini. Svijetla crvena boja tekućine potječe od mesnog pigmenta mioglobina, podrijetlom iz sarkoplazme. Sadržaj krvnog pigmenta hemoglobina je mali. Uz mioglobin, u iscjetku iz mesa nalaze se glikolitički enzimi i ostali sarkoplazmatski proteini, amino kiseline i u vodi topivi vitamini (Karolyi, 2004).

U praksi ima više različitih metoda za mjerenje SVV, a unutar svake je različit metodološki pristup i nekoliko varijanti (Gunenc, 2007; Prevolnik i sur., 2015). Metode se razlikuju na temelju primijenjene sile na meso.

Najjednostavnije metode mjerenja gubitka mesnog soka su gravimetrijske metode, gdje se gubitak određuje bez primjene vanjske sile. Metoda vrećice (Honikel, 1998) je jedna od najčešće korištenih gravimetrijskih metoda za mjerenje gubitka mesnog soka. Koristi se uzorak mesa s kojeg se skida masno tkivo, oblikuje se i stavlja u plastičnu mrežicu. Nakon toga uzorak se hermetički zatvara u plastičnu vrećicu, vješa i stavlja na temperaturu od 0°C do +4°C. Uzorak se važe prije vješanja i nakon skladištenja od 48 sati i duže. EZ metoda (Rasmussen i Anderson, 1996; Christensen, 2003) novija je i naprednija metoda. Uzorak mesa se uzima uz pomoć sonde te se stavlja u plastičnu posudicu s poklopcem (kontejner za meso). Kontejner s mesom se pohranjuje 24 sata na temperaturu od +4°C do +6°C. Prazan kontejner i kontejner s uzorkom se važu, kako bi se kasnije utvrdio gubitak mesnog soka. Metoda vrećica i EZ metoda se najčešće koriste prilikom ispitivanja sposobnosti vezanja vode u mesu peradi. Bihan-Duval i sur. (1999) u svom istraživanju bilježe gubitak mesnog soka od 2,04 % tri dana *post mortem.* Allen i sur. (1998) navode da je gubitak mesnog soka iznosio 1,97 % kod svjetlijeg mesa (L*>50,0), a 0,76 % kod mesa označenog kao tamnije (L*<45,0).

Od metoda kojima se još može utvrditi sposobnost vezanja vode u mesu koriste se apsorpcijske (upijajuće) metode i one s djelovanjem mehaničkog pritiska (sile) na meso. Apsorpcijske metode uključuju upotrebu upijajućih materijala kao što su filter papir ili materijal od pamuk-sintetičkog vlakna (tampon) (Gunenc, 2007). U skupinu mehaničkih metoda ubrajamo one koje se temelje na principu kompresije i centrifugalne sile. Pri tome je

svakako potrebno navesti kako Gunenc (2007) ističe da zbog djelovanja mehaničke sile tj. pritiska na meso dolazi do većeg ispuštanja vode iz mišića te se ove metode ne mogu usporediti sa metodama gdje dolazi do „slobodnog“ gubitka soka.

2.1.3.2. Kalo kuhanja (gubitak mase tijekom kuhanja)

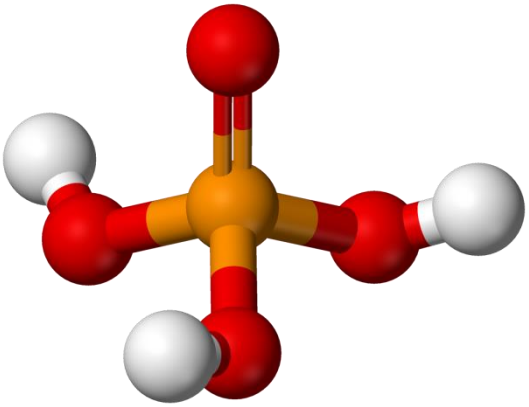
Pri termičkoj obradi dolazi do niza fizikalno-kemijskih promjena koje se očituju u promijenjenoj sposobnosti bjelančevina da vežu vodu, promjenama boje, mirisa, okusa, konzistencije, strukture, hranjive vrijednosti mesa i brojnih drugih svojstava važnih za kakvoću mesa i proizvoda od mesa (Kaić, 2013). Intenzitet tih promjena ovisi o kakvoći svježeg mesa koje se termički obrađuje, načinu djelovanja topline, visini temperature tijekom termičke obrade i trajanju termičke obrade.Termičkom obradom dolazi do promjene u građi i konformaciji bjelančevina u mišićima. Zbog tih promjena mišić više nije u mogućnosti zadržati vodu te dolazi do njenog otpuštanja, a samim time i do gubitka mase (Toldrá i Aristoy, 2010). Denaturacija bjelančevina temeljna je karakteristika termičkog tretmana mesa. Naime, denaturacija uzrokovana toplinom počinje pri relativno niskoj temperaturi zagrijavanja, a već pri 40 °C na mesu nastaju ireverzibilne promjene. Stupnjevitost u pojavi denaturacije uvjetovana je različitom kakvoćom bjelančevina koje su sastavni dio mesa. Smatra se da je najveći dio denaturacije u mesu završen pri temperaturi od 70 do 80 °C (Kovačević, 2001). Uz denaturaciju, pri termičkoj obradi mišićno tkivo otpušta vodu, vezivno tkivo hidrolizira, otopljena mast izlazi iz stanica, a istovremeno dolazi do dekarboksilacije, dezaminacije i više stupanjskog razaranja sulfidnih veza aminokiselina, među kojima i esencijalnih. Količina lizina, metionina i triptofana je manja nakon termičke obrade, dok treonin u potpunosti nestane nakon termičke obrade. Istovremeno je i količina vitamina nakon termičke obrade manja. Sve navedeno dovodi do promjena boje, mirisa, okusa te općenito smanjenja biološke vrijednosti mesa. Kovačević (2001) navodi da se termička obrada mesa može obaviti u toplom zraku, masti, ulju, pari ili vodi. Ovisno o prijenosu topline, temperaturi termičke obrade i parcijalnom tlaku pare razlikujemo termičku obradu u suhoj i termičku obradu u vlažnoj sredini. Za određivanje kala kuhanja komadi mesa ohlađeni na +4°C stavljaju se u vakumske vrećice i kuhaju u vodenoj kupelji do odgovarajuće temperature u središtu uzorka (Meek i sur., 2000). Allen i sur. (1998) navode da je prosječni kalo kuhanja pilećih prsa 28,4 %.

