

# Utjecaj dodatka bučine pogače u krmnu smjesu na fizikalno-kemijska i senzorna svojstva mesa brojlera

---

Zorić, Vjera

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:204:005646>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

VJERA ZORIĆ

**UTJECAJ DODATKA BUČINE POGAČE  
U KRMNU SMJESU NA  
FIZIKALNO-KEMIJSKA I SENZORNA  
SVOJSTVA MESA BROJLERA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET  
Proizvodnja i prerada mesa

VJERA ZORIĆ

**UTJECAJ DODATKA BUČINE POGAČE  
U KRMNU SMJESU NA  
FIZIKALNO-KEMIJSKA I SENZORNA  
SVOJSTVA MESA BROJLERA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Doc. dr. sc. Ivica Kos

Zagreb, 2016.

UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF AGRICULTURE  
Meat production and processing

VJERA ZORIĆ

**EFFECT OF PUMPKIN SEED MEAL  
IN BROILER FEED  
ON PHYSICO-CHEMICAL AND  
SENSORY TRATIS OF MEAT**

GRADUATE THESIS

Supervisor: Ivica Kos, Ph.D., Assistant Professor

Zagreb, 2016

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana \_\_\_\_\_

s ocjenom \_\_\_\_\_ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. doc. dr. sc. Ivica Kos \_\_\_\_\_

2. prof. dr. sc. Zlatko Janječić \_\_\_\_\_

3. doc. dr. sc. Ivan Vnučec \_\_\_\_\_

*Najiskrenije zahvale mome mentoru doc. dr. sc. Ivici Kosu na stručnim savjetima, razumijevanju i ljudskoj pomoći. Neizmjereno hvala mojoj obitelji, koji su u svakom trenutku bili uz mene i bez čije podrške i razumijevanja ne bi stigla dovdje. Također veliko hvala bratu Ivanu, tvoje srce je veliko. Hvala što ste vjerovali u mene od prvog dana i bodrili me. Ova sreća i ovaj uspjeh su jednako vaši kao i moji. I na kraju velike zahvale mome dečku Josipu koji je bio uz mene sve ove godine studiranja i koji mi je bio velika podrška. Neizmjereno hvala.*

## SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi fizikalno-kemijske i senzorne karakteristike mesa brojlera hranjenih s dodatkom 5 i 10% bučine pogače u krmnim smjesama. U istraživanju je korišteno 360 muških jednodnevnih pilića (Ross 308). Primijenjena su tri tretmana s četiri ponavljanja (3x4) pri čemu su formirane tri skupine: P-0 skupina kojoj u hranu nije dodavana bučina pogača, P-5 skupina kojoj je u krmne smjese dodano 5% bučine pogače, te P-10 skupina kojoj je dodano 10% bučine pogače u krmne smjese. Nakon toga od 42 dana brojleri su klaonički obrađeni te su provedene fizikalno-kemijske i senzorne analize na 10 slučajno odabranih trupova svakog tretmana. Prosječne pH vrijednosti u ovom istraživanju bile su u rasponu od 5,73 do 5,77. Prosječne vrijednosti pokazatelja boje L\* bile su u rasponu od 61,79 do 62,31, pokazatelja boje a\* od 12,87 do 13,90, a pokazatelja boje b\* od 14,25 do 14,75. Prosječne vrijednosti gubitka mesnog soka iznosile su od 2,32% do 2,47%, dok su prosječni gubici kod kuhanja iznosili od 15,53% do 17,70%. Prosječne TBARS vrijednosti abdominalne masti bile su u rasponu od 0,432 do 0,595. Statističkom obradom nije utvrđena statistički značajna razlike između tretmana osim kod vrijednosti TBARS, koja je bila najmanja kod P-10 skupine. Senzornom analizom pomoću metode triangl test nije utvrđen utjecaj dodatka bučine pogače u hranu na miris, okus ni sočnost mesa. Stoga zaključujemo da je opravdano korištenje 5 i 10% bučine pogače u krmnim smjesama za hranidbu pilića u tovu.

**Ključne riječi:** bučina pogača, pilići, kakvoća mesa, senzorna svojstva

## SUMMARY

The aim of this research was to determine the physicochemical and sensory traits of meat from broiler fed with pumpkin seed meal supplement 5% and 10% in feed. 360 male one-day old chickens (Ross 308) were used in this research. Three treatments have been applied with four repetitions (3x4) by which three groups have been formed: P-0 group didn't received pumpkin seed meal supplement, while P-5 group had 5% of pumpkin seed meal supplement and P-10 group had 10% of pumpkin seed meal supplement in boiler feed. After feeding period of 42 days, broilers were slaughtered and analysis of physicochemical and sensory traits were performed on 10 randomly chosen carcasses from each treatment. The average pH values in this research ranged between 5.73 and 5.77. The average values of color indicator L\* were between 61.79 and 62.31, color indicator a\* from 12.87 to 3.90, and color indicator b\* from 14.25 to 14.75. The average drip losses were between 2.32% and 2.47%, while average cooking losses were between 15.53% and 17.70%. The average TBARS values of abdominal fat ranged between 0.432 and 0.595. No statistically significant differences were found between treatments except in TBARS value, which was the lowest in P-10 group. Sensory analysis did not reveal effect of addition of pumpkin seed meal in feed on smell, taste or juiciness of meat. Therefore, we can conclude that addition of 5 and 10% of pumpkin seed meal in broiler feed is justified for fattening broilers.

**Keywords:** pumpkin seed meal, broiler, meat quality, sensory traits

# SADRŽAJ

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. UVOD .....</b>                                               | <b>8</b>  |
| <b>2. PREGLED LITERATURE .....</b>                                 | <b>11</b> |
| 2.1. POKAZATELJI KVALITETE MESA .....                              | 11        |
| 2.1.1. pH vrijednost mesa.....                                     | 13        |
| 2.1.2. Sposobnost vezanja vode .....                               | 15        |
| 2.1.3. Boja mesa .....                                             | 17        |
| 2.2. POKAZATELJI OKSIDATIVNE SPOSOBNOSTI MESA .....                | 20        |
| 2.3. SENZORNA SVOJSTVA.....                                        | 22        |
| 2.4. OPIS TEHNOLOGIJE PROIZVODNJE I PRERADE BUČINIH SJEMENKI ..... | 25        |
| 2.4.1. Uzgoj buče.....                                             | 27        |
| 2.4.2. Karakteristike bučinog ulja i pogače .....                  | 29        |
| 2.5. POGAČE I SAČME DRUGIH ULJARICA .....                          | 31        |
| <b>3. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....</b>                    | <b>33</b> |
| <b>4. MATERIJALI I METODE .....</b>                                | <b>34</b> |
| 4.1. KRMIVA I IZRADA SMJESA .....                                  | 34        |
| 4.2. ODVIJANJE POKUSA.....                                         | 36        |
| 4.2.1. Hranidba i napajanje brojlera .....                         | 36        |
| 4.3. MJERENJE FIZIKALNIH KARAKTERISTIKA MESA BROJLERA .....        | 37        |
| 4.4. ANALIZA OKSIDATIVNE STABILNOSTI .....                         | 38        |
| 4.5. SENZORNA ANALIZA.....                                         | 39        |
| 4.6. STATISTIČKA OBRADA .....                                      | 39        |
| <b>5. REZULTATI I RASPRAVA.....</b>                                | <b>40</b> |
| 5.1. FIZIKALNO-KEMIJSKI POKAZATELJI.....                           | 40        |
| 5.2. SENZORNA SVOJSTVA.....                                        | 43        |
| <b>6. ZAKLJUČAK.....</b>                                           | <b>46</b> |
| <b>7. POPIS LITERATURE.....</b>                                    | <b>47</b> |

## 1. UVOD

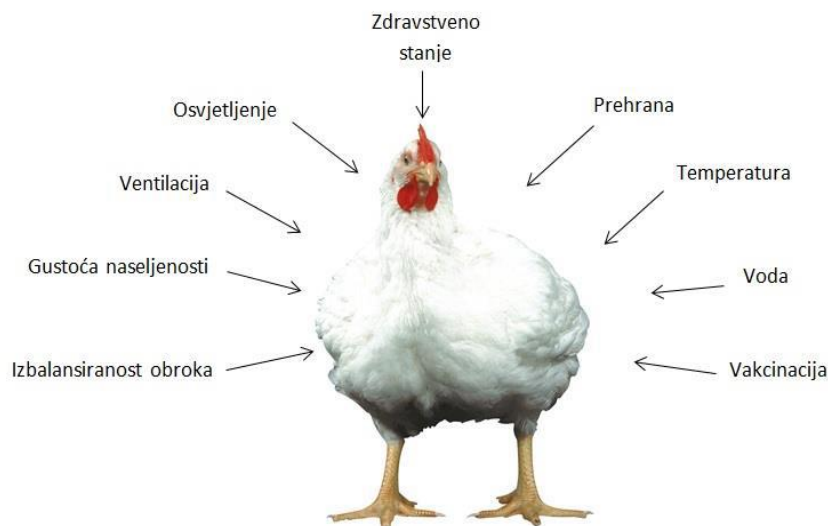
Meso i proizvodi od mesa predstavljaju visoko kvalitetnu hranu, imaju izražena hranjiva i biološka svojstva. Meso predstavlja važan izvor visoko vrijednih proteina, kao i vitamina B grupe, a sadrži i male količine A, C, D, E i K vitamina. Pored toga, meso je dobar izvor minerala, posebno željeza, cinka i fosfora, ali nema dovoljno kalcija. Krto meso sadrži samo 2 – 3% masti, čija količina može znatno varirati od vrste do vrste životinje i dijelova trupa. Također, masti u mesu su izvor polinezasićenih masnih kiselina (linoleinske i arahidonske) koje su esencijalne za čovjeka. Kada se spominje nutritivni značaj mesa, pileće meso ima određenih prednosti u odnosu na druge vrste mesa i općenito se smatra nutritivno vrijednim mesom (preporučuje se u mnogim dijetama). Iako meso peradi nema velik sadržaj masti, sadržaj masti u jelu ovisi o tome da li je meso pripremljeno sa ili bez kožica, koji dio trupa je u pitanju (prsna ili bataka), o kojoj se vrsti i pasmini radi te o hranidbi jedinki (Glamočlija, 2013a).

Proizvodnja mesa peradi, odnosno tov pilića namijenjenih za proizvodnju mesa u većini se slučajeva zasniva na intenzivnoj proizvodnji na velikim farmama ili na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Cilj takve proizvodnje je ponuditi kupcima kvalitetnu, zdravstveno i higijenski provjerenu namirnicu. Intenzivna, takozvana brojlerska proizvodnja je tov jednodnevnih pilića do starosti od pet do šest tjedana. Proizvodnja mesa tovnih pilića raste kako 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 (Kralik i sur., 2008). U budućnosti se također predviđa povećanje proizvodnje na svjetskoj razini. Mnogi razlozi idu u prilog povećanju proizvodnje mesa brojlera:

- cijena pilećeg mesa (uvelike određuje kupovne navike ljudi),
- nutritivni sastav/vrijednost pilećeg mesa (meso bogato proteinima s malo masnoće),
- smanjena konverzija hrane (manji utrošak hrane za kilogram prirasta),
- maksimalno iskorištavanje genetskog potencijala (brzi porast i prirast),
- iskoristivost prostora za tov (proizvodnja nije usko vezana uz velike prostore/površine),
- brz obrt kapitala (mogućnost do 6 turnusa u godini dana),
- skromnija ulaganja (startna ulaganja u opremu i životinje) (Pavelić, 2014).

Od ukupne količine masti u pilećem mesu, prosječno jednu polovicu čine poželjne mononezasićene masne kiseline, a jedna šestina otpada na korisne zasićene masne kiseline. Pileće meso je u odnosu na druge vrste mesa značajan izvor esencijalnih polinezasićenih masnih kiselina, naročito omega-3. Nadalje, pileće meso ima odlične senzorne karakteristike, prihvaćeno je u brojnih kultura i religija i konačno, ima nižu cijenu u odnosu na druge vrste mesa. Od svih vrsta životinjskog mesa u prehrani ljudi je najzastupljenije meso tovljenih pilića (brojlera). Na tržištu brojlera dominiraju četiri kompanije: Aviagen, Cobb, Hubbrad, Lohman, dok su najčešće linije brojlera koje se proizvode: Lohman, Ross, Hubbard, Arbor acres. Temeljit selekcijski plan u razvoju hibridnih linija, poboljšanja u hranidbi i drugi čimbenici omogućili su da muško pile od šest tjedana ima masu od tri kilograma. Prije 50 godina, za postizanje ove mase trebalo je 16 tjedana. Hranidba je također bitan faktor koji utječe na prinos trupova. 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 za prehranu ljudi, kao i odgovarajućem izboru hrane. Kada su u pitanju brojleri, hranidba treba ubrzati rast jedinki i učiniti utrošak hranjivih tvari bude optimalnim, a sve u cilju dobivanja kvalitetnog mesa i ekonomične proizvodnje. Osnovni cilj svih istraživanja, na kojima se baziraju preporuke, predstavlja utvrđivanje minimalnih količina koje mogu zadovoljiti potrebe uz maksimalno iskorištavanje genetskog potencijala, a bez poremećaja zdravstvenog stanja (Glamočlija i sur., 2013b). U jednoj proizvodnoj godini može se ostvariti i do šest turnusa, ako se za primjer uzme da tov traje 45 dana uz „odmor“ prostora 14 dana. U niti jednoj stočarskoj grani, što se tiče proizvodnje mesa nije toliko brz obrt kapitala (Pavelić, 2014).

Tehnološki procesi uzgoja i proizvodnje tovnih pilića su naseljavanje tovnih pilića, hranidba i napajanje. Ostali korisni procesi nužni za funkcioniranje farme tovnih pilića su grijanje i ventilacija, osvjetljenje, izgnojavanje iz objekta na kraju turnusa, zbrinjavanje gnoja, zbrinjavanje uginulih životinja, skladištenje i zbrinjavanje otpada, opskrba vodom, pranje i dezinfekcija objekta, zbrinjavanje otpadnih voda (Slika 1). Da bi tov bio uspješan sa što manje problema i nedostataka potrebno je poznavati i držati se pravila proizvodnje. Ta pravila potrebno je uvažavati od pripreme prostora prije useljavanja jednodnevnih pilića, pa do završetka tova (Pavelić, 2014).



Slika 1. Potrebe za kvalitetan rast i razvoj tovnog pilića ([www.cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com))

Peradarstvo, u najširem smislu gledano, je ljudska aktivnost koja obuhvaća: uzgoj, selekciju, držanje, iskorištavanje i brigu o dobrobiti peradi. Peradarstvo u užem smislu predstavlja jednu od tri najvažnije stočarske grane, uz perspektivu da nadjača svinjogojstvo odnosno govedarstvo. Glavna kočnica u rastućem trendu peradarske proizvodnje je nestašica hrane za perad, zbog direktne konkurencije između gladnih ljudi i industrijske peradi, te proizvodnja biogoriva iz žitarica. Svemu tome značajno je pripomoglo stvaranje suvremenih hibrida koji čine osnovni životinjski resurs industrijske peradarske proizvodnje. Visoku poziciju u stočarstvu perad može zahvaliti biološkim svojstvima koja omogućavaju da u veoma kratkom vremenu sintetiziraju znatne količine kvalitetnih bjelančevina tj. mesa i jaja (Senčić, 2011).

Potrošnja pilećeg mesa u nas, a također i u mnogim zapadnim zemljama, u stalnom je porastu. Ta pojava može se protumačiti činjenicom da je meso utovljenih pilića zadovoljavajuće nutritivne kvalitete prihvatljivo po cijeni i odgovara po organoleptičkim svojstvima zahtjevima konzumenata. Znanstvenici pokušavaju mijenjati razinu pojedinih tvari u mesu, posebice sadržaj i sastav masti s obzirom na najnovije spoznaje o utjecaju tog hranjivog sastojka na zdravlje ljudi. Razvijaju se tehnologije pomoću kojih se smanjuje razina kolesterola i povećava sadržaj PUFA n-3 u lipidima mišićnog tkiva, čemu svjedoče mnogobrojna istraživanja (Chanmugam, 1992.; Lopez-Ferer i sur., 1999.; Komprda i sur., 2003; Kralik i sur., 2003). S druge strane, brojna istraživanja se provode s ciljem utvrđivanja mogućnosti upotrebe nusproizvoda prehrambene industrije u industrijskom tovu brojlera. Stoga je cilj ovog istraživanja utvrditi utjecaj dodatka bučine pogače u krmnim smjesama na osnovne fizikalno-kemijske i senzorne karakteristike mesa brojlera.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. POKAZATELJI KVALITETE MESA

Meso čine različita tkiva: 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. Animalni proizvodi, posebice meso peradi, zauzimaju značajno mjesto u ljudskoj prehrani. Meso peradi odlikuje se niskom energetsom vrijednošću i smatra se dijetetskim proizvodom. Sadrži 20-24% bjelančevina visoke biološke vrijednosti. Također sadrži značajne količine vitamina B skupine, kao što su tiamin, riboflavin, niacin i vitamin B6. Sadržaj hranjivih sastojaka ovisi o vrsti, pasmini, dobi, spolu, kao i dijelu trupa. Najviše bjelančevina nalazi se u prsnim mišićima pura, pilića i gusaka, a najmanje masti ima u prsnim mišićima pura, pilića i pataka. Brojlerski mišići bogati su niacinom, a pačji i gušćji su najbolji izvor tiamina (B1) riboflavina (B2). Bataci (tamno meso) pilića i pura sadrže više B2, a manje niacina (PP) i vitamina B od prsnog (bijelog) mesa. Meso peradi također je značajan izvor nekih minerala kao što su željezo (gušćje meso, tamno pureće meso), cink (tamno pureće meso), nekih makroelemenata kao što su kalij i fosfor (gušćje meso) i nekih mikroelemenata kao što je bakar. Lipidi bijelog mesa pilića, kokoši i gusaka bogati su zasićenim (SFA) i polinezasićenim (PUFA) masnim kiselinama, a tamnog mesa mononezasićenim masnim kiselinama (MUFA). Prsni mišići peradi imaju veću nutritivnu i dijetetsku vrijednost od mišića bataka (manji sadržaj masti i kolagena, a veći sadržaj bjelančevina) (Kralik i sur., 2008).

Kvalitetu mesa tovnih pilića nakon klanja možemo odrediti pomoću nekih čimbenika. Oni su podijeljeni u nekoliko grupa, a to su senzorni, nutritivni, higijensko – toksikološki i tehnološki čimbenici. U senzorne čimbenike ubrajaju se: oblik, okus, mramoriranost, sočnost, sastav masti, nježnost, aroma, miris i boja. U nutritivne čimbenike ubrajamo: udio (sadržaj) bjelančevina, aminokiselina, peptida, minerala, masti, vitamina (Tablica 1.) i probavljivost. U higijensko – toksikološke čimbenike ubrajamo: prisutnost aditiva, toksina, rok trajanja, mikroorganizme, različite kontaminante i sl. U tehnološke čimbenike ubrajamo: sadržaj vode, konzistenciju, strukturu, teksturu, viskoznost i otpuštanje mesnog soka, redoks potencijal i pH (Hofmann, 1994).

Tablica 1. Nutritivna vrijednost 100 g pilećeg mesa (Moreira i sur., 2005)

| Pokazatelj       | Trup | Prsa | Pokazatelj          | Trup | Prsa |
|------------------|------|------|---------------------|------|------|
| Voda (g)         | 70,3 | 75,4 | Natrij (mg)         | 64   | 81   |
| Energija (Kcl)   | 167  | 112  | Kalij (mg)          | 248  | 320  |
| Bjelančevine (g) | 20,0 | 21,8 | Fosfor (mg)         | 147  | 173  |
| Ukupna mast (g)  | 9,7  | 2,8  | Vitamin B1(mg)      | 0,1  | 0,1  |
| SFA (g)          | 4,4  | 0,76 | Vitamin B2 (mg)     | 0,15 | 0,15 |
| MUFA (g)         | 1,8  | 1,3  | Vitamin B12(mg)     | 10,4 | 14   |
| PUFA (g)         | 0,69 | 0,52 | Niacin (mg)         | 0,3  | 0,42 |
| Kolesterol (mg)  | 110  | 69   | Vitamin B6 (mg)     | 2,0  | 2,0  |
| Kalcij (mg)      | 13   | 14   | Biotin (µg)         | 10   | 12   |
| Željezo (mg)     | 1,1  | 1,0  | Folna kiselina (µg) | 0,4  | 0,4  |
| Jod (µg)         | 0,4  | 0,4  | Vitamin A (µg)      | 9    | 16   |
| Magnezij (mg)    | 22   | 23   | Vitamin D (µg)      | 0,2  | 0,2  |
| Cink (mg)        | 1    | 0,7  | Vitamin E (mg)      | 0,2  | 0,29 |
| Selen (µg)       | 6    | 7    |                     |      |      |

Prema Krvavici (2013) kvaliteta mesa je najčešće definirana trima pokazateljima: kvalitetom s obzirom na tkivni sastav mesa (odnosom koštanog, mišićnog i masnog tkiva), kvalitetom s obzirom na kemijski sastav i hranjivu vrijednost mesa i kvalitetom s obzirom na senzorna svojstva mesa (izgled, sočnost, nježnost te okus i aroma). U svijetu ne postoji jedinstven, univerzalni sustav procjene kvalitete i tržišne vrijednosti mesa već se pojedini sustavi procjene temelje na zahtjevima različitih dionika 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), manji gubitak pri klaoničkoj obradi (klaonički kalo) te bolja sirovinska (preradbena) svojstva mesa i masnog tkiva. Trgovački lanci i potrošači pak kvalitetu procjenjuju najčešće na temelju konformacije (vanjski izgled trupa i njegovih osnovnih dijelova) i mesnatosti (povoljan omjer mesa i masnog tkiva) te senzornih svojstava mesa (Krvavica, 2012). Prema jednom istraživanju, potrošačima je najvažniji okus (97%), ali i hranjiva vrijednost proizvoda (96%), dok su cijena i zdravstvena sigurnost važni za 70% ispitanika (Bašić i Grujić, 2013).

### 2.1.1. pH vrijednost mesa

U prosudbi kvalitete mesa kao sirovine za proizvodnju proizvoda od mesa, jedan od najvažnijih i najobjektivnijih mjernih pokazatelja je pH vrijednost (lat. *potentia hydrogeni* ili *pondus hydrogeni*). Pored toga, pH je važno mjerilo kvalitete mesa uopće, jer utječe na okus, boju, teksturu, održivost i mikrobiološku stabilnost mesa. Često se kao izraz za pH vrijednost koristi „kiselost“ što je samo djelomično točno, s obzirom da pH označava raspon vrijednosti od 0 do 14 što obuhvaća kiseli, neutralni i alkalni pH. pH vrijednost mesa i proizvoda od mesa kreće se uglavnom u rasponu od 4,6 do 6,4. Ukoliko pH vrijednost mesa iznosi 6,4 i više, a ne radi se o mesu neposredno post mortem, to obično ukazuje na tzv. enzimsko kvarenje, odnosno kvarenje nastalo pretjeranom enzimskom aktivnošću, pri čemu dolazi do produkcije veće količine metaboličkih nusproizvoda i amonijaka. Također, kod ove pH vrijednosti mesa moguća je i pojava sluzavosti, smrdljivog zrenja i diskoloracija (Feiner, 2006).

Nakon klanja peradi dolazi do nagomilavanja mliječne kiseline u mišićima i pojave rigor mortisa. Rigor mortis nastupa brže kod peradi nego kod ostalih domaćih životinja, a njegova pojava utječe na kvalitetu mesa jer izravno utječe na nježnost mesa, okus, sposobnost vezanja vode i boju. Konačna pH vrijednost u pilećim prsnim mišićima iznosi od 5,6 do 5,9, a u mišićima zabataka konačna pH vrijednost je viša i u rasponu je od 6,1 do 6,4. U slučaju da je perad prije klanja bila u stresnom stanju, to će rezultirati smanjenom količinom glikogena u mišićima. Tada pH vrijednost iznosi više od 6,4, što dovodi do stvaranja TČS ili DFD mesa (dark=tamno, firm=čvrsto, dry=suho). Visoka pH vrijednost ne dozvoljava u dovoljnoj mjeri razgradnju bjelančevina u mišićima, a uz to BMV ili PSE meso (pale=blijedo, soft=meko, exudative=vodnjikavo) također se javlja u pilećim i purećim mišićima, iako je mnogo češće u svinjskim mišićima. U BMV mišićima pH naglo opada uslijed brzog razvitka glikolize, što dovodi do ranije pojave rigor mortisa. Skraćeno je vrijeme za razgradnju bjelančevina, smanjena je sposobnost vezanja vode i dolazi do većeg gubitka soka (Kralik i sur., 2008).

Za potrebe mjerenja pH mesa koriste se uređaji koje nazivamo pH-metri koji se moraju kalibrirati. Ako tijekom kalibracije pH-metra dođe do krivog očitavanja pH, to će se odraziti na daljnji rad jer se podatci o pH neće točno očitati. Stoga je vrlo bitno napraviti točnu kalibraciju pH-metra prije rada. Točke kalibracije se izvode na pH7, pH4 i pH10.

Za pravilnu kalibraciju potrebno je poštivati nekoliko pravila:

- očistiti elektrode i aktivirati elektrode prije kalibracije,
- upotrebljavati jedino svježe pripravljene otopine pufera,

- poštivati mjerenja i korake ispiranja tijekom kalibracije da bi se izbjegla potencijalna kontaminacija pufera,
- čekati da se očitovanja stabiliziraju prije nego se sljedeća kalibracijska točka krene utvrđivati,
- imati točnu temperaturnu kompenzaciju pH očitovanja i pH pufera.

Mnogi biokemijski procesi uključuju stvaranje i cijepanje kovalentnih veza. Među njima posebno značajna vrsta biokemijskih reakcija su kiselo-bazne reakcije. U kiselim i baznim reakcijama vodikovi se ioni dodaju molekulama ili se s njih uklanjaju. Vodikov ion, često prikazivan kao  $H^+$ , odgovara golom protonu. Zapravo, vodikovi ioni u otopini vezani su za molekulu vode, stvarajući *oksideve ione*,  $H_3O^+$ . Koncentracija vodikovih iona u otopini se izražava kao pH-vrijednost. Sama pH-vrijednost definira se kao:

$$pH = -\log[H^+]$$

gdje  $[H^+]$  označuje množinsku koncentraciju vodikovih iona. pH-vrijednost također posredno izražava koncentraciju hidroksilnih iona,  $[OH^-]$ , u otopini. Znatne promjene pH-vrijednosti mogu razoriti molekulsku strukturu i potaknuti štetne reakcije. Stoga su se razvili načini ublažavanja promjena pH-vrijednosti u biološkim sustavima. Otopine koje se opiru takvim promjenama pH-vrijednosti zovu se puferi. Dodatkom kiseline nepuferiranoj vodenoj otopini pH-vrijednost se snižava razmjerno dodanoj količini kiseline. Za razliku od toga, kada se kiselina dodaje u puferiranu otopinu, pH-vrijednost se smanjuje postupnije. Puferi također ublažavaju promjene porasta pH-vrijednosti uzrokovane dodatkom lužine (Berg, i sur., 2007).

Značajan utjecaj pH vrijednosti mesa, osobito onog namijenjenog preradi, očituje se preko određenih svojstava mesa kao što su svojstvo ili sposobnost vezanja vode, potom pogodnost ili sposobnost boljeg ili lošijeg usoljavanja ili salamurenja, te otpornost na mikrobnju aktivnost što izravno utječe na održivost proizvoda od mesa. Za biokemijske reakcije koje se odvijaju u organizmu ante ili post mortem, pH vrijednost je od velikog značaja. Meso životinja neposredno post mortem ima pH vrijednost od 7 do 7,2 (eventualno 7,4), što je ujedno pH vrijednost živog mišića. Prestankom dotoka kisika u organe i tkiva post mortem, rezerve kisika u njima se brzo troše, te aerobne procese postupno zamjenjuju anaerobni što u osnovi predstavlja, točku prelaska mišića (organa) u meso (hrana).