2.2. Hranidba i novi trendovi

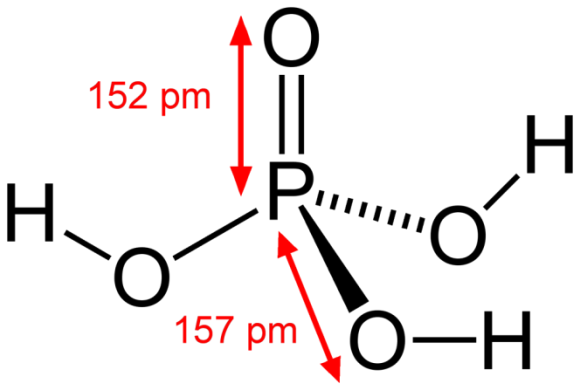
Hranidba životinja temelji se prije svega na poznavanju potreba i adekvatne količine hrane u cilju postizanja optimalnih proizvodnih rezultata i dobivanju zadovoljavajuće količine visoko vrijednih namirnica animalnog podrijetla u prehrani. U proizvodnji tovnih pilića hrana sudjeluje sa oko 65 % u ukupnim troškovima cjelokupne proizvodnje (Pavelić, 2014). Kvalitetna hrana će smanjiti trajanje tova, dati meso zadovoljavajuće kakvoće i pridonijeti dobrom zdravstvenom statusu životinja. Kompletne krmne smjese za perad (starter, grover, finišer) mješavina su ugljikohidratnih krmiva, bjelančevinastih krmiva biljnog i životinjskog podrijetla te vitaminsko-mineralnog dodatka. Starter se koristi u prva tri tjedna i obično sadrži 22 % sirovih bjelančevina i 13,0 MJME/kg. Nakon toga prelazi se na grover u periodu od 21 do 35 dana koji obično sadrži 19 % sirovih bjelančevina i 13,0 MJME/kg. Zadnjih 7 dana tova koristi se finišer sa 17 % sirovih bjelančevina i 13,0 MJME/kg.

Normiranje obroka uključuje praćenje energetske i hranjive vrijednosti krmiva (Domaćinović, 1999). Otkrićem pozitivnog utjecaja antibiotika na rast i zdravlje pilića njihova primjena postala je neizbježna u tovu. Njihovom pretjeranom upotrebom došlo je do stvaranja sojeva bakterija koji su otporni na neke vrste antibiotika. Ugrožavajući sigurnost ljudi i životinja zabranjena je upotreba antibiotika kao promotora rasta u hranidbi životinja. Ova zabrana dovela je do toga da su proizvođači hrane i sami uzgajivači počeli aktivno tražiti efektivne zamjene koje bi omogućile uspješan rast i razvoj, a ne bi imale utjecaj na okoliš i zdravlje potrošača. Kirchgessner i Roth (1988) navode da dodatak kiselina u hranu brojlera smanjuje broj patogenih mikroorganizama i stvaranje otrovnih spojeva u metabolizmu te poboljšava probavu proteina, kalcija, fosfora, magnezija te cinka. Nekoliko istraživanja pokazalo je da dodatak kiselina povećava rast i razvoj brojlera, te smanjuje bolesti i probleme u proizvodnji (Valdemirova i Sourdjiyska, 1996; Runho i sur., 1997; Jin i sur.,1998). Jedna od kiselina oko koje se danas vode istraživanja je ortofosforna kiselina. Ortofosforna kiselina, fosforna kiselina ili fosfor(V)-kiselina je mineralna (neorganska) kiselina čija je kemijska formula: H_3PO_4 (Slika 3.a i 3.b). Prefiks orto- se upotrebljava zbog razlikovanja od ostalih srodnih kiselina na bazi fosfora, zvanih polifosforne kiseline. Ortofosforna kiselina je netoksična, a na sobnoj temperaturi i pritisku je čvrsta tvar (u čistom stanju). Ubrajamo ju u skupinu anorganskih kiselina koje se koriste ujedno kao dodatak hrani za životinje u svrhu održavanja poželjne mikrobiološke ravnoteže njihovog probavnog sustava, odnosno gram-pozitivnih i gram-negativnih mikroorganizama. Pored toga što je kemijski reagens, fosforna kiselina koristi se i za inhibiciju hrđe, dodatke hrani, zaštitu stomatoloških i ortopedskih i

industrijakih pomagala, elektrolite, protočnost, agense raspršivanja, sirovine za gnojivo i komponente kućnih proizvoda za čišćenje. Fosforna kiselina koristi se kao prehrambeni aditiv za zakiseljavanje hrane i pića i nalazi se pod E brojem 338 (NN 62/10; NN 79/12). Dokazano je da kiseline snižavaju pH vrijednost hrane, probavnog sustava i mikrobne citoplazme te zaustavljaju razvoj patogena, smanjujući kompeticiju mikroflore za hranom domaćina što rezultira boljim rastom i performansama životinja (Gunal i sur., 2006).