Anaerobna razgradnja ATP-a zatečenog u mišićima u trenutku smrti je prvi postmortalni biokemijski proces, na kojega se nastavlja glikoliza potaknuta postmortalnom

aktivacijom procesa koji u anaerobnim uvjetima na račun zaostalih metabolita nadoknađuju razgrađeni ATP (postmortalna aktivacija alternativnih izvora energije). Iscrpljivanjem rezervi zaostalih metabolita mišići ulaze u stanje rigor mortis što je praćeno značajnom promjenom tehnoloških svojstava (osobito tvrdoće mesa), čime je prva faza postmortalnih procesa završena. U uvjetima industrijske proizvodnje mesa može se reći da završetkom ove faze završava i primarna proizvodnja mesa. Iako brojni čimbenici utječu na trajanje ove faze, a osobito vrsta mesa i temperatura, općenito se može reći da je ona kratka i u mesu zaklanih životinja traje od 24 do 48 sati. Ukoliko mišići postignu rigor mortis dok im je temperatura još uvijek visoka, pad koncentracije ATP će biti vrlo brz uz pojavu tzv. toplog skraćivanja („warm shortening“), što je praćeno povećanjem tvrdoće mišića. Nasuprot tome, ako se meso ohladi ili smrzne prebrzo nakon klanja dok je pH vrijednost mišića još uvijek visoka, zbog staničnih oštećenja koje taj postupak izaziva dolazi do oslobađanja kalcijevih iona iz sarkoplazmatskog retikuluma što također dovodi do naglog pada koncentracije ATP i povećane tvrdoće mesa koje se u ovom slučaju naziva „hladno skraćivanje“ („cold shortening“). Ova je pojava prvi put uočena u mesa janjadi smrznutog neposredno nakon klanja (Locker i Hagyard, 1963; Okeudo i Moss, 2005). Pojava „hladnog skraćivanja“ osobit je problem u mesa životinja u kojih rigor i krajnji pH nastupaju vrlo sporo (goveda i ovce).

Zbog brze postmortalne glikolize, meso svinja nije podložno „hladnom skraćivanju“, mada je ono moguće i u praksi zabilježeno, za razliku od mesa peradi kod kojeg nije moguće niti namjerno izazvati ovaj fenomen (zbog iznimno brze glikolize), ali je zato pojava „toplog skraćivanja“ moguća, mada nema praktičnog značaja (Nollet i Toldrà, 2009). Iz ovog je jasno da su postupci s trupom neposredno nakon klanja životinje od izuzetnog značaja. Tijek opisanih reakcija ovisi o brojnim čimbenicima (vrsta, genotip, spol, dob, hranidba, tjelesna masa, stres, itd.) Vrijednost pH utječe na boju, kapacitet vezanja vode, okus, mekoću i održivost mesa. Brojni rezultati istraživanja potvrđuju da je niža konačna pH vrijednost povezana sa svjetlijom bojom, većim gubitkom mesnog soka te manjom čvrstoćom i ocjenom okusa mesa (Boler i sur., 2010).

### **2.1.2. Sposobnost vezanja vode**

Voda je količinski najzastupljeniji kemijski sastojak u mišićnom tkivu poprečnoprugastih mišića s udjelom od oko 70-75%. Stoga je razumljivo da voda ima značajan utjecaj na kakvoću mesa, osobito senzorna svojstva (sočnost, mekoću, boju i okus).

Kako je voda univerzalni medij za biološke reakcije, njezina dostupnost (izražena kroz aktivitet vode) utječe na promjene u mesu tijekom hlađenja, skladištenja i prerade (Wismer Pedersen, 1960).

Svojstvo mesa da vlastitu vodu, kao i vodu dodanu pod određenim uvjetima, zadrži u većoj ili manjoj mjeri i u primjeni neke vanjske sile, npr. tlaka ili zagrijavanja, naziva se sposobnost vezanja vode ili kapacitet vezanja vode (WHC-eng. water holding capacity). To svojstvo mesa treba razlikovati od svojstva bubrenja, pod kojim se podrazumijeva spontano upijanje vode iz okolne tekućine uz povećanje mase i volumena (Rede i Petrović, 1997). Zbog svoje specifične kemijske građe, glavni nositelj vezanja vode u mišiću su miofibrilarni proteini (oko 50% maksimalne sposobnosti vezanja vode). Značaj miofibrilarnih proteina za sposobnost vezanja vode ogleda se i kroz činjenicu da se 70% ukupne vode mišića nalazi unutar miofibrila, a samo 20% u sarkoplazmi, dok je preostalih 10% zadržano unutar vezivnotkivnih ovojnica (Hammond, 1972).

Prihvaćena je teza da je voda na tri načina zadržana u mišićima 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 niskim naponima pare. Ostalih 4 - 6% čvrsto vezane vode izdvaja se pri nešto većim naponima pare, a pretpostavlja se da je i ova voda tzv. multimolekulskom adsorpcijom vezana za iste skupine u lancu bjelancevina 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%. Ta voda je zadržana uz proteine mišića u vidu „rešetkaste strukture“ čije nastajanje induciraju nepolarne grupe proteina mišića. Imobilizirana i potpuno slobodna voda čini ostatak od oko 80% vode u mesu. 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). 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).

Padom pH vrijednosti prema izoelektričnoj točki nakon smrti dolazi do pada sposobnosti vezanja vode i intenziviranja boje mesa (Monin, 2004). Izoelektrična točka označava pH vrijednost pri kojoj se električni naboji na amino i karboksilnim grupama proteina odnosno aminokiselina međusobno poništavaju. Minimalna mišićna sposobnost vezanja vode događa se kad je pH oko 5,0 što se poklapa s izoelektričnom točkom aktomiozina (Brewer i sur., 1999), dok se izoelektrična točka miozina, proteina koji veže najviše vode u mesu, događa kad je pH vrijednost oko 5,4 (Offer, 1991). 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. Posljedični izlaz vode iz stanice nosi sa sobom otopljene tvari što se vidi kao gubitak mesnog soka.

Zajedničko djelovanje niske pH vrijednosti i visoke temperature u prvim satima hlađenja kod BMV mesa brže uništava membranu i promovira izlazak mesnog soka (Honikel, 2004). Gubitak mesnog soka može kod BMV mesa iznositi do 10% (Melody i sur., 2004). Offer (1991) navodi da je veliki gubitak mesnog soka djelomično povezan s denaturacijom miozina, koja se povećava što je pad pH vrijednosti brži, a pH vrijednost manja. Što su proteini bliže izoelektričnoj točki to su osjetljivi na denaturaciju. Prema Tamu i sur. (1998) postoji trend povećanja gubitka mesnog soka s povećanjem mase trupa što se može povezati sa sporijim hlađenjem težih trupova što uzrokuje produženje trajanja glikogenolize i spuštanje pH vrijednosti.

### 2.1.3. Boja mesa

Boja mesa je izrazito važan čimbenik u određivanju kvalitete mesa tovnih pilića. U tehnologiji mesa ima važnu marketinšku ulogu i jedan je od najvažnijih organoleptičkih pokazatelja tržišne kvalitete mesa i mesnih proizvoda. Osnovni nositelji boje mesa su spojevi: mioglobin (Mb), zatim hemoglobin (Hb), te drugi spojevi kao što su flavini, kobalamin,

citokromi itd. Mb je ključni nositelj crvene boje mesa, dok je utjecaj Hb i ostalih spojeva na boju mesa gotovo zanemariv. Maseni udio Mb u mesu životinja za klanje kreće se u rasponu od 0,05 do 0,5%. Na boju mesa utječe: vrsta životinja za klanje (npr. svinjetina je svijetlocrvene boje, janjetina tamnije crvena, dok govedina ima najtamniju crvenu boju), spol, dob, starost, anatomska lokacija, način uzgoja i korištenja životinja. Količina Mb, odnosno intenzitet boje mesa proporcionalan je s aktivnošću mišića (aktivniji mišići trebaju više energije, troše više O<sub>2</sub> imaju veći maseni udio Mb i tamniji su). Hemoglobin se nalazi u krvi (u eritrocitima) životinja za klanje, a funkcija mu je reverzibilno (oksidoredukcijsko) vezanje i transport kisika krvlju od pluća do mišićnih vlakana. Tijekom života funkcionalno je vezan s Mb kojem predaje O<sub>2</sub> i koju ulogu reverzibilnog vezanja i transporta O<sub>2</sub> provodi u mišićnom vlaknu. Molekulska relativna masa  $Mr(Hb)$  iznosi 64 500 i gotovo je 4 puta veća od  $Mr(Mb)$  koja iznosi 17 800. To je posljedica građe Hb koja je vrlo slična Mb no za razliku od Mb-a, Hb se sastoji od 4 polipeptidna lanca 2 $\alpha$  i 2 $\beta$  od kojih je na svaki vezan po jedan hem. Prema tome Hb veže 4 molekule O<sub>2</sub> (svaki hem po jednu) pri čemu treba istaknuti ulogu alosteričkog efekta (posljedica vezanja malih molekula) (Pavelić, 2014).

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

- O<sub>2</sub> (poželjan je okolni medij bogat s O<sub>2</sub>),
- pH (djeluje na zatvorenost, odnosno otvorenost strukture mesa, različitu propusnost i lom svjetlosti, te topljivost O<sub>2</sub> u mesu),
- temperatura (povećanje temperature može uzrokovati denaturaciju proteina, također i Mb), povećati parcijalni tlak vodene pare iznad mesa i smanjiti topljivost O<sub>2</sub>,
- 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,
- isušivanje (povećava koncentraciju pigmenta, a suho i hrapavo meso povećava lom svjetlosti),
- mikroorganizmi (aerobni mikroorganizmi troše O<sub>2</sub> i smanjuju njegov parcijalni tlak u okolnom mediju) (Kovačević, 2001).

Boja je uvjetovana proteinskim pigmentom mioglobinom koji je tamnocrvene boje, topljiv u vodi i koji je pohranjen u mišićju. Postoje tri oblika mioglobina mesa:

- purpurnocrveni deoksimioglobin ( $Mb^{2+}$ , ljubičasto-crveni u svježem mesu u odsutnosti kisika),
- svijetlocrveni oksimioglobin ( $MbO_2$ , sjajno crveni, prisutnost kisika) i
- tamnosmeđi metmioglobin ( $MetMb^{3+}$ , smeđe boje, nastaje oksidacija mioglobina).

Rezonantna narav konjugiranih dvostrukih veza hem skupine odgovorna je za sposobnost apsorpcije vidljivog svjetla molekule mioglobina. U oksimioglobinu, željezo iz hem skupine je u dvovalentnom – fero stanju ( $Fe^{2+}$ ), što rezultira formiranjem svijetlo crvene boje, dok je trovalento – feri stanje željeza ( $Fe^{3+}$ ) odgovorno za formiranje tamnije boje metmioglobina koji nije sposoban vezati kisik pa je stoga fiziološki inaktivan. Postmortalna glikoliza uzrokuje pad pH vrijednosti mesa do područja bliskog izoelektričnoj točki mišićnih bjelančevina i povećanje prozirnosti mišićnih vlakana uz povećanje rasipa svjetla na mesu. Jedan od najvažnijih razloga promjena boje BMV mesa je taloženje sarkoplazmatskih bjelančevina koje gube na topljivosti zbog denaturacije i stvaranja netopljivih agregata (Bestvina, 2008).

Boja mesa je za potrošače vrlo značajno svojstvo jer se može vizualno ocijeniti. Može se mjeriti subjektivno (pomoću osoba obučениh za korištenje skale boja) i objektivno (pomoću uređaja). 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 Gōfo, a u novije vrijeme pomoću uređaja Minolta, Labscan II (HunterLab) i drugih, koji mjere parametre boje koji se izražavaju kao vrijednosti  $L^*$  (odnosi se na bljedoću, svjetlinu),  $a^*$  (stupanj crvenila mesa tj. crveno-zeleni spektar) i  $b^*$  vrijednost (mjeri stupanj žute tj. žuto-plavi spektar). Navedeni parametri nazivaju se CIE (Commision Internationale de l' Eclairage, 1976) vrijednostima (Van Oeckel i sur., 1999).



Slika 2. Tamna i svijetla boja pilećih prsa ([www.egormix.com](http://www.egormix.com))

Utjecaj pH 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). Posebice je boja mesa bitna kod potrošača, jer svaki potrošač prvo vizualno procjeni namirnicu i to utječe na njegovu odluku o kupnji, pri čemu očekuju da svježije meso prsa ima svijetlu, blijedo ružičastu boju, a meso bataka sa zabatacima tamno ružičastu boju (Slika 2.) (Janječić, 2006). Takvi primjeri su najčešći prilikom kupovine mesnih proizvoda.

## 2.2. POKAZATELJI OKSIDATIVNE SPOSOBNOSTI MESA

Razvijeno je nekoliko metoda za procjenu produkata lipidne oksidacije u mesu, a najstarija i najčešće korištena metoda je TBARS test. Metoda određivanja TBARS je bazirana na formaciji ružičastog kompleksa s jakom apsorbancijom na 532 – 535 nm kada tiobarbituratna kiselina (TBA) i oksidacijski produkti iz nezasićenih masnih kiselina reagiraju. Budući da reakcija može uključivati nekoliko sekundarnih oksidacijskih produkata, reaktivni sekundarni produkti se obično nazivaju TBA - reaktivne substance ili TBARS ukratko. TBARS test je u čestoj upotrebi usprkos dobro poznatom ograničenju u nedostatku osjetljivosti i specifičnosti. Reakcijski uvjeti kao što su temperatura, vrijeme grijanja, pH i prisustvo antioksidanata te metalnih iona dobro su poznati uzročnici koji značajno utječu na razvoj boje (Botsonglou i sur., 1994).

Test sa tiobarbituričnom kiselinom je prvi put predstavljen još prije 40 godina i danas se svrstava u jednu od najčešće korištenih metoda za detekciju oksidativne degradacije

(stupanj kvarenja) hrane koja sadrži masti. Tokom oksidacije lipida, malonaldehid (MA), manje zastupljena komponenta masnih kiselina sa 3 ili više dvostruke veze, se formira kao produkt degradacije polinezasićenih masnih kiselina. Obično se koristi kao indikator oksidacije lipida, kao rani pokazatelj oksidacije i kao indikator osjetljivosti analitičke metode. U ovom testu, MA reagira sa tiobarbituričnom kiselinom i tvori ružičasto obojen MA - TBA kompleks koji se mjeri spektrofotometrijski pri maksimalnoj apsorpciji na 530 – 535 nm. Opseg oksidacije se očitava kao vrijednost TBARS i označava se u miligramima MA ekvivalentno kilogramu uzorka ili kao mikromoli MA ekvivalentni gramu uzorka. Bitno je napomenuti da alkeni i alkenoidi također reagiraju sa TBA reagensom i tvore ružičasto obojenje. Tako se pojam „reaktivna supstanca tiobarbične kiseline“ (TBARS) sada koristi umjesto MA. TBARS test se može izvoditi na različite načine, od kojih se četiri glavne metode najčešće koriste. One uključuju test za cijeli uzorak, test na vodeni ili kiseli ekstrakt uzorka, test na parni (vodena para) destilat, i test za ekstrakciju lipida iz uzorka. Test za parni destilat (destilacijska metoda) je najčešća metoda koja se koristi za određivanje TBARS vrijednosti. Tarladgis i sur. (1960), su dokazali da je destilacija kiselog uzorka esencijalna za oslobađanje MA iz prekursora ili nekog vezanog oblika (složenog) kako bi nastala maksimalna količina obojenja i posebno kako bi se TBARS izdvojio iz matriksa hrane. Iako je destilacijska metoda najpopularnija TBARS metoda, općenito je smatrana manje preciznom i izvodiom od metode ekstrakcije iz hrane.

TBARS test je često korišten za procjenu oksidativnog stanja za raznovrsne prehrambene sustave, usprkos svojim ograničenjima, kao što je manjak specifičnosti i osjetljivosti. Kao što je već dokazano, mnoge druge tvari mogu reagirati sa TBARS reagensom i povećati apsorpciju, uzrokujući precjenjivanje intenziteta obojenja kompleksa. Interferencije (ometanja u nekom procesu) se mogu pojaviti od dodatne apsorpcije koja dolazi od drugih alkana, 2-alkena, 2,4-alkaloida, ketona, ketosteroida, kiselina, estera, proteina, saharoze, uree, piridina i pirimidina koji se također svrstavaju u TBARS. Npr, reakcija TBARS sa različitim aldehidima rezultira razvojem žutog kromogena (aldehid – TBA spoj) sa maksimalnim stupnjem apsorpcije od 450 nm, što se preklapa sa ružičastim pikom (vrh krivulje) na 532 nm što rezultira abnormalno visokim TBA vrijednostima u određenim slučajevima. Nadalje, prisustvo nečistoća barbiturične kiseline u TBA reagensu može uzrokovati nastajanje dodataka spojeva TBA – MA – barbiturične kiseline i MA – barbiturične kiseline koji apsorbiraju na 513 nm i 490 nm, ukazujući da bi tiobarbiturična kiselina trebala biti pročišćena prije uporabe. Nadovezujući se na prethodno, nitriti mogu

stvarati interferencije (smetnje) u TBARS testu, gdje sulfanilamid može biti dodan u uzorak kako bi se izbjegle interferencije kada je prisutan rezidualni nitrit (ostatak, tragovi nitrata). Kako bi se poboljšala specifičnost i osjetljivost TBARS testa, predlaže se nekoliko različitih modifikacija originalnih TBARS procedura, a one uključuju redukciju (smanjenje) temperature kako bi se stabilizirao žuto obojeni kompleks aldehid – TBA, antioksidativni dodatak uzorku koji se dodaje kako bi se spriječila oksidacija tokom provođenja testa, ekstrakcija MA prije formiranja kromogena, direktne FTIR analize TBARS-a, i upotreba HPLC (High performance liquid chromatography ili tekuća kromatografija visoke učinkovitosti) kako bi se rastavio kompleks prije samog mjerenja ili kako bi se okarakterizirale pojedine vrste TBARS-a. Unatoč svojim ograničenjima, TBARS test je izvrsno sredstvo za evaluaciju lipidne oksidacije u hrani, pogotovo na komparativnim osnovama.

## 2.3. SENZORNA SVOJSTVA

Prema Ressurreccion (2004) najvažniji razlozi koje prosječni europski potrošač uzima u obzir pri odabiru mesa i proizvoda od mesa su: higijena, sigurnost, svježina, nutritivna vrijednost, jasna deklaracija, sastojci, cijena, pakiranje, ugled brenda, pogodnost proizvoda za uporabu, perzistentnost kvalitete, pogodnost za određene prigode, podrijetlo, etički aspekti, ekološki aspekti izgled i senzorna svojstva (okus, boja, aroma itd.). Senzorna svojstva mesa ovisno o tipu proizvoda najčešće obuhvaćaju vanjski izgled (oblik i veličina), pravilnost klaoničke i naknadne obrade, boju mišićnog i masnog tkiva, sočnost, žilavost, nježnost, reološka svojstva, konzistenciju, strukturu, mramoriranost, okus i miris, punoću okusa pri žvakanju i gutanju itd. Senzornu procjenu hrane definiramo kao znanstvenu metodu koja se koristi da bi se potaknula, izmjerila, analizirala i interpretirala njena svojstva kao odgovor na podražaje dobivene putem osjetila vida, mirisa, dodira, okusa i sluha (Stone i Sidel, 1993).

Senzorna procjena je kvantitativna znanstvena metoda, u kojoj se prikupljaju numeričke vrijednosti koje povezuju svojstva proizvoda i ljudsko opažanje. Profesionalni senzoričari bave se ne samo analizom senzornih svojstava hrane nego i predviđanjem na koji način će potrošač prihvatiti određeni proizvod. Pri tome je vrlo važno da se primjeni odgovarajuća senzorna metoda koja će najbolje odgovoriti na pitanja vezana za analizirani proizvod. To je ujedno važno i ako se radi o senzornim pokazateljima koji su instrumentalno (laboratorijski) mjerljivi. U tom smislu se i upitnici ili testovi za senzornu procjenu često klasificiraju prema

osnovnoj svrsi i najčešćem načinu primjene. Stoga kao prvo, treba razlikovati dvije skupine metode senzorne analize: analitičke ili objektivne metode i afektivne ili subjektivne metode senzorne procjene. Kod ocjene senzornih svojstava svježeg mesa danas se najčešće koriste objektivne analitičke metode. Jedno od možda najvažnijih svojstava svježeg mesa, ali i mesnih proizvoda je njegova boja, jer se primjećuje i ocjenjuje na prvi pogled, pa je vrlo važno da meso bude prihvatljive boje.

Svojstvo čvrstoće, nježnosti ili teksture mesa, predstavlja mjeru sile koju čovjek treba upotrijebiti kako bi pregrizao komad mesa. Uz okus i miris, ovo svojstvo spada u jedno od najvažnijih osobina mesa. Na čvrstoću mesa utječe mnogo čimbenika kao što su: koncentracija vezivnog tkiva, stupanj unakrsnog povezivanja peptidnih lanaca unutar molekula kolagena, završne pH vrijednosti, stupanj mišićne kontrakcije pri ulasku u rigor mortis (dužina sarkomere), djelovanje proteolitičkih enzima (kalpains i katepsini) i sadržaj intramuskularne masti. Poznato je da meso s većim udjelom vezivnog tkiva ima čvršću strukturu. Mišićno tkivo koje sadrži kolagen s manjim stupnjem unakrsnog povezivanja bit će nježnije (manje čvrstoće), jer će takav kolagen prevesti u želatinu brže i pri nižim temperaturama. S obzirom na završne pH vrijednosti ustanovljeno je da njezino povećanje od oko 5,5 (izoelektrična točka miofibrilarnih bjelančevina) do 6,1 vodi ka očvršćivanju mesa, dok se daljnjim povećanjem od oko 6,2 - 7,0 meso omekšava (Forest, 1998). Što je veći stupanj razgradnje mišićnih bjelančevina uslijed djelovanja endogenih proteolitičkih enzima, meso je mekše. Meso s većim sadržajem intramuskularne masti mekše je i sočnije (Verbeke i sur., 1999). Na doživljaj mekoće utječu mnogi taktilni osjeti, a ponajviše struktura mesa koja obuhvaća tvrdoću, elastičnost, žvačnost, kohezivnost (povezanost) čak i sočnost. Na strukturu mesa normalno utječu duljina sarkomera, količina i stupanj poprečne povezanosti vezivnog tkiva, te obim proteolitičkih promjena koje se zbivaju *post mortem* tijekom zrenja mesa.

Senzorna svojstva mesa, kao što je mekoća, uobičajeno se procjenjuju putem grupe ocjenjivača (taste panel) pod više – manje kontroliranim uvjetima (objektivno). Primjerice, ustanovljeno je da meso životinja koje su hranjene kukuruzom ima značajno manju elastičnost i tvrđe je za žvakanje od mesa životinja kojoj je u ishrani dodavana pšenica (Lyon i sur., 2004). Sa starošću raste i tvrdoća mesa. Faktori stresa kao što su gladovanje i transport prije klanja mogu dovesti do pojave BMV mesa koja se osim na boju odražava i na teksturu mesa (Zhang i Barbur, 2005). Uvjeti tokom obrade mesa (metoda omamljivanja, temperatura, otkošćavanje) podjednako utječu na teksturu mesa kao i postupci sa životinjama prije klanja (Liu i sur., 2004).

Teksturna svojstva mesa su u prvom redu određena zrenjem mesa, odnosno konverzijom mišića u meso. Tokom ove konverzije, razlikuju se tri faze: faza prije rigora tokom koje -se razlažu spojevi bogati energijom (ATP, kreatin, glikogen), faza u kojoj pH opada;- i faza opuštanja koja je enzimske i fizikalno - kemijske prirode. Sve ove tri faze su pod značajnim utjecajem temperature i brzine hlađenja. Rigor mortis se razvija brže u mišićima koji su aktivniji, brže u crvenim nego u bijelim mišićnim vlaknima. Rigor u filetima prsa može nastati 15 minuta *post mortem*, dok se u muskulaturi bataka može javiti za tri minute *post mortem*. Kompletan rigor u prsima javlja se 2 – 4 sata, a u muskulaturi bataka do dva sata *post mortem* (Kijowski i sur., 1982). Ovaj zaključak je potvrđen analizom mišića sastavljenih uglavnom od crvenih aerobnih vlakana (*m.latisimus dorsi*) i bijelih anaerobnih vlakana (*m. pectoralis*). Aerobni mišići završavaju metaboličku aktivnost dva sata *post mortem*, dok su anaerobni metabolički aktivni još osam sati poslije klanja (Sams i Janky, 1991). Veće skraćanje mišića i veći stupanj koncentracije sarkomera pri rigoru imaju negativan utjecaj na teksturu mesa (Bilgili i sur., 1998). Tekstura mesa životinje se ocjenjuje na cijelom komadu prethodno termički obrađenog mesa, pa uvjeti i metode termičke obrade moraju biti standardizirani. Preporučena temperatura na kojoj se priprema pileće meso radi ocjene teksture treba biti između 75 do 80°C, zatim meso treba da ohladiti na 24 do 28°C, ili se ostavi preko noći na 2 do 5°C (Petracci i Baeza, 2009). Treba voditi računa o veličini uzorka, orijentaciji mišićnih vlakana prilikom sječenja uzorka i zastupljenosti vezivnog tkiva u cilju dobivanja pouzdanih rezultata. Najčešće se tekstura ocjenjuje na bijelom mesu prsa i uzorke treba sjeći paralelno s pružanjem mišićnih vlakana (longitudinalno).

Većina instrumentalnih metoda koje se koriste za određivanje mekoće termički obrađenog mesa bazira se na Warner-Bratzler, Kramer Shear Press ili Tensile testu te su stoga ti rezultati dobiveni objektivnim metodama (Karolyi, 2014). Mehaničke (instrumentalne) metode se češće koriste zbog veće varijabilnosti rezultata ocjene i zbog manjih troškova u odnosu na senzornu metodu. Ostali mehanički načini utvrđivanja čvrstoće mesa uključuju mjerenje sila ugriza „metalnim zubom“ (umjetni ugriz), penetracije, kompresije, istezanja (elastičnost) i sl. (Kušec, 2007).

Miris i okus svježeg mesa se razlikuju u odnosu na termički obrađeno meso (pripremljeno za jelo). Svježe meso ima krvav, metalno-slankast miris i okus (Wasserman, 1972), što se mijenja tijekom termičke obrade. Utvrđeno je nekoliko složenih čimbenika koji utječu na miris i okus mesa životinje. Prema Aliani i Farmer (2005) riboza i tiamin su možda najvažniji čimbenici koji utječu na miris i okus pilećeg mesa. Pored prirodnih komponenti, na

miris i okus jako utječe i ishrana životinje (Lyon i sur., 2004). Miris i okus najbolje se ocjenjuju senzornom analizom.

Riblje ulje i brašno predstavljaju krmiva vrlo bogata polinezasićenim n-3 masnim kiselinama. Međutim, njihovom uporabom u obrocima za perad meso i jaja poprimaju tzv. „riblji“ miris i okus koji je potrošačima odbojan (Hargis i sur., 1991.; Scaife i sur., 1994). Krmiva biljnog podrijetla u obroke za perad se dodaju kako bi se poboljšao profil masnih kiselina u mesu i jajima, uz zadovoljavajući okus proizvoda (Channmugan i sur., 1992.; Ajuyah i sur., 1993). Krmiva poput uljane repice i lana te njihovi nusproizvodi predstavljaju dobar izvor  $\alpha$ -linolenske kiseline, ali su siromašna ili ne sadrže eikozapentaensku i dokozaheksaensku kiselinu u usporedbi s ribljem uljem. Obogaćivanje mesa peradi polinezasićenim n-3 masnim kiselinama najučinkovitije je ako se perad hrani krmnim smjesama koje sadrže ulje morskih riba, pri čemu se može pojaviti nepoželjan miris mesa. Primjena ulja uljarica rezultira značajnim povećanjem sadržaja  $\alpha$ -linolenske kiseline, ali niskom razinom EPA i DHA u mesu peradi, uz prihvatljiv miris i okus (Kralik i sur., 2002).