Slika 3.a 3D prostorna formula ortofosforne kiseline (izvor: www.wikipedia.org)



Slika 3.b Strukturna formula ortofosforne kiseline (izvor:www.wikipedia.org)

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Odabir i tehnologija uzgoja pokusnih pilića

U pokusnom objektu Zavoda za hranidbu životinja Agronomskog fakulteta u Zagrebu provedeno je biološko istraživanje s tovnim pilićima. U istraživanju utjecaja dodatka ortofosforne kiseline na proizvodne rezultate i zdravlje korišteno je 200 komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308, dok je u svrhu utvrđivanja fizikalno-kemijskih svojstava mesa 20 komercijalnih hibrida zaklano i klaonički obrađeno. Slučajnim izborom pilići su podijeljeni u četiri skupine sa dva ponavljanja (8 boksova po 25 pilića), ovisno o udjelu ortofosforne kiseline koja će biti dodana u vodu za piće (0 % - kontrolna; 0,4; 0,5; 0,65 %). Pilići su bili smješteni u prethodno pripremljen i dezinficiran objekt, te su držani podno u boksovima, prema tehnološkim normativima. Na betonski pod stavljena je stelja od suhe blanjevine, debljine sloja cca 10 cm. Skupine su u boksovima bile međusobno odijeljene žičanom mrežom. Uvjeti držanja bili su ujednačeni za sve skupine. Ventilacija je u objektu bila prirodna (gravitacijska) i aktivna (pomoću ventilatora), a pilići su grijani infracrvenim žaruljama jačine 150 W (po jedna u svakom boksu). Temperatura u zoni boravka pilića iznosila je 32 °C na početku pokusa, te je postupno snižavana podešavanjem visine žarulja, a u skladu s tehnološkim normativima. Tov pilića trajao je 42 dana.



Slika 4. Smještaj pilića (izvor: vlastito istraživanje)

3.1.1. Hranidba i napajanje

Pilići su hranjeni "*ad libitum*" prvih sedam dana iz pocinčanih podnih hranilica, a zatim do kraja istraživanja iz pocinčanih okruglih visećih hranilica kapaciteta 10 kg. U prvih sedam dana pili su vodu iz okruglih plastičnih pojilica, a nakon toga iz automatskih okruglih visećih pojilica koje su redovito prane i dezinficirane. Hranidba je bila uobičajena za tov pilića. U dobi pilića od 1. do 14. dana korišten je starter, od 15. do 35. dana finisher I, a finisher II od 36. do 42. dana. Preparat na bazi ortofosforne kiseline dodavan je cijelo vrijeme tova kroz vodu za piće u pokusnim skupinama prema pripremljenoj koncentraciji od 0,4; 0,5; 0,65 %. Krmna smjesa za pokusne skupine nije sadržavala kokcidiostatik niti u jednoj fazi hranidbe, dok je kod kontrolne skupine kokcidiostatik umješan u starter i finišer I.

3.2. Fizikalno-kemijska svojstva mesa

Svi pokazatelji fizikalno-kemijskih svojstava su u istraživanju provedeni na ukupno 20 trupova pilića. Pilići su prije klanja označeni te su potom klaonički obrađeni (šurenje, skidanje perja, vađenje unutrašnjih organa). Nakon obrade pilića obavljena su mjerenja fizikalno-kemijskih svojstava.

3.2.1. pH vrijednost mišićnog tkiva

Ionometrijski status mišića (pH vrijednost) izmjeren je ubodnom elektrodom (Schott BlueLine 21pH) pomoću prijenosnog pH-metra IQ 150 (IQ Scientific Instruments, USA).

Vrijednosti pH izmjerene su 15 minuta (pH_{15}) i 24 sata (pH_{24}) *post mortem* u području kranijalne strane prsnog mišićja (*m. pectoralis superficialis*).



Slika 5. Mjerenje pH vrijednosti (izvor: vlastito istraživanje)

3.2.2. Boja mišićnog tkiva

Pokazatelji boje mesa su izmjereni pomoću Minolta kolorimetra (Konica Minolta Chroma Meter CR 400, Osaka, Japan) s 50 mm dijametarskim područjem mjerenja i spektrom boja L*(svjetlina), a*(crvenilo) i b* (žutilo).

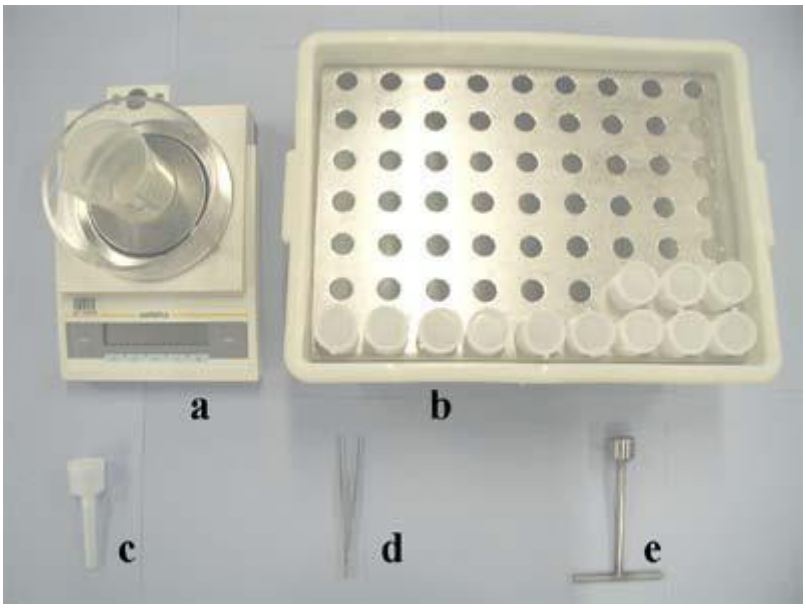
Mjerenje pokazatelja boje je obavljeno 24 sata *post mortem* u području medijalne strane prsnog mišićja (*m. pectoralis superficialis*) nakon njegova odvajanja od prsne kosti.



Slika 6. Mjerenje pokazatelja boje (izvor: vlastito istraživanje)

3.2.3. Gubitak mesnog soka

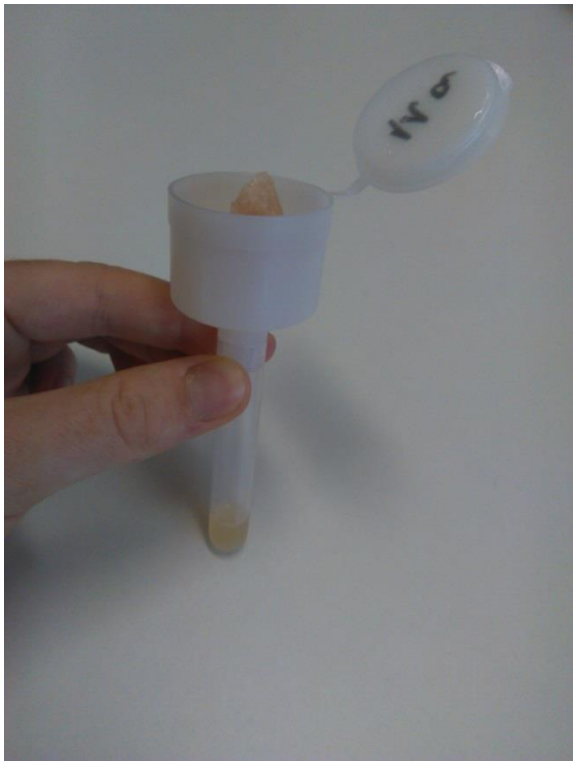
U svrhu određivanja gubitka mesnog soka sa trupova su nakon 24-satnog hlađenja prikupljeni uzorci prsnog mišićja (*m. pectoralis superficialis*). Sa kranijalne strane prsnog mišićja su uz pomoć standardne sonde (Ø25mm) namijenjene za uzorkovanje izuzeti uzorci debljine cca 2 cm. Svaki pojedinačni uzorak mesa je stavljen u poseban kontejner, pohranjen u hladnjak na temperaturu +4 °C, te izvagan (MettlerP1200, Switzerland) nakon 24 i 48 h. Nakon vaganja kontejnera s uzorkom mesa i mesnim sokom, pincetom je izvađen uzorak mesa kako bi se izvagao kontejner samo s mesnim sokom.



Slika 7. Alati za određivanje EZ metode: a) Vaga (10 mg), b) držač za kontejnere, c) kontejner, d) pinceta, e) sonda (Ø25mmx25mm).
(izvor: Danish Meat Resarch Institute, 2010)



Slika 8. Priprema pilećih prsa za uzimanje uzoraka za EZ metodu mjerenja gubitka mesnog soka (izvor: vlastito istraživanje)



Slika 9. EZ kontejner s uzorkom mesa (izvor: vlastito istraživanje)

Gubitak mesnog soka izračunat je prema formuli EZ metode (Danish Meat Resarch Institute, 2010) nakon 24 i 48 h, dok su dobivene vrijednosti izražene u postotku.

$$\textbf{EZ}_{\textbf{gubitak mesnog soka (\%)}} = \frac{(M_t - M_p)x100}{(M_{mt} - M_p)}$$

gdje je:

M_p = masa praznog kontejnera,

M_{mt} = masa kontejnera s mesom i mesnim sokom,

M_t = masa kontejnera s tekućinom

3.2.4. Kalo kuhanja

Kalo termičke obrade (kuhanja) određeno je u uzorcima prsnog mišićja (*m. pectoralis superficialis*). Svaki pojedinačni uzorak, prosječne mase 80 g (7 x 4 x 3 cm), izuzet je sa kranijalne strane prsnog mišićja, stavljen u posebnu nepropusnu vrećicu (otpornu na utjecaj visokih temperatura), a zatim u vodu zagrijanu u vodenoj kupelji na temperaturu od 85 °C. Nakon što je u središtu uzorka postignuta temperatura od +77 °C svaki pojedinačni uzorak je ocijeđen i zajedno s nepropusnom vrećicom stavljen u hladnu vodenu kupelj. Nakon hlađenja je s uzoraka višak vode odstranjen te su uzorci izvagani. Kalo kuhanja je izračunato prema sljedećoj formuli, a dobivene vrijednosti su izražene u postotku:

$$Kalo\ kuhanja = \frac{početna\ masa\ uzorka\ (g) - masa\ uzorka\ nakon\ hlađenja\ (g)}{početna\ masa\ uzorka\ (g)}\ x\ 100$$



Slika 10. Termička obrada pilećih prsa u kupelji (izvor: vlastito istraživanje)

3.2.5. Statistička obrada podataka

Dobivene vrijednosti istraživanih pokazatelja obrađene su pomoću statističkog programskog paketa SAS (SAS, 2008). Opisna statistika fizikalno-kemijskih svojstava mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 izračunata je korištenjem MEANS procedure, dok je analiza varijance provedena pomoću GLM procedure. Testiranje razlika između procjena za pojedine tretmane provedeno je Bonferroni testom. Pri tome su razlike između pojedinih tretmana uzimane u obzir kao statistički značajne ukoliko je p-vrijednost < 0,05.

4. REZULTATI I RASPRAVA

U tablici 1 prikazani su osnovni statistički pokazatelji fizikalno-kemijskih svojstava mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308.

Tablica 1. Osnovni statistički pokazatelji fizikalno-kemijskih svojstava mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308

Svojstvo	n	$\bar{x}$	SE	CV, %	Min.	Maks.
pH_{15}	20	6,47	0,041	2,85	6,20	6,74
pH_{24}	20	5,85	0,025	1,89	5,56	6,04
L*	20	58,75	0,381	2,90	55,58	61,83
a*	20	11,84	0,210	7,93	10,10	14,17
b*	20	11,67	0,261	10,01	9,10	14,56
DL_{24}	20	2,38	0,454	85,36	0,43	9,90
DL_{48}	20	2,74	0,463	75,51	0,72	10,15
CL	20	17,67	0,550	13,91	12,63	23,45

n: broj uzoraka; $\bar{x}$: aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost; pH_{15}: pH vrijednost izmjerena 15 minuta *post mortem*; pH_{24}: pH vrijednost izmjerena 24 sata *post mortem*; L* (svjetlina), a*(crvenilo), b*(žutilo): pokazatelji boje mesa; DL_{24}: gubitak mesnog soka utvrđen 24 sata *post mortem*; DL_{48}: gubitak mesnog soka utvrđen 48 sati *post mortem*; CL: kalo kuhanja