## 2.4. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE I PRERADE BUČINIH SJEMENKI

Posljednjih je godina na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima Hrvatske zabilježen značajniji interes za proizvodnju bučinih sjemenki namijenjenih preradi u ulje. Interes se posebno odnosi na područja Međimurja i Podravine, gdje je ta proizvodnja i tradicionalna. To se posebno odnosi na sušenje u procesu dorade sjemenki. Buča (*Cucurbita pepo* L.) ili bundeva ima mnogostruku primjenu. Sjemenke se osim za proizvodnju vrlo kvalitetnog ulja, koriste popržene i posoljene kao poznata „grickalica“, zatim za proizvodnju farmaceutskih preparata, kao narodni lijek, u kulinarsvu itd. Ostali dio ploda buče koristi se kao voće, radi sadržaja pektina za đemove i kompote, radi sadržaja vitamina za voćne sokove i dječju hranu, zeleni plodovi se koriste kao povrće itd. U poljoprivredi, pulpa buče koristi se kao stočna hrana, a može se i silirati sa silažnim kukuruzom, koristiti kao prirodno gnojivo itd. Za suvremenu proizvodnju postaju sve zanimljivije vrste bundeva čije sjemenke imaju vrlo reduciranu ljusku, tzv. golice. Za njih vlada veliko zanimanje i potražnja, kako domaće uljarske, kemijske i farmaceutske industrije, tako i za izvoz. Sjemenke s reduciranom ljuskom sadrže između 48 – 52 % ulja. Na jednom hektaru moguće je postići prinos buča, ako se sije u monokulturi i do 80 tona. Buča uspijeva u velikom rasponu temperatura i danas se uzgaja u gotovo svim zemljama svijeta. Prilagođena je naročito za vlažne klimatske uvjete, voli puno

sunca, a stradava od mrazeva ili dugotrajne niske temperature blizu smrzavanju pa se u našim krajevima sije početkom svibnja.

Buča se obično se uzgaja kao zasebni usjev, ali se može uzgajati i kao međuusjev, najčešće u kukuruzu. Španring (1980) navodi da se u tom slučaju najveći prinosi postižu ako se buče siju uz kukuruz za proizvodnju hibridnog sjemena. Prirodni uvjeti kod nas omogućuju izvanredno uspješan uzgoj buča namijenjenih preradi u jestivo ulje. Ovako dobiveno ulje ima specifičan miris, okus, te sadrži izuzetno vrijedne kemijske i ljekovite sastojke pa se zbog toga ubraja u „*delikatesno ulje*“. U Europi je značajan uzgoj buče u Austriji, Rumunjskoj, Mađarskoj, Češkoj, Slovačkoj i Sloveniji. Pred kraj prošlog stoljeća, prema statističkim podacima, u Hrvatskoj je uzgoj buče (isključivo na privatnim posjedima) sve više stagnirao kako zbog neprimjerene tehnologije proizvodnje i dorade sjemenki, tako dijelom i zbog tržišnih uvjeta (Sito i sur., 1998).



Slika 2. Plod buče (Kalšan, 2015).

Uvođenjem buče na oranične površine proširuje se plodored, a ekonomskim efektom prodaje proizvoda od buče (sjemenke i ulja) ova proizvodnja značajno utječe na povećanje životnog standarda u poljoprivrednim područjima, u kojima je poljoprivreda glavni poslodavac i izvor prihoda. Kombiniranim sustavima obrade značajno se utječe na smanjenje antropološkog zbijanja tla a time i na čuvanje i poboljšanje svojstava tla, naročito rizosfere, kao supstrata za uzgoj ratarskih i povrtlarskih kultura. Gubici i oštećenje sjemenki tijekom strojnog ubiranja neki su od razloga slabije ekonomičnosti proizvodnje bučinih sjemenki i time visoke cijene bučinog ulja. Osim relativno visoke nabavne cijene, veliki problem čini masa stroja, te učestali zastoji stroja tijekom rada u vlažnim uvjetima tla.

Tehnološko sušenje je nastavak i dovršenje prirodnog dozrijevanja sjemenki buče. Kako bi omogućili što duže uskladištenje sjemenki proces sušenja mora biti usmjeren u pravcu očuvanja kvalitete sjemenke. Zadatak sušenja je da se sjemenkama ostavi samo ona količina vode koja je sjemenki potrebna za latentni život, koja je toliko oskudna da svodi i biološku aktivnost prisutnih mikroorganizama na minimum. Sjemenka buča sama je po sebi složenog geometrijskog oblika, a sloj sjemenki nije neprekidno tijelo već heterogeni sustav sa različitim svojstvima. Stalna izmjena geometrijskih i aerodinamičkih čimbenika sloja sjemenki, odnosno pogonskih čimbenika sušare (temperatura i brzina zraka sušenja) dodatno stvara probleme glede regulacije i vođenja procesa sušenja.

Sjemenka, poglavito golica, je nježna, osjetljiva, ne samo na visoke temperature tijekom sušenja nego i na mehanička oštećenja od ubiranja pa sve do uskladištenja. Tamnozelenu klorofilnu opnu sjemenke potrebno je u potpunosti sačuvati kako tijekom ubiranja, tako i kasnijom manipulacijom i doradi, jer izravno utječe na boju i okus ulja. S obzirom na različitu strukturu sjemenki golica u odnosu na obične sjemenke s ljuskom, različita je i vlaga sjemenki neposredno nakon izdvajanja od ploda bučinih sjemenki. Proces sušenja zahtijeva veliku potrošnju energije, te predstavlja usko grlo tijekom ubiranja i dorade sjemenki. Iz toga razloga je u sušarskim postrojenjima potrebno osušiti u što kraćem vremenu velike količine vlažnih sjemenki, te se često pribjegava visokim temperaturama zraka za sušenje i preko 100°C. Povećanjem temperature zraka za sušenje od 80 i 100 °C proces se i dalje skraćuje, ali se značajno povećavaju termička naprezanja sjemenki, postaju podložnije lomu i time se izravno narušava kakvoća osušenih sjemenki. Sjemenke golice (Gleissdorf i Slovenska golica) koje su dobrim dijelom nagorene i, napuknute postaju gotovo neupotrebljive za uskladištenje i preradu jer ulju daju loš okus i boju. Međutim, kod običnih sjemenki gotovo da i nema oštećenja, što se može pripisati zaštitnoj ulozi ljuske (Barčić, 2001). Stoga temperatura zraka za sušenje sjemenki golica ne bi smjela prelaziti 45°C kako ne bi došlo do štetnog utjecaja previsokih temperatura na kakvoću finalnog proizvoda.

#### **2.4.1. Uzgoj buče**

Uljna buča je oblik obične bundeve koja je uzgojena za košticu bogatu uljem. Domovinom bundeve smatra se Amerika, odakle je u Europu prenesena zahvaljujući Kolumbovim putovanjima. Na naša područja buča je došla iz Male Azije preko Grčke. Uljna buča je jednogodišnja biljka. Plod je različite veličine i oblika. Meso ploda je žute, narančaste do bijele boje. Koštica je bjelkasta ili žuta (Karlović i Andrić, 1996). Plosnata koštica uljane

uče je zaštićena ljuskom. Ovisno od strukture i udjela celuloze u ljusci, postoje dvije vrste koštice: sa ljuskom i bez ljuske (golica). Kod koštice golice umjesto čvrste, bijele celulozne ljuske na jezgru prijanja tanka opna tamnozeleno boje. Oba tipa koštice koriste se u proizvodnji ulja, međutim golica je pogodnija jer daje veći prinos ulja i pogaču bolje kvalitete. Isto tako obje vrste imaju visok prinos svježeg ploda i suhog zrna, a sadržaj ulja u jezgri golice se kreće od 45 do 49%.



Slika 3. Bučine sjemenke i pogača (Brkan, 2013).

Buče su osjetljive na niske temperature i biljka strada već od slabog mraza. Za klijanje je potrebna temperatura tla od najmanje 14°C, ali tada je klijanje vrlo sporo. Pri optimalnim temperaturama 22 - 24°C buče niknu za 3 – 4 dana. Rast se zaustavlja pri 12°C. U slučaju duljih ljetnih suša buče treba navodnjavati kišenjem ili kapanjem ako su uzgojene na foliji. Buče vrlo dobro uspijevaju na humusnom, pješčano-ilovastom tlu, a ne uspijevaju na izrazito vlažnim tlima. Najpovoljnija reakcija tla je neutralna do malo bazična. Odlikuje se velikim zahtjevima u pogledu topline, vlage, svjetlosti i hranjivih tvari te joj za uzgoj najbolje odgovaraju ravničarski i topli krajevi i tla dobro gnojena stajnjakom. Najbolje uspijevaju na neutralnim (pH 6,5 do 7,5), bogatim i prozračnim tlima. Na težim tlima organska gnojidba može poboljšati prozračnost i propusnost tla za vodu. Kada se siju direktno na otvorenom (u svibnju na kontinentu, a u travnju u Primorju), tada se u kućicu stavljaju 2 – 3 sjemenke na dubinu od 3 do 5 cm, dobro zaliju i prekriju folijom ili staklom (lijehe). Kad sjeme nikne, tada

se zaklon skloni i biljka se dalje normalno razvija. Na istu oraničnu površinu buča ne smije doći najmanje 4 godine, a pretkultura ne smije biti nijedna tikvenjača. Dobar susjed je kukuruz šećerac, zasađen na rubu gredice. Sjetvu je nužno obaviti između 20. travnja i 10. svibnja, kada nema opasnosti od kasnih proljetnih mrazeva, a buče se beru kad listovi požute, a plodovi dobiju narančasto-žutu boju.

#### 2.4.2. Karakteristike bučinog ulja i pogače

Djevičansko bučino ulje se stoljećima koristilo u istočnoj Europi, Indiji i Americi. Proizvodi se iz sjemenki posebne vrste uljne buče. Koštice su ekološki prihvatljive i kao takve koriste se još i u prehrani neprerađene jer su bogat izvor omega masnih kiselina, vitamina i minerala. Nakon procesa proizvodnje ulja tj. procesa prešanja koštice zaostaje visoko kvalitetna pogača. Najčešće se koristi kao stočna hrana, međutim određenu primjenu može se naći i u prehrambenoj industriji (Lederer i Molnar, 1993).

Tablica 2. Kemijske karakteristike bučinog ulja

|                                         |                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Kiselinski broj                         | 1,6 mg KOH/g ulja                 |
| Slobodne (ne-esterificirane) masne kis. | 0,8 g/100 g ulja                  |
| Saponifikacijski broj                   | 185,3 mg KOH/g ulja               |
| Jodni broj                              | 86,7 g I <sub>2</sub> /100 g ulja |
| Peroksidni broj                         | 1,5 mmol O <sub>2</sub> /kg ulja  |

Bučino ulje naročito je bogato vitaminima A, E, C i K. Također sadrži vitamine B skupine, nezasićene masne kiseline, minerale (fosfor, kalcij, magnezij, kalij), lecitin, bjelančevine, te elemente u tragovima. Hladno prešano bučino ulje ima specifična senzorna svojstva, okus i miris su sačuvani kao i svi bitni sastojci, te se osim po izgledu, boji, mirisu i okusu razlikuje i u kemijskom sastavu, nutritivnoj vrijednosti i održivosti od rafiniranog ulja zbog čega postiže vrlo visoku tržišnu cijenu (Pavetić, 2015). Prema vrijednostima kiselinskog broja, slobodnih masnih kiselina, saponifikacijskog broja, jodnog broja i peroksidnog broja (Tablica 2), može se zaključiti da konzumacija bučinog ulja djeluje blagotvorno na zdravlje čovjeka. Bučino ulje ima izrazit, bogat, specifičan i jedinstven okus. Sadrži esencijalne masne kiseline, lecitin, bjelančevine, salicilnu kiselinu koja sprječava grušanje krvi, silicijevu

kiselinu i drugo. Važnost bučinog ulja u prehrani manifestira se ublažavanjem poteškoća u upalnim procesima urinarnog trakta, a posebice prostate i otežanog mokrenja. Iz prikaza u Tablici 3. vidljivo je da bučino ulje odgovara zahtjevima Pravilnika o jestivim uljima i mastima (NN 41/2012).

Bučina pogača sadržava oko 12% masnoća, izuzetno je bogata proteinima, vitaminima i mineralima, pa je izuzetno vrijedna i u ljudskoj prehrani (Brkan, 2013). Pogača koja zaostaje nakon prešanja je bogata kvalitetnim proteinima, po sastavu slična proteinima suncokreta. Najčešće se koristi kao stočna hrana, a određenu primjenu ima u kulinarstvu i prehrambenoj industriji (konditorska industrija, za bojanje tjestenine, mliječna industrija) (Leder i sur., 1993).

Kemijski sastav jako varira, ovisno o količini ulja i udjelu ljuske. Postoje kultivari bez ljuske čiji nusproizvodi sadrže mnogo bjelančevina u odnosu na one s ljuskom. Pogače bez ljuske sadrže oko 49% sirovih bjelančevina i oko 7% sirovih vlakana. Ugodnog su mirisa i okusa. Krmivo proizvedeno od oljuštenog zrna može se koristiti u hranidbi svinja i starije peradi, ali se usprkos velikoj količini bjelančevina, zbog manjka lizina koristi uz ostala bjelančevinasta krmiva. Odlično je krmivo za preživače jer poboljšava okus, kompletnih i dopunskih krmnih smjesa (Dumovski i Milas, 2004). Buča sadrži malo suhe tvari (oko 10%). Po hranidbenoj vrijednosti je slična stočnoj repi. Govedima se daje u sirovom stanju, isjeckana na krupne komade. Svinje je jedu dobro i sirovu i kuhanu (Zvekić i Popović 2005).

Sačme i pogače za hranidbu životinja iz članka 16. moraju udovoljavati ovim općim uvjetima:

- 1) miris im je svojstven sirovini od koje se proizvode, nemaju miris truleži ili otapala kojim je obavljana ekstrakcija i nisu užegle,
- 2) ne sadrže više od 1% stranih primjesa, a ako su od oljuštena orašca udio stranih primjesa može biti do 2%,
- 3) ne sadrže štetne tvari u količinama većim od dopuštenih.