U predmetnom istraživanju je prosječna pH vrijednost pilećeg mesa izmjerena 15 minuta *post mortem* bila 6,47. Najmanja izmjerena vrijednost pH_{15} bila je 6,20, dok je najveća bila 6,74. Ristić i Klaus (2010) navode da se početna pH vrijednost u mišićnom tkivu peradi nalazi u rasponu od 5,5 do 6,79. U slučaju da je perad prije klanja bila izložena stresu, rezerve glikogena se u mišićima smanjuju te se u konačnici pH vrijednost zadrži iznad 6,6 što dovodi do pojave TČS mesa. Dobiveni rezultati predmetnog istraživanja prema Ristić i Klaus (2010) ukazuju da niti jedna skupina pilića nije imala TČS meso. Konačna pH vrijednost u mišićnom tkivu pilećih prsa kreće se od 5,6 do 5,9 (Kralik i sur., 2008). Medić i sur. (2009) navode da je kod pilećeg mesa za pojavu BMV karakteristična niska konačna vrijednost pH (<5,6). Uspoređujući prosječne vrijednosti pH_{24} utvrđene u predmetnom istraživanju s onima koje navode Medić i sur. (2009) može se utvrditi da niti jedna skupina pilića nije imala BMW meso. Koeficijent varijabilnosti za vrijednost pH_{15} iznosi 2,85 %, dok je za vrijednost pH_{24} znatno manji i iznosi 1,89 %. Poprilično nizak koeficijent varijabilnosti za utvrđene pH vrijednosti ukazuje da nije bilo značajnije razlike između ispitivanih uzoraka.

Boja mesa važno je obilježje kakvoće mesa i često se koristi kao kriterij za kategorizaciju mesa u razrede TČS, „normalno“ i BMV. Srednja vrijednost L* pokazatelja

boje u predmetnom istraživanju iznosila je 58,75, minimalna vrijednost 55,58, a najveća vrijednost 61,83. Koeficijent varijabilnosti L* pokazatelja boje bio je 2,90 %. Utvrđena srednja vrijednost a* pokazatelja boje bila je 11,84. Minimalne i maksimalne vrijednosti a* pokazatelja boje bile su u rasponu od 10,10 do 14,17, dok je koeficijent varijabilnosti bio 7,93 %. Utvrđena srednja vrijednost b* pokazatelja boje bila je 11,67. U odnosu na a* pokazatelj, veća razlika između minimalne i maksimalne vrijednosti utvrđena je kod b* pokazatelja (minimalna vrijednost je bila 9,10, a maksimalna 14,56). Koeficijent varijabilnosti b* pokazatelja boje pilećeg mesa bio je 10,01 %. Barbut i sur. (2005) u svom istraživanju naveli su prosječnu vrijednost L* pokazatelja boje mesa pilećih prsa od 49,71, dok Harford i sur., (2014) navodi prosječnu vrijednost L* pokazatelja boje mesa pilećih prsa od 49,76. Bihan-Duval i sur. (1999) su utvrdili vrijednosti L*, a*, b* pokazatelja boje mesa jedan dan *post mortem* te navode vrijednosti L* pokazatelja od 51,16, a* pokazatelja od 1,29 i b* pokazatelja od 13,50. Srednje vrijednosti pokazatelja boje mesa u istraživanju koje su proveli Kralik i sur. (2011) iznose 50,6 za L* pokazatelj boje mesa, 2,15 za a* pokazatelj boje mesa i 10,55 za b* pokazatelj boje mesa. Dobivene prosječne vrijednosti L*, a* i b* pokazatelja mesa u predmetnom istraživanju veće su u odnosu na prethodno navedena istraživanja.

Bianchi i sur. (2005) razvrstavali su pileća prsa prema boji tako da je L*≥58,9 meso svjetlije od normalnog, dok je normalno meso ono čija je boja L*<58,9, tj. L*≥50,9. Usporedbom rezultata predmetnog istraživanja za vrijednost L* pokazatelja s vrijednostima Bianchi i sur. (2005) prema minimalnim i maksimalnim vrijednostima meso nekih prsa ubrojili bi u skupinu svjetlije od normalnog. Uzimajući u obzir dobivenu aritmetičku srednju vrijednost za L* pokazatelj boje meso ubrajamo u skupinu „normalne“ boje tj. kakvoće. Nešto stroži kriterij za boju mišićnog tkiva navode Qiao i sur. (2001) razvrstavajući pileća prsa prema boji na tri skupine: „svjetlije od normalnog“ (L*>53), „normalno“ (48<L*>53) i „tamnije od normalnog“ (L*<46). Usporedbom L* vrijednosti mesa u predmetnom istraživanju s vrijednostima navedenih autora, ispitivane skupine pilića imaju meso „svjetlije od normalnog“.

Prosječni gubitak mesnog soka 24 sata *post mortem* bio je 2,38 %, dok su minimalne i maksimalne vrijednosti bile u rasponu od 0,43 % do 9,90 %. Prosječni gubitak mesnog soka 48 sati *post mortem* bio je 2,74 %, dok su minimalne i maksimalne vrijednosti bile u rasponu od 0,72 % do 10,15 %. Koeficijent varijabilnosti za DL_{24} bio je 85,36 %, dok je koeficijent varijabilnosti za DL_{48} bio 75,51 %. Dobivene prosječne vrijednosti gubitka mesnog soka i pripadajućih im koeficijenata varijabilnosti su veće od onih utvrđenih u istraživanju koje su proveli Bihan-Duval i sur. (1999). Naime, autori su utvrdili gubitak mesnog soka od 2,04 %

tri dana *post mortem* i koeficijent varijabilnosti od 10,0 %. Razlozi ovako velike varijabilnosti između uzoraka u predmetnom istraživanju dijelom se mogu pripisati mogućem utjecaju različitih *pre-* i *post mortalnih* čimbenika kod pojedinih životinja, koji su se preko brojnih biokemijskih reakcija u mesu mogli odraziti i na utvrđenu varijabilnost. Osim toga, dobivene rezultate je moguće pripisati i spomenutim razlikama pri manipulaciji s mesom tijekom uzorkovanja (npr. izuzimanje uzoraka, ponovljena vaganja, više osoba koje su obavljale mjerenja,...).

Prosječna vrijednost kala kuhanja u predmetnom istraživanju iznosila je 17,67 %. Pri tome je minimalna vrijednost bila 12,63 %, a maksimalna 23,45 %. Koeficijent varijabilnosti za kalo kuhanja bio je 13,91 %.

U tablici 2 prikazan je utjecaj dodatka ortofosforne kiseline na fizikalno-kemijska svojstva mesa komercijalnih hibirida tovnih pilića Ross 308

Tablica 2. Utjecaj dodatka ortofosforne kiseline na fizikalno-kemijska svojstva mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308

	Tretman					
Svojstvo	Kontrola	0,4%	0,5%	0,65%	p-vrijednost	Sig.
pH_{15}	6,30	6,57	6,56	6,42	0,056	ns
pH_{24}	5,89	5,78	5,86	5,86	0,419	ns
L*	58,38	59,34	59,04	58,22	0,723	ns
a*	11,97	11,34	11,53	12,51	0,201	ns
b*	10,93	12,60	11,40	11,74	0,132	ns
DL_{24}	1,77	2,87	1,53	2,32	0,269	ns
DL_{48}	2,06	2,33	1,83	2,73	0,220	ns
CL	19,15	18,24	16,20	17,08	0,253	ns

Sig.: razina značajnosti; pH_{15}: pH vrijednost izmjerena 15 minuta *post mortem*; pH_{24}: pH vrijednost izmjerena 24 sata *post mortem*; L* (svjetlina), a*(crvenilo), b*(žutilo): pokazatelji boje mesa; DL_{24}: gubitak mesnog soka utvrđen 24 sata *post mortem*; DL_{48}: gubitak mesnog soka utvrđen 48 sati *post mortem*; CL: kalo kuhanja;

Razlike između vrijednosti pH_{15} mesa između kontrolnog tretmana i tretmana koji su konzumirali dodatak na bazi ortofosforne kiseline nisu bile statistički značajne ($p>0,05$). Razlike u vrijednostima pH_{15} mesa između komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 s dodacima ortofosforne kiseline (0,4; 0,5; 0,65 %) nisu bile statistički značajne ($p>0,05$ %). Kontrolni tretman imao je vrijednost pH_{24} od 5,89 dok su vrijednosti za pH_{24} kod pokusnih tretmana bile manje i nisu bile statistični značajne ($p>0,05$).

Razlike u vrijednostima pH_{24} mesa između komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 s dodacima ortofosforne kiseline (0,4; 0,5; 0,65 %) nisu bile statistički značajne ($p>0,05$

%). Goksoy i sur. (2010) istraživali su utjecaj dodatka organskih kiselina na kvalitetu pilećeg mesa. Autori navode prosječnu vrijednost pH_{15} (6,60), te pH_{24} (5,96) kod pilića koji su konzumirali dodatak organske kiseline. Vrijednosti pH_{15} i pH_{24} u njihovom istraživanju vrlo su slične predmetnom istraživanju. Kralik i sur. (2013) navode vrijednost pH_{24} mesa pilećih prsa (5,85), što je gotovo jednako kao i u predmetnom istraživanju.

Razlike pokazatelja boje L*, a*, b* između mesa pilića bez dodatka ortofosforne kiseline (kontrolna skupina) i s dodacima ortofosforne kiseline nisu bile statistički značajne ($p>0,05$). Utvrđeno je da skupina pilića koja je dobivala 0,4 % ortofosforne kiseline ima meso čija je vrijednost pokazatelja boje L* najveća (59,04), dok skupina pilića s dodatkom ortofosforne kiseline od 0,65 % ima meso čija je vrijednost pokazatelja boje L* (58,22) najmanja. Najveća vrijednost pokazatelja boje a* utvrđena je kod mesa pilića s dodatkom ortofosforne kiseline od 0,65 %, dok je najmanja vrijednost pokazatelja boje a* utvrđena na mesu pilića s dodatkom ortofosforne kiseline od 0,4 %. Nešto veće razlike utvrđene su kod pokazatelja boje b* gdje je meso pilića s dodatkom ortofosforne kiseline od 0,4 % imalo najveću vrijednost od 12,60, a meso pilića bez dodatka ortofosforne kiseline (kontrolni tretman) najmanju vrijednost od 10,93.

Razlike pokazatelja boje L*, a*, b* mesa između komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 s dodacima ortofosforne kiseline (0,4; 0,5; 0,65 %) nisu bile statistički značajne ($p>0,05$ %). U istraživanju Goksoy i sur. (2010) pokazatelj boje L* (58,63) sličan je onom u predmetnom istraživanju, dok su vrijednosti pokazatelja boje a* (2,46) i b* (2,26) znatno manje. Qiao i sur. (2001) u svom istraživanju navode vrijednosti pokazatelja boje L* pilećih prsa mjerenih 24 sata *post mortem* (51,32), vrijednosti pokazatelja boje a* (4,09) i vrijednosti pokazatelja boje b* (5,06). Sve utvrđene vrijednosti pokazatelja boje L*, a* i b* u njihovom istraživanju manje su nego u predmetnom istraživanju.

Gubici mesnog soka utvrđeni 24 sata i 48 sati *post mortem* između kontrolnog tretmana i pokusnih tretmana nisu bili statistički značajni ($p>0,05$). Najveća vrijednost DL_{24} (2,87 %) utvrđena je kod mesa pilića s dodatkom ortofosforne kiseline od 0,4 %, dok je najmanja vrijednost DL_{24} (1,53 %) utvrđena kod mesa pilića hranjenih s dodatkom ortofosforne kiseline od 0,5 %. Skupina pilića koja je dobivala 0,65 % ortofosforne kiseline imala je najveću vrijednost DL_{48} (2,73 %), dok je skupina pilića s dodatkom ortofosforne kiseline od 0,5 % imala meso čija je vrijednost DL_{48} bila najmanja (1,83 %).

Razlike u gubitku mesnog soka utvrđenog 24 i 48 sati *post mortem* mesa između komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 s dodacima ortofosforne kiseline (0,4; 0,5; 0,65 %) nisu bile statistički značajne ($p>0,05$ %). U istraživanju koje su proveli Goksoy i sur.