Tablica 3. Sačme i pogače za hranidbu životinja iz članka 16. moraju udovoljavati ovim i posebnim uvjetima:

| Vrsta<br>proizvoda i<br>nusproizvoda | Opis proizvoda i<br>nusproizvoda | Sirove<br>bjelan-<br>čevine<br>najmanje | Vlaga<br>do<br>% | Sirova<br>vlakna<br>do % | Sirova<br>mast<br>do % | Pepeo<br>do % | Djelo-<br>vanje<br>ureaze<br>mg |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------------------|--------------------------|------------------------|---------------|---------------------------------|
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------------------|--------------------------|------------------------|---------------|---------------------------------|

|                             |                                                                                                                              | %  |    |    |   |   | Ng/min |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|---|--------|
| Pogača od bundevina sjemena | Proizvod dobiven tiještenjem oljuštena bundevina sjemena (Cucurbita maxima, Cucurbita melanosperma, Cucurbita moshata i dr.) | 49 | 12 | 7  | 5 | 8 | -      |
| Saćma od bundevina sjemena  | Proizvod dobiven ekstrakcijom oljuštena i djelomično oljuštena bundevina sjemena                                             | 45 | 12 | 14 | 4 | 9 | -      |

## 2.5. POGAČE I SAČME DRUGIH ULJARICA

Sojina saćma ili pogača je glavni proteinski dodatak koji se koristi kao dodatak prehrani i s kojim se alternativni izvori proteina uspoređuju. Sojom ili sojinom saćmom se može hraniti sva perad, a nastaje kao nusproizvod ekstrakcije ulja. Ulje se izvlači iz soje primjenom tlaka (mehaničkom ekstrakcijom) ili ekstrakcijom otapalima. Većina komercijalnih krmiva koristi otapalima ekstrahirano sojinu saćmu. Samo mehanički ekstrahirana sojina saćma može se koristiti u organskom tovu peradi. Sojina saćma ili pogača imaju visoki udio proteina u usporedbi s drugim biljnim izvorima proteina. Također, sojina saćma ima odličan aminokiselinski sastav koji odgovara onom u kukuruzu koji je primarni izvor energije za perad. U posljednjih nekoliko godina pojedini proizvođači pogotovo oni manji su postali zainteresirani za prestanak korištenja soje i njezinih nusproizvoda. Dio zabrinutosti proizlazi iz činjenice da je većina soje proizvedena u SAD-u od genetski modificiranog sjemena. Proizvođači su također zabrinuti prisustvom fitoestrogena. Fitoestrogen oponaša djelovanje ženskog hormona estrogena, ali studije koje su istraživale učinke fitoestrogena na ljudsko zdravlje su poprilično nedorečene. Pojedina istraživanja su čak pokazala na prednosti i poboljšanje nekih zdravstvenih pitanja. Međutim, treba imati na umu, da soja nije jedini izvor fitoestrogena u ljudskoj prehrani. Ostali izvori su kava, čaj, orasi, uljarice (lan, sezam, suncokret i td.), grah, češnjak, luk, crno vino, kupus, brokula, bobice, plodovi (jabuke, breskve i lubenice), lucerna i klice djeteline (<http://articles.extension.org>).

Suncokret je vrlo raširena uljarica i stoga je suncokretova sačma ili pogača često krmivo. Cijela sjemenka suncokreta može biti uključena u hranidbi brojlera u količini od 15% do 20% sadržaja krmne smjese. Suncokretova pogača je nusproizvod ekstrakcije ulja iz sjemenki suncokreta. Ekstrakcijsko otapalo za izdvajanje ulja je učinkovitije od mehaničke ekstrakcije. Istraživanja pokazuju da suncokretova pogača može sačinjavati 28% - 30% krmne smjese u prehrani brojlera bez štetnih učinaka na rast i iskorištenje hrane. Uz to, peletiranje može dodatno poboljšati iskoristivost. Međutim, najznačajnija ograničavajuća aminokiselina u obrocima koji koriste suncokretovu pogaču je lizin. Trajanje i temperatura obrade sjemena utječe na količinu lizina u konačnom sadržaju. Udio vlakana u hrani ovisi u kolikoj su mjeri uklonjene ljuske sjemena prije ekstrakcije ulja (<http://articles.extension.org>).

Repičina pogača je također nusproizvod procesa ekstrakcije ulja. U proizvodnji ulja se uglavnom koristi ekstrakcija otapalima. Repičina pogača dobivena ekstrakcijom na mehanički način primjenjiva je u organskom uzgoju životinja. Mehanička ekstrakcija nije učinkovita kao ekstrakcija otapalima jer hrana od dvostruko prešane uljane repice daje veći udio masti nego hrana u kojoj je ekstrakcija dobivena otapalom. Korištenje repičine pogače je bilo ograničeno jer je davalo nižu razinu dostupnog proteina i sam sadržaj energije u odnosu na sojinu sačmu. Glavni čimbenik koji utječe na hranjivu dostupnost je vlaknasti dio od sjemena uljane repice. Perad slabo probavlja vlaknasti dio što daje nižu probavljivost i energiju. Repičina sačma sadrži neškrobne polisaharide i glukozinolate koji smanjuju dostupnost hranjivih tvari, a mogu se raspasti do toksičnih spojeva. Moderni sojevi uljane repice sadrže vrlo malo glukozinolata. Repičina pogača se najčešće koristi u hranidbi kokoši nesilica. Nekada je u hranidbi bila ograničena na manje od 10% zbog niskog, ali značajnog mortaliteta uslijed krvarenja jetre pri upotrebi u većim udjelima. Današnji sojevi mogu u hrani za kokoši nesilice činiti čak 17% bez štetnih zdravstvenih posljedica. Dokle god je repičina pogača dio izbalansiranog obroka u dijelu probavljivosti aminokiselina, može činiti do 20% krmne smjese za brojlere bez negativnih utjecaja na rast i iskoristivost hrane. Manji energetska sadržaj repičine pogače u usporedbi sa sojinom sačmom često dovodi do ograničene upotrebe repičine pogače u visoko-energetskim smjesama za brojlere (<http://articles.extension.org>).

### **3. HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Bučina pogača nastaje kao nusprodukt proizvodnje ulja pri čemu se sjemenke kratko zagriju na 100 – 120 °C nakon čega slijedi prešanje. Zagrijavanjem sjemenki se olakšava izdvajanje ulja, ali i postiže specifična aroma i okus po orašastim plodovima i prženom. Tako dobivena bučina pogača ima visoku ješnost uslijed termičke obrade pri preradi i zbog sadržaja ulja od 10%. Nadalje, bučina pogača može se upotrijebiti u hranidbi stoke pri izradi krmnih smjesa za perad i svinje jer zbog iznimno visokog udjela proteina (57-60%) može poslužiti kao zamjena za sojinu sačmu. Međutim, dodatak bučine pogače u krmne smjese za perad mogao bi imati utjecaj na fizikalno-kemijske i senzorne karakteristike mesa.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi fizikalno-kemijske (pH vrijednost, boju, sposobnost vezanja vode, TBARS vrijednost) i senzorne karakteristike mesa brojlera hranjenih s dodatkom 5 i 10% bučine pogače u krmne smjese.

## 4. MATERIJALI I METODE

### 4.1. KRMIVA I IZRADA SMJESA

U prvoj fazi istraživanja u laboratoriju Zavoda za hranidbu životinja pri Agronomskom fakultetu u Zagrebu izvršeno je ispitivanje kemijskog sastava bučine pogače, a rezultati analize prikazani su u tablici 4.

Tablica 4. Kemijski sastav bučine pogače

| Pokazatelj                              | Bučina pogača |
|-----------------------------------------|---------------|
| Vlaga, g/kg                             | 49,00         |
| Pepeo, g/kg                             | 97,00         |
| Sirovi protein, g/kg                    | 574,00        |
| Pravi protein, g/kg                     | 529,40        |
| Mast, g/kg                              | 106,00        |
| Sirova vlakna, g/kg                     | 22,00         |
| Neutralna detergent vlakna, g/kg        | 85,00         |
| Kisela detergent vlakna, g/kg           | 43,00         |
| Kalcij, g/kg                            | 8,40          |
| Fosfor, g/kg                            | 18,10         |
| Natrij, g/kg                            | 7,60          |
| Kalij, g/kg                             | 14,20         |
| Peroksidni broj, meq O <sub>2</sub> /kg | 23,15         |

Na temelju dobivenih rezultata ispitivanja kemijskog sastava napravljene su recepture za sastavljanje krmnih smjesa koje su prikazane u tablici 5. Početne krmne smjese označene su oznakama PS-0, PS-5 i PS-10, a završne krmne smjese oznakama PF-0, PF-5 i PF-10. Pritom je u smjesama PS-0 i PF-0 udio bučine pogače iznosio 0 %, u smjesama PS-5 i PF-5 je udio bučine pogače iznosio 5 %, dok je u smjesama PS-10 i PF-10 udio bučine pogače iznosio 10 %. Sve krmne smjese izmiješane su u tvornici stočne hrane Kušić-Promet.

Tablica 5. Sirovinski sastav početnih (PS; starter) i završnih (PF; finiše) krmnih smjesa

| Krmivo, %                   | Početna smjesa |       |       | Završna smjesa |       |       |
|-----------------------------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
|                             | PS-0           | PS-5  | PS-10 | PF-0           | PF-5  | PF-10 |
| Kukuruz                     | 52,35          | 54,70 | 57,60 | 58,40          | 60,50 | 63,40 |
| Sojina sačma                | 39,80          | 33,00 | 26,00 | 34,70          | 28,00 | 21,00 |
| Bučina pogača               | 0,00           | 5,00  | 10,00 | 0,00           | 5,00  | 10,00 |
| Ulje                        | 3,90           | 3,50  | 2,80  | 3,30           | 3,00  | 2,30  |
| Monokalcij fosfat           | 1,20           | 1,15  | 1,10  | 1,10           | 1,10  | 1,00  |
| Vapnenac                    | 1,65           | 1,65  | 1,60  | 1,50           | 1,50  | 1,50  |
| Sol                         | 0,40           | 0,30  | 0,20  | 0,40           | 0,30  | 0,20  |
| DL metionin                 | 0,20           | 0,20  | 0,20  | 0,10           | 0,10  | 0,10  |
| Vitaminsk-mineralni premiks | 0,50           | 0,50  | 0,50  | 0,50           | 0,50  | 0,50  |

## 4.2. ODVIJANJE POKUSA

U razdoblju od 03. 02. do 17. 03. 2015. godine u pokusnom objektu Zavoda za hranidbu životinja pri Agronomskom fakultetu u Zagrebu proveden je biološki pokus s tovnim pilićima. U pokusu je korišteno 360 muških jednodnevnih brojlera (Ross 308) porijeklom iz valionice „Hrašćanec“. Slučajnim izborom pilići su svrstani u dvanaest skupina po 30 jedinki u svakoj skupini. Radi izbjegavanja pozicijskog efekta istraživanja skupine u pokusnom objektu bile raspoređene kako je prikazano u tablici 6. Svaki tretman je imao četiri ponavljanja (3x4) pri čemu su formirane 3 skupine: P-0 skupina kojoj u hranu nije dodavana bučina pogača, P-5 skupina kojoj je u krmne smjese dodano 5 % bučine pogače, te P-10 skupina kojoj je dodano 10 % bučine pogače u krmne smjese.

Tablica 6. Plan smještaja pokusnih skupina pilića

| Skupina            | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Udio bučine pogače | 0  | 5  | 10 | 0  | 5  | 10 | 0  | 5  | 10 | 0  | 5  | 10 |
| Broj pilića        | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |

Pokusne skupine brojlera bile su smještene u prethodno pripremljen i dezinficiran objekt. Brojleri su bili 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 brojleri su grijani infracrvenim žaruljama jačine 250 W. Sam objekt je još dodatno grijan s dva električna radijatora. Temperatura u zoni boravka brojlera iznosila je 32 °C na početku pokusa, te je postupno snižavana podešavanjem visine žarulja, a u skladu s tehnološkim normativima.

### 4.2.1. Hranidba i napajanje brojlera

Brojleri su hranjeni "ad libitum" prvih sedam dana iz pocinčanih podnih hranilica, a zatim do kraja istraživanja iz pocinčanih okruglih visećih hranilica kapaciteta 10 kg. Konstrukcija hranilice je smanjila rasip hrane na minimum. Brojleri su u prvih sedam dana

pili vođu iz okruglih plastičnih pojilica, a nakon toga iz automatskih okruglih visećih pojilica koje su redovito prane i dezinficirane.

Hranidbeni tretman bio je podijeljen u dvije faze. U prvoj fazi u dobi pilića od 1. do 18. dana pilići su konzumirali početnu krmnu smjesu (starter), a u drugoj fazi od 19. do 42. dana završnu krmnu smjesu (finišer). Pritom su pilići skupine P-0 konzumirali krmne smjese PS-0 i PF-0, pilići skupine P-5 krmne smjese PS-5 i PF-5, dok su pilići skupine P-10 konzumirali krmne smjese PS-10 i PF-10. Hranidba brojlera tijekom posljednjih 7 dana provodila se pomoću smjesa istog sirovinskog sastava (PF-0, PF-5 i PF-10), ali bez dodatka kokcidostatika.

#### 4.3. MJERENJE FIZIKALNIH KARAKTERISTIKA MESA BROJLERA

Fizikalne analize mesa provedene su na uzorku od 10 trupova brojlera po svakom tretmanu, odnosno na ukupno 30 trupova brojlera. Nasumično izabrani brojleri su prije klanja označeni te su potom klaonički obrađeni (šurenje, skidanje perja, vađenje unutrašnjih organa) za 45 minuta. Nakon hlađenja izdvojeni su od 24 sata uslijedilo je mjerenje pH vrijednostipomoću prijenosnog pH-metra IQ 150 (IQ Scientific Instruments, USA) opremljenog ubodnom elektrodom (Schott BlueLine 21pH). Mjerenje pH vrijednosti izvršeno je na kranijalnom dijelu mišića *m. pectoralis superficialis* na desnoj strani trupa. Mjerenje boje je provedeno uređajem Minolta Chroma Meter CR-410 sa standardnom iluminacijom za meso D65 i korištenjem CIE  $L^*a^*b^*$  spektra boja u sredini mišića *m. pectoralis superficialis* s ventralne strane na desnoj strani trupa. Mjerenje boje ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) provedeno je nakon stabilizacije boje od 30 minuta, pri čemu pokazatelj  $L^*$  označava svjetlinu (bljedoću, *engl. lightness*) mesa prikazanu od 0 (potpuno crno-tamno) do 100 (potpuno bijelo-svjetlo). Pokazatelj  $a^*$  (*engl. redness*) označava intenzitet crvene boje kada su vrijednosti od 0 do +60, odnosno zelene boje kada su vrijednosti od -60 do 0. Pokazatelj  $b^*$  (*engl. yellowness*) označava intenzitet žute boje kada su vrijednosti od 0 do +60, odnosno plave boje kada su vrijednosti od -60 do 0.

Mjerenje gubitka mesnog soka (*engl. drip loss*) izvršeno je na način da je na kranijalnom dijelu mišića *m. pectoralis superficialis*desne polovice prsiju oblikovan uzorak oblika valjka promjera 4 cm i visine 3 cm. Takvi uzorci su obrisani apsorbirajućim papirom i izvagani na vagi Mettler Toledo P1200 s preciznošću 0,01 g te postavljeni u kontejner promjera 6 cm i visine 12 cm na tanku plastičnu mrežicu veličine oka 1x0,5 cm na način da ne dodiruju stjenke kontejnera. Tako pripremljeni uzorci su čuvani u hladnjaku na temperaturi

+4 °C. Uzorci su vagani nakon 24 sata čuvanja u hladnjaku, a prije vaganja su nakratko obrisani apsorbirajućim papirom. Gubitak mesnog soka je izračunat kao razlika između početne mase uzoraka i mase uzoraka nakon čuvanja uzorka od 24 sata podijeljena s početnom masom uzoraka te pomnožena sa 100 (Honikel, 1998) i izražen je u postotku.

Gubitak kod kuhanja (*engl. cooking loss*) određen je na uzorcima mišića *m. pectoralis superficialis* na desnoj polovici napravljenima na način kao i uzorci za gubitak mesnog soka. Takvi uzorci su nakratko obrisani apsorbirajućim papirom te izvagani na vagi Mettler Toledo P1200 s preciznošću 0,01 g, stavljeni u vrećice HDPE (polietilen visoke čvrstoće) i kuhani u kipućoj vodi temperature 95-98 °C do postizanja temperature 75 °C u središtu uzorka. Nakon kuhanja uzorci su ohlađeni u ledenoj vodi na temperaturu 15 °C, nakratko obrisani apsorbirajućim papirom i ponovno izvagani. Gubitak kod kuhanja izračunat je kao razlika između početne mase uzoraka i mase uzoraka nakon kuhanja, podijeljena s početnom masom uzoraka te pomnožena sa 100 (Honikel, 1998) i izražen je u postotku.

#### 4.4. ANALIZA OKSIDATIVNE STABILNOSTI

Analiza oksidativne stabilnosti izvršena je mjerenjem TBARS vrijednosti 3 uzorka abdominalne masti iz svake skupine u tri ponavljanja, a provedena je 24 sata nakon klanja brojlera. Uzorci abdominalne masti za analizu samljeveni su u mikseru do pastozne forme nakon čega je 2 g preneseno u polipropilenske epruvete od 50 ml. Potom je dodano 10 ml 5 %-tne trikloroctene kiseline (TCA) i 5 ml heksana sa 0,8 %-tnim butiliranim hidriksitoluenom (BHT). Ovako pripremljen uzorak je usitnjen (Ika T10 basic, UltraTurrax, Njemačka) tijekom 30 sek, a nakon toga dodatno homogeniziran vorteksiranjem (Ika Vortex 3, Njemačka) tijekom 10 sek te centrifugiran 5 minuta kod 4000 okretaja (Centric 322A, Tehnica, Slovenija). Nakon centrifugiranja je izdvojen gornji sloj s heksanom, a donji tekući sloj je profiltriran preko kvantitativnog filtera papira (Munktell grade 391, Njemačka). Zatim je otpipetirano 2 ml alikvota te je dodano 1,5 ml 0,6 %-tne 2-tiobarbiturne kiseline (TBA) u PP epruvetice. Epruvetice su potom začepljene i stavljene u vodenu kupelj na temperaturu od 90 °C kroz 30 minuta. Nakon vađenja iz vodene kupelji epruvetice su ohlađene u hladnoj vodi kroz 20 min i izmjerena je apsorbancija na spektrofotometru na 532 nm (Heliosy, Thermo Electron Corporation, Ujedinjeno Kraljevstvo) naspram slijepog uzorka koji je sadržavao 2 ml TCA i 1,5 ml 0,6 %-tne TBA. Rezultati TBARS vrijednosti izraženi su u mg/kg malonodialdehida (MDA), a preračunati su iz standardne krivulje koristeći 1,1,3,3-tetrametoksipropen (TMP).

#### 4.5. SENZORNA ANALIZA

Senzorna analiza prsnih mišića tovnih pilića provedena je 48 sati nakon klanja i hlađenja lijevih polovica pilećih prsiju sastavljenih od mišića *m. pectoralis superficialis*. Upotrijebljena je metoda triangl test, a u istraživanju je sudjelovalo 42 ocjenjivača koji su završili edukaciju iz senzorne analize i koji su prethodno već sudjelovali u sličnim analizama. Uzorci su pripremljeni u obliku valjka promjera 4 cm i visine 3 cm te su kuhani u kipućoj vodi temperature 95-98 °C do postizanja temperature 80 °C u središtu uzorka bez dodavanja soli i začina. Kuhani uzorci su potom ostavljeni na sobnoj temperaturi 10 minuta i rezani na četvrti te čuvani na temperaturi 50 °C do konzumacije. Pri provedbi triangl testa, svakom ocjenjivaču su dana tri kodirana uzorka i rečeno im je da su dva uzorka ista, a jedan različit. Ocjenjivači su bili upitani da odrede različit uzorak i napomenu dali se uzorak razlikovao u mirisu, okusu ili teksturi. Ocjenjivači su zamoljeni da prije uzimanja svakog pojedinačnog uzorka isperu usta pitkom vodom te konzumiraju neslani kruh radi neutralizacije usta.

#### 4.6. STATISTIČKA OBRADA

Dobiveni podaci obrađeni su pomoću statističkog programa SAS Studio University Edition 3.4 (SAS Institute, 2015). Prosječne vrijednosti i mjere varijabilnosti istraživanih svojstava utvrđene su korištenjem procedure MEANS dok je u analizi pH vrijednosti, boje, gubitka mesnog soka, gubitka kod kuhanja i TBARS vrijednosti korištena procedura GLM, a kada je utjecaj bio značajan za usporedbu srednjih vrijednosti korišten je LSD test za  $P=0,05$ . Podaci dobiveni triangl testom obrađeni su izračunom statističke značajnosti bazirane na broju točnih odgovora (Stone i Sidel, 2004).

## 5. REZULTATI I RASPRAVA

### 5.1. FIZIKALNO-KEMIJSKI POKAZATELJI

U tablici 7. prikazana je opisna statistika praćenih pokazatelja tehnoloških po tretmanima. Kontrolna skupina K je hranjena s komercijalnom krmnom smjesom, dok je pokusna skupina P-5 hranjena s dodatkom 5% bučine pogače, a skupina P-10 s 10% bučine pogače. Prosječna pH vrijednost u ovom istraživanju kretala se u rasponu od 5,73 do 5,77, što je slično rezultatima istraživanja Strmečki (2015) gdje se pH vrijednost kretala u rasponu od 5,71 do 5,78. Također, utvrđene pH vrijednosti u prsnim mišićima brojlera u skladu su s literaturnim podacima stranih autora (Barbut i sur., 2005; Bihan-Duval i sur., 1999; Harford, 2014), dok su nešto veće pH vrijednosti prsnog mišića utvrđene u istraživanju Kralik i sur. (2011) s rasponom od 5,89 do 6,00. Prosječna vrijednost pokazatelja boje L\* kretala se od 61,79 (tretman P-5) do 62,31 (tretman K), pokazatelja boje a\* od 12,87 do 13,90, a pokazatelja boje b\* od 14,25 do 14,75. Vrlo slične vrijednosti utvrđene su u istraživanju Strmečki (2015) s izuzetkom nešto manjih vrijednosti za pokazatelj boje a\*. Utvrđene vrijednosti L\*, a\* i b\* su veće nego u prethodnim istraživanjima (Barbut i sur., 2005; Bihan-Duval i sur., 1999; Harford, 2014; Kralik i sur., 2011).

Prosječne vrijednosti gubitka mesnog soka iznosile su od 2,32% (tretman K) do 2,47% (tretman P-10), dok su prosječni gubici kod kuhanja iznosili od 15,53% (tretman P-10) do 17,70 % (tretman P-5). Dobivene vrijednosti su veće nego što je utvrđeno u prethodnim istraživanjima (Barbut i sur., 2005; Bihan-Duval i sur., 1999; Harford, 2014), a vrlo slični prethodnim istraživanjima Strmečki (2015), dok su Kralik i sur. (2011) utvrdili i veće gubitke (osobito kod kuhanja). Vrijedi spomenuti da se metodologije mjerenja gubitaka mesnog soka i gubitaka kod kuhanja djelomično razlikuju između pojedinih autora, što može biti razlog uočenim razlikama.

Prosječne TBARS vrijednosti abdominalne masti kretale su se u rasponu od 0,432 (tretman P-10) do 0,594 (tretman P-5). Slične TBARS vrijednosti abdominalne masti navode López-Ferrer i sur. (1999) u rasponu od 0,21 do 0,91 ovisno o hranidbi brojlera biljnim uljima.

Tablica 7. Opisna statistika svojstava po tretmanima

| Tretman <sup>1</sup> | Pokazatelj             | Prosjek $\pm$ standardna devijacija | Standardna greška | Najmanja vrijednost | Najveća vrijednost | Koeficijent varijacije, % |
|----------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|
| K                    | pH vrijednost          | 5,73 $\pm$ 0,04                     | 0,01              | 5,67                | 5,78               | 0,63                      |
|                      | Boja - L*              | 62,31 $\pm$ 2,43                    | 0,67              | 56,64               | 65,46              | 3,90                      |
|                      | Boja - a*              | 13,90 $\pm$ 1,66                    | 0,46              | 11,11               | 17,55              | 12,56                     |
|                      | Boja - b*              | 14,75 $\pm$ 1,76                    | 0,49              | 11,19               | 17,31              | 11,90                     |
|                      | Gubitak mesnog soka, % | 2,32 $\pm$ 0,59                     | 0,16              | 1,60                | 3,64               | 25,51                     |
|                      | Gubitak kod kuhanja, % | 17,20 $\pm$ 1,58                    | 0,46              | 14,37               | 19,31              | 9,17                      |
|                      | TBARS vrijednost       | 0,509 $\pm$ 0,04                    | 0,03              | 0,409               | 0,605              | 14,05                     |
| P-5                  | pH vrijednost          | 5,77 $\pm$ 0,15                     | 0,05              | 5,67                | 6,14               | 2,63                      |
|                      | Boja - L*              | 61,79 $\pm$ 3,33                    | 1,11              | 55,31               | 65,23              | 5,39                      |
|                      | Boja - a*              | 13,28 $\pm$ 1,56                    | 0,52              | 10,54               | 16,14              | 11,74                     |
|                      | Boja - b*              | 14,68 $\pm$ 2,64                    | 0,88              | 9,66                | 19,34              | 18,02                     |
|                      | Gubitak mesnog soka, % | 2,41 $\pm$ 0,52                     | 0,18              | 1,62                | 2,92               | 21,65                     |
|                      | Gubitak kod kuhanja, % | 17,70 $\pm$ 3,93                    | 1,39              | 11,21               | 23,38              | 22,20                     |
|                      | TBARS vrijednost       | 0,594 $\pm$ 0,02                    | 0,03              | 0,423               | 0,612              | 15,00                     |
| P-10                 | pH vrijednost          | 5,74 $\pm$ 0,10                     | 0,04              | 5,66                | 5,98               | 1,78                      |
|                      | Boja - L*              | 61,97 $\pm$ 1,63                    | 0,58              | 59,86               | 64,06              | 2,63                      |
|                      | Boja - a*              | 12,87 $\pm$ 1,02                    | 0,36              | 11,27               | 14,14              | 7,93                      |
|                      | Boja - b*              | 14,25 $\pm$ 1,91                    | 0,68              | 10,86               | 17,74              | 13,40                     |
|                      | Gubitak mesnog soka, % | 2,47 $\pm$ 1,14                     | 0,40              | 1,00                | 4,87               | 46,05                     |
|                      | Gubitak kod kuhanja, % | 15,53 $\pm$ 3,46                    | 1,22              | 9,91                | 20,04              | 22,26                     |
|                      | TBARS vrijednost       | 0,432 $\pm$ 0,02                    | 0,01              | 0,421               | 0,489              | 6,20                      |

<sup>1</sup>K: kontrolna skupina; P-5: skupina hranjena krmnim smjesama s dodatkom 5% bučine pogače; P-10: skupina hranjena krmnim smjesama s dodatkom 10% bučine pogače

Između analiziranih svojstava, vrijednost pH je bila najmanje varijabilna s koeficijentima varijacije od 0,63% (tretman K) do 2,63% (tretman P-5). Potom slijedi koeficijent varijacije pokazatelja boje L\* s iznosima od 2,63% (tretman P-10) do 5,39% (tretman P-5). Nešto veća varijabilnost između tretmana utvrđena je kod svojstava a\* i b\*, jer je koeficijent varijacije iznosio od 7,93% do 12,56% kod pokazatelja boje a\*, odnosno od 11,90% do 18,02% kod pokazatelja boje b\*. Slično tome je bila varijabilnost vrijednosti TBARS s koeficijentima varijacije od 6,20% do 15,00%. Navedeni koeficijenti varijacije manji su od 20% što ukazuje na zadovoljavajuću ujednačenost svojstava unutar tretmana.

Statističkom analizom utvrđeni su koeficijenti varijacije veći od 20% za svojstva vezanja vode. Točnije, koeficijenti varijacije gubitka kod kuhanja iznosili su od 9,17% (tretman K) do 22,26% (tretman P-10). Još veći koeficijenti varijacije utvrđeni su kod gubitka mesnog soka s rasponom od 21,65% (tretman P-5) do 46,05% (tretman P-10). Navedeno ukazuje na nezadovoljavajuću ujednačenost, odnosno veću varijabilnost pokazatelja vezanja vode u odnosu na pH vrijednost, boju i TBARS vrijednost.

U tablici 8. prikazan je utjecaj dodatka bučine pogače u smjesu za hranidbu brojlera na fizikalno-kemijska svojstva mesa. Statističkom analizom nije utvrđena značajna razlika između tretmana u svojstvima pH vrijednosti, boje i pokazatelja sposobnosti vezanja vode. Slične rezultate utvrdili su Gopinger i sur. (2014) pri dodavanju repičine pogače u iznosima 10, 20, 30 i 40% te zaključili da je moguće dodavati do 40% repičine pogače bez utjecaja na tehnološke pokazatelja kakvoće mesa.