(2010) vrijednosti DL_{24} (11,86 %) mesa pilića hranjenih s dodatkom organskih kiselina znatno je veća nego u predmetnom istraživanju. Gubitak mesnog soka pilećih prsa 24 sata *post mortem* (3,98) utvrđen u istraživanju koje su proveli Kralik i sur. (2013) veći je nego u predmetnom istraživanju.

Kalo kuhanja između mesa pilića bez dodatka ortofosforne kiseline i s dodacima ortofosforne kiseline nije bilo statistički značajno ($p>0,05$). Meso pilića bez dodatka ortofosforne kiseline (kontrolni tretman) imalo je najveću vrijednost kala kuhanja (CL) od 19,15 %, dok je najmanju vrijednost od 16,20 % imalo meso pilića hranjenih s dodatkom ortofosforne kiseline od 0,5 %. Allen i sur. (1998) navode prosječni kalo kuhanja pilećih prsa (28,4 %) što je veće nego u predmetnom istraživanju. Goksoy i sur. (2010) navode kalo kuhanja pilećih prsa mesa pilića hranjenih s organskim kiselinama (11,86 %) što je veće nego u predmetnom istraživanju.

5. ZAKLJUČAK

- Razlike u fizikalno-kemijskim pokazateljima kakvoće (vrijednostima pH_{15}, pH_{24}, pokazatelja boje (L*, a*, b*), gubitka mesnog soka (DL_{24}, DL_{48}) i kala kuhanja (CL)) mesa između komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 bez dodatka ortofosforne kiseline i s dodacima ortofosforne kiseline (0,4; 0,5; 0,65 %) nisu bile statistički značajne ($p>0,05$).
- Razlike u fizikalno-kemijskim pokazateljima kakvoće (vrijednostima pH_{15}, pH_{24}, pokazatelja boje (L*, a*, b*), gubitka mesnog soka (DL_{24}, DL_{48}) i kala kuhanja (CL)) mesa između komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross 308 s dodacima ortofosforne kiseline (0,4; 0,5; 0,65 %) nisu bile statistički značajne ($p>0,05$).
- Rezultati predmetnog istraživanja ukazuju da nema opravdanog razloga za uvođenje dodatka ortofosforne kiseline u hranu pilića koji bi posljedično tome utjecao na fizikalno-kemijska svojstva njihova mesa.
- Unatoč tome, svakako treba uzeti u obzir rezultate prethodnih istraživanja, njihove učinke na meso pilića i trendove u peradarskoj industriji te u bližoj budućnosti razmotriti mogućnost provođenja novih istraživanja s većim brojem jedinki.

6. POPIS LITERATURE

1. Allen C.D., Fletcher D.L., Northcutt J.K., Rusell S.M. (1998). The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf life. Poultry Science, 77: 361-366.
2. Balonek-Nikolić D. (2015). Pokazatelji oksidacije lipida i proteina u mesu kokoši Hrvatica. Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
3. Barbut S., Zhang L., Marcone M. (2005). Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets. Poultry Science, 84: 797–802.
4. Bianchi M., Fletcher D.L., Smith D.P. (2005). Physical and functional properties of whole and ground pale broiler breast meat. Polutry Science, 84: 803-808.
5. Bihan-Duval E., Miller N., Remignon H. (1999). Broiler meat quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. Poultry Science, 78: 822–826.
6. Brewer M.S., Gusse M., McKeith F.K. (1999). Effects of injection of a dilute phosphate-salt solution on pork characterisctics from PSE, normal and DFD carcasses. Journal of Food Quality, 22: 375-385.
7. Brewer M.S., Zhu L.G., Bidner B., Meisinger D.J., McKeith F.K. (2001). Measuring pork color: Effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. Meat Science, 57: 169-176.
8. Christensen L.B. (2003). Drip loss sampling in porcine m. longissimus dorsi. Meat Science, 63 (4): 469–477.
9. Danish Meat Research Institute (2010). Instructions manual: EZ Driploss. <http://www.dti.dk/services/driploss-containers/35497> pristupljeno 20.9.2016.
10. Domaćinović M. (1999). Praktikum vježbi hranidbe domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
11. Feiner G. (2006). Meat products handbook-Practical science and technology.Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
12. Gajčević Z., Kralik I., Tolušić Z., Kralik G., Tolušić M. (2007). Predodžba potrošača o kakvoći pilećeg mesa. Krmiva, 2: 103-108.
13. Goksoy E.O., Aksit M., Kirkan S. (2010). The Effects of organic acid and origanum onites supplementations on some physical and microbial characteristics of broiler meat

obtained from broilers kept under seasonal heat stres. The Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas, 16: 41-46.

14. Gunal M., Yayli G., Kaya O., Karahan N., Sulak O.(2006). The effects of antibiotic growth promoter, probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. Poultry Science, 5 (2): 149-155.
15. Gunenc A. (2007). Evaluation of pork meat quality by using water holding capacity and vis-spectroscopy. Canada, McGill University Montreal, Quebec, 17-23.
16. Hammond J. (1952). Objective tests for quality in meat. Annales de la nutrition et de l'alimentation, 96: 119
17. Harford I.D., Pavlidis H.O., Anthony N.B. (2014). Divergent selection for muscle color in broilers. Poultry Science, 93: 1059–1066.
18. Hertog-Meischkel M.J.A., Laack R.J.L.M., Smulders F.J.M. (1997). The water-holding capacity of fresh meat. Veterinary Quarterly, 19 (4): 175-181.
19. Honikel K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. Meat Science, 49 (4): 447-457.
20. Janječić Z. (2005). Prehrambena vrijednost i sastav mesa i masti peradi. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu, 7 (3): 11-13.
21. Janječić Z., Gabrić K., Karapandža N., Matanović S. (2013). Zamjena antibiotika biološki djelatnim tvarima u hranidbi peradi. Krmiva, (55) 1: 47-55.
22. Jin L.Z., Ho Y.W., Abdullah N., Ali M.A., Jalaluddin S. (1998). Effects of adherent Lactobacillus cultures on growth, weight of organs and intestinal microflora and volatite fatty acids in broilers. Animal Feed Science and Technology, 70: 197-209.
23. Kaić A. (2013). Fizikalno-kemijska svojstva mesa i sastav trupa janjadi ličke pramenke. Doktorski rad. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.
24. Karolyi D. (2004). Sposobnost vezanja vode u mesu. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu. 6 (6): 26-30.
25. Kirchgessner M., Roth F.X. (1988). Ergotrope Effekte durch organische Säuren in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. Übersichten zur Tierernährung, 16: 93-108.
26. Kovačević D. (2001). Kemija i tehnologija mesa i ribe, Sveučilište J.J. Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
27. Kralik G., Has-Schon E., Kralik D., Šperanda M. (2008). Peradarstvo – biološki i zootehnički principi. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku i Sveučilište u Mostaru, Osijek.

28. Kralik G., Škrtić Z., Kralik Z., Đurkin I., Grčević M. (2011). Kvaliteta trupova i mesa Cobb 500 i Hubbard Classic brojlerskih pilića. Krmiva, 53: 179-186.
29. Kralik Z., Kralik G., Grčević M., Hanžek D., Biazik E. (2013). Pokazatelji tehnoloških svojstava prsnog mišićnog tkiva različitih genotipova pilića. Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma, Dubrovnik, 17-22.02.2013. str.755-759.
30. Kramer T. (1962). Fundamental of quality control for the food industry. AV Publishing Company, WestPort, Connecticut.
31. Krvavica M. (2012). Poznavanje i higijena animalnih sirovina i proizvoda. Nastavni materijal (interna skripta), Veleučilište Marko Marulić u Kninu.
32. Lawrie R.A., Ledward D.A. (2006). Lawrie's meat science. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
33. Medić H., Vidaček S., Sedlar K., Šatovica V., Petrak T. (2009). Utjecaj vrste i spola peradi tehnološkog procesa hlađenja na kvalitetu mesa. Meso-prvi hrvatski časopis o mesu, 11 (4): 223-231.
34. Meek K.I., Claus J.R., Duncan S.E., Marriott N.G., Solomon M.B., Kathman S.J., Marini M.E. (2000). Quality and sensory characteristics of selected post rigor, early deboned broiler breast meat tenderized using hydrodynamic shock waves. Poulty Science, 79: 126–136.
35. Monin G. (2004). Coversion od Muscle to Meat: Colour and texture deviations. U: Jensen W.K. (ur.) Encyclopedia of Meat Scineces. Elsevier Academic Press UK, 323-330.
36. Moreira M.R., Ponce A.G., de Valle C.E., Roura S.I. (2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie-LWT, 38: 565–570.
37. Mulder R.W.A.W. (1999). Hygiene during transport, slaughter and processing, Poultry Meat Science, Poultry Science Symposium, vol.25, CABI Publishing, New York, 277-284.
38. NN 62/10 (2010). Pravilnik o prehrambenim aditivima. Zagreb: Narodne novine.
39. NN 79/12 (2012). Pravilnik o izmjenama i dopunama pravilnika o prehrambenim aditivima. Zagreb: Narodne novine.
40. Offer G. (1991). Modeling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. Meat Science, 30: 157-184.

41. Pavelić M. (2014). pH vrijednost i boja mesa tovnih pilića, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
42. Prevolnik P.M., Čandek P.M., Gispert M., Lebret B. (2015). pH value and water-holding capacity. A handbook of reference methods of meat quality assessment. <https://www.researchgate.net/publication/282133283_A_handbook_of_reference_methods_for_meat_quality_assessment> (pristupljeno 24.09.2016)
43. Qiao M., Fletcher D.L., Smith D.P., Northcutt, J.K. (2001). The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. Poultry Science, 80: 676-680.
44. Rasmussen A.J., Anderson M. (1996). New method for determination of drip loss in pork muscles. In Proceedings of the 42nd ICoMST. Lillehammer, Norway,01-06.1996. str.286-287.
45. Rede R., Petrović Lj. (1997). Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
46. Ristić M., Klaus D. (2010). The meaning of pH-value for the meat quality of broilers-Influence of breed lines. Tehnologija mesa, 51 (2): 115-119.
47. Runho R.C., Sakomura N.K., Kuana S., Banzatto D., Junoquera O.M., Stringhini J.H., (1997). Uso do acido organico (acido fumarico) nas racoes de frangos de corte, Revista Brasileira de Zootecnia, 26: 1183-1191.
48. SAS (2008). SAS Version 9.2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
49. Toldrá F., Aristoy M.C. (2010). Dry-cured ham. U: Toldrá F. (ur.) Handbook of meat procesing. Blackwell Publishing, Iowa USA, str. 351-362.
50. Valdemirova L., Sourdjiyska S. (1996). Test on the effect from adding probiotics to the combined feeds for chicks. Journal of Animal Science, 3: 36-39.
51. Van Oeckel M.J., Warnants N., Boucque Ch.V. (1999). Measurement and prediction of pork colour. Meat Science, 52: 347-354.
52. Wismer Pedersen J. (1960). Water U: Price J. F., Schweigert B.S (ur.) The science of meat and meat products. W.H. Freeman and company, San Francisco, str.177-191.
53. Zorić V. (2016). Utjecaj dodatka bučine pogače u krmu smjesu na fizikalno-kemijska i senzorna svojstva mesa brojlera. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb.

ŽIVOTOPIS

Ivan Graberec rođen je 14.04.1991. godine u Zagrebu. Osnovnu školu završava 2006. godine, a srednju Veterinarsku školu u Zagrebu 2010. godine. Iste godine upisuje preddiplomski studij „Animalne znanosti“ na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu kojeg završava 2014. godine. Tijekom studiranja razvio je interes u području kakvoće svježeg i prerađenog mesa te upisuje diplomski studij „ Proizvodnja i prerada mesa“ 2014. godine. Služi se računalnim operativnim sustavom „Microsoft Windows“ i programskim paketom „Microsoft Office“. Aktivni je govornik engleskog jezika kojim se služi u svakodnevnom radu. Stekao je zvanje vatrogasca I. klase i dobitnik je mnogih vatrogasnih priznanja i nagrada.