Tablica 8. Utjecaj dodatka bučine pogače u smjesu za hranidbu brojlera

| Pokazatelj                  | Tretman <sup>1</sup> |                    |                    |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|                             | K                    | P-5                | P-10               |
| pH vrijednost               | 5,73                 | 5,77               | 5,74               |
| Boja - L*                   | 62,31                | 61,79              | 61,97              |
| Boja - a*                   | 13,90                | 13,28              | 12,87              |
| Boja - b*                   | 14,75                | 14,68              | 14,25              |
| Gubitak mesnog soka, %      | 2,32                 | 2,41               | 2,47               |
| Gubitak kod kuhanja, %      | 17,20                | 17,70              | 15,53              |
| TBARS vrijednost, mg MDA/kg | 0,509 <sup>a</sup>   | 0,594 <sup>b</sup> | 0,432 <sup>c</sup> |

<sup>1</sup>K: kontrolna skupina; P-5: skupina hranjena krmnim smjesama s dodatkom 5% bučine pogače; P-10: skupina hranjena krmnim smjesama s dodatkom 10% bučine pogače

<sup>a b c</sup>: Vrijednosti označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05)

Obradom podataka TBARS vrijednosti utvrđena je statistički značajna razlika između tretmana. Pritom je tretman P-5 imao najveću TBARS vrijednost (0,594), manja vrijednost je utvrđena kod tretmana K (0,504), dok je kod tretmana P-10 utvrđena najmanja TBARS vrijednost (0,432). Sve navedene vrijednosti bile su značajno različite između tretmana ( $P < 0,05$ ). Prethodna istraživanja TBARS vrijednosti abdominalne masti proveli su López-Ferrer i sur. (1999) pri utvrđivanju utjecaja dodavanja različitih ulja u smjesu brojlerima. Spomenuti autori su utvrdili značajne razlike u TBARS vrijednosti od skupina hranjenih uz dodatak suncokretovog i repičinog ulja (0,21 i 0,45) u odnosu na skupine hranjene uz dodatak sojinog i lanenog ulja (0,83 i 0,91). Isti autori su utvrdili i značajne razlike u sastavu masnih kiselina kao glavnih prekursora TBARS spojeva, odnosno značajno veći udio n-3 masnih kiselina u skupina hranjenih sojinim i lanenim uljem koje su i imale veću TBARS vrijednost.

Wu i sur. (1991) navode da ako su TBARS vrijednosti veće od 1 mg/kg obično dolazi do značajne tvorbe nepoželjnih aroma (ranketljivosti) što se smatra početkom senzorne (organoleptičke) percepcije lipidne oksidacije. Stroži kriterij postavljaju Sheard i sur. (2000) i navode da je najmanja razina ranketljivosti koji percipiraju potrošači 0,5 mg MDA/kg. Analiza TBARS vrijednosti koja je provedena na abdominalnoj masti u ovom istraživanju upućuje na zaključak da bi utvrđene TBARS vrijednosti tretmana K i P-5 mogle biti percipirane kod potrošača kao negativne, odnosno kao odstupanje od tipične arome. Međutim, u istraživanju López-Ferrer i sur. (1999) utvrđene su manje TBARS vrijednosti prsnog mišića brojlera u odnosu na TBARS vrijednosti abdominalne masti kod svih skupina. Stoga bi mogli očekivati da bi TBARS vrijednosti prsnog mišića mogle biti manje i u našem istraživanju što bi dovelo do spuštanja TBARS vrijednosti ispod granice detekcije ranketljivosti.

## 5.2. SENZORNA SVOJSTVA

U tablici 9. prikazani su rezultati senzorne analize filea pilećih prsiju pomoću metode triangl test. U triangl paru 1 (tretman K : tretman P-5) dan je 31 točan odgovor, a u triangl paru 2 (tretman K : tretman P-10) dana su 35 točna odgovora. Iskazano u udjelu, 36,90% točnih odgovora dano je u paru 1, a 41,67% u paru 2. S obzirom na broj ukupnih odgovora (84) bilo je potrebno dati 37 točnih odgovora u testiranju parova da bi razlika u triangl testu bila statistički značajna. Statistički gledano, senzorni analitičari nisu utvrdili značajnu razliku u paru 1 ( $P=0,49$ ), ni u paru 2 ( $P=0,11$ ). Temeljem toga možemo zaključiti da dodatak bučine pogače u iznosima 5 i 10% nije utjecao na senzorne karakteristike mišića pilećih prsiju. Slične

zaključke prikazuju Gopinger i sur. (2014) pri istraživanju dodavanja repičine pogače u smjese brojlerima te zaključuju da je moguć dodatak do 40% repičine pogače bez utjecaja na senzorne karakteristike mesa.

Tablica 9. Rezultati senzorne analize mišića prsiju pomoću triangl metode

| Triangl par | Parovi tretmana             | Broj ukupnih odgovora | Broj točnih odgovora | Postotak točnih odgovora | P-vrijednost |
|-------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|--------------|
| 1           | Tretman K –<br>Tretman P-5  | 84                    | 31                   | 36,90%                   | 0,49         |
| 2           | Tretman K –<br>Tretman P-10 | 84                    | 35                   | 41,67%                   | 0,11         |

U tablici 10. prikazane su učestalosti (frekvencije) primijećenih razlika po svojstvima između triangl parova kod svih senzornih analitičara. Senzorni analitičari su napomenuli da je bilo vrlo teško primijetiti razlike između uzoraka. U svojstvu mirisa bila je najrjeđe percipirana razlika, kod svega 20,18% triangl parova 1 te 20,00% triangl parova 2, a prosječno 20,09%. Gotovo dvostruko veća učestalost primijećenih razlika bilo je u svojstvu okusa (kod 35,09% triangl parova 1 te kod 40,00% triangl parova 2, a u cijelom testu prosječno 37,55%). Vrlo slično tome, percipirana razlika između triangl parova bila je u svojstvu teksture; kod 44,74% triangl parova 1, kod 40,00% triangl parova 2, s prosjekom 42,36%. Temeljem toga možemo zaključiti da su senzorni analitičari objasnili razliku između tretmana najviše temeljem percepcije teksture (u 42,27% slučajeva), zatim okusa (u 37,55% slučajeva), a najmanje temeljem percepcije mirisa (u 20,09% slučajeva).

Tablica 10. Učestalost primijećenih razlika po svojstvima između triangl parova svih panelista

| Par | Parovi tretmana             | Miris  | Okus   | Tekstura |
|-----|-----------------------------|--------|--------|----------|
| 1   | Tretman K –<br>Tretman P-5  | 20,18% | 35,09% | 44,74%   |
| 2   | Tretman K –<br>Tretman P-10 | 20,00% | 40,00% | 40,00%   |
|     | Svi parovi                  | 20,09% | 37,55% | 42,36%   |

U tablici 11. prikazane su učestalosti (frekvencije) primijećenih razlika po svojstvima između triangl parova kod senzornih analitičara kada je odgovor bio točan. Možemo uočiti

izrazito sličnu percepciju senzornih analitičara koji su dali točan odgovor u odnosu na sve senzorne analitičare (kako je prikazano u tablici 9). Navedeno je dodatno zanimljivo iz razloga što je svega 36,09% senzornih analitičara dalo točan odgovor kod trianl para 1, a 41,67% senzornih analitičara kod trianl para 2. Temeljem toga možemo zaključiti da su generatori percepcije kod senzornih analitičara vrlo slični bez obzira na točnost odgovora.

Tablica 11. Učestalost primijećenih razlika po svojstavima između trianl parova kada je odgovor bio točan

| Par | Parovi tretmana             | Miris  | Okus   | Tekstura |
|-----|-----------------------------|--------|--------|----------|
| 1   | Tretman K –<br>Tretman P-5  | 20,00% | 40,00% | 40,00%   |
| 2   | Tretman K –<br>Tretman P-10 | 19,23% | 36,54% | 44,23%   |
|     | Svi parovi                  | 19,59% | 38,14% | 42,27%   |

Gledajući samo senzorne analitičare koji su dali točan odgovor možemo zaključiti da su najčešće primijetili razliku između parova u teksturi, zatim u okusu te najrjeđe u mirisu. Međutim, kako nije utvrđena statistički značajna razlika između trianl parova, učestalosti primijećenih razlika po svojstvima nemaju značajan doprinos objašnjenju rezultata. Ali identifikacija razlikovnih svojstava može biti indikator potencijalnih razlika između tretmana.

## 6. ZAKLJUČAK

Bučina pogača može se upotrijebiti u hranidbi stoke pri izradi krmnih smjesa za perad i svinje jer zbog iznimno visokog udjela proteina (57-60 %) može poslužiti kao zamjena za sojinu sačmu. Temeljem rezultata ovog istraživanja možemo zaključiti da dodatak 5 i 10% bučine pogače u smjese za hranidbu brojlera nije uzrokovao razlike u tehnološkim pokazateljima kakvoće mesa (pH vrijednost, instrumentalna boja, pokazatelji sposobnosti vezanja vode) dok senzornim analizama nije utvrđeno značajno odstupanje od kontrolne skupine. Jedini zabilježeni utjecaj primijećen je kod TBARS vrijednosti, međutim utvrđene TBARS vrijednosti su ispod granice potencijalne percepcije ranketljivosti kod potrošača. S obzirom na takav utjecaj na fizikalno-kemijske karakteristike mesa, možemo zaključiti da je moguć dodatak bučine pogače u iznosu 10%.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Ajuyah A.O., Hardin R.T., Sim U.S. (1993). Studies on canola seed in turkey grower diet: Effects on 3 fatty acid composition of breast meat, breast skin and selected organs. *Can. Journal of Animal Science*, 73, 177-181.
2. Aliani, M., Farmer, L.J. (2005). Precursors of chicken flavour II: Identification of key flavour precursors using sensory methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 6455–6462.
3. 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 Sci.* 77, 361-366.
4. 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.
5. Barčić, J. (2001). Proizvodnja i dorada sjemenki buče, Agronomski fakultet u Zagrebu.
6. Bašić, M., Grujić, R. (2013). Tehnologija mesa peradi. Univerzitete u Tuzli.
7. Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L. (2007). *Biochemistry*, Sixth Edition. W. H. Freeman and Company, New York.
8. Bestvina, N. (2008). Istraživanje kakvoće svinjskog mesa. Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
9. 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.
10. Boler D.D., Dilger A.C., Bidner B.S., Carr S.N., Eggert J.M., Day J.W., Ellis M., McKeith F.K., Killefer J. (2010). Ultimate pH explains variation in pork quality traits. *Journal of Muscle Foods* 21, 119-130.
11. Botsonglou N.A., Fletouri, D.J., Papageorgiou G.E. Vassilopoulos V.N., Mantis A.J., Trakatellis A.G. (1994). Rapid, sensitiv, and specific thiobarbituricacid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 1931-1937.

12. Brewer M.S., Gusse M., McKeith F.K. (1999). Effects of injection of a dilute phosphate-salt solution on pork characteristics from PSE, normal and DFD carcasses. *Journal of Food Quality* 22, 375-385.
13. Brkan, B. (2013). Katalog bučinog ulja, Ivanić-Grad.
14. Chanmugam P., Boudreau M., Boutte T., Park R. S., Hebert J., Berrio L., Hwang D. W. (1992). Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. *Poultry Science*, 71, 516-521.
15. Dumovski, F., Milas, Z. (2004). Priručnik o proizvodnji i upotrebi stočne hrane – krme. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
16. Feiner, G. (2006). Meat products handbook. Practical science and technology. CRC Press, Boca Raton, Boston, New York, Washington, DC.
17. Forrest, J.C. (1998). Line speed implementation of various pork quality measures. <http://www.nsif.com/Conferences/1998/forrest.htm>
18. Glamočlija N., Dokmanović M., Ivanković J., Marković R., Lončina J., Bošković M., Baltić Ž.M. (2013a). The effect of different broiler provenances on carcass meatiness. *International 57<sup>th</sup> Meat Industry Conference*, 10-12<sup>th</sup> June 2013, Belgrade, Serbia.
19. Glamočlija, N. (2013b). Uporedna analiza mesnatosti trupova i odabranih parametara kvaliteta mesa brojlera. Doktorska disertacija. Fakultet Veterinarske medicine, Beograd.
20. Gopinger, E., Xavier, E.G., Lemes, J.S., Moraes, P.O., Elias, M.C., Roll, V.F.B. (2014). Carcass yield and meat quality in broilers fed with canola meal, *British Poultry Science*, 55(6), 817-823.
21. Hammond, J. (1972). Objective tests for quality in meat. *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation* 96, p. 119.
22. Harford, I.D., Pavlidis, H.O., Anthony, N.B. (2014). Divergent selection for muscle color in broilers. *Poultry Science* 93, 1059–1066.
23. Hargis, P.S., Van Elswyck, M.E., Hargis, B.M. (1991). Dietary Modification of Yolk Lipid with Menhaden oil. *Poultry Science* 70, 874-883.
24. Hofmann, K. (1994). What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. *Meat Focus International* 3, 73-82.

24. Honikel K.O. (2004). Conversion od Muscle to Meat: Cold and Heat Shortening. U: Jensen W. K. (ur.) Encyclopedia of Meat Science. Elsevier Academic Press UK, str. 318-323.
25. Honikel, K. O. (1998). Reference Methods for the assessment of Physical Characteristic of Meat. Meat Science, 49, 447-457
26. Janječić, Z. (2006). Mekoća mesa peradi. Meso, 8, 196-197.
27. Karolyi, D. (2014). Ocjena kakvoće mesa, Agronomski fakultet u Zagrebu.
28. Kralik G., Ivanković S., Scitovski R. (2003). Growth characteristics and performances of male broilers. Proceedings of XVI<sup>th</sup> European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Sept. 23-26 2003, Saint-Brieuc-Ploufragan, France, Volume II, Quality of Poultry Meat, 178-184.
29. Kralik G., Škrtić Z., Kušec G. (2002). The influence of rape seed/oil on quality of chicken carcasses. Czech Journal of Animal Science.
30. Kralik, G., Has-Schon, E., Kralik, D., Šperanda, M. (2008). Peradarstvo – biološki i zootehnički principi. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Sveučilište u Mostaru.
31. Kralik, G., Kušec, G., Kralik, D., Margeta, V. (2007). Svinjogojstvo – biološki i zootehnički principi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Tisak: Grafika d.o.o.
32. 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.
33. Krvavica, M. (2012). Poznavanje i higijena animalnih sirovina i proizvoda. Nastavni materijal (interna skripta), Sveučilište Marko Marulić u Kninu.
34. Kušec G., Kralik G., Đurkin I., Petričević A., Margeta V., Hanžek D., Maltar Z. (2007). Discrimination between excessive and acceptable drip loss in pork longissimus muscles. Proceeding of 53rd International Congress of Meat Science and Technology, Beijing, China, 5-10 Aug. 2007, pp. 343-344.
35. Liu, Y., Lyon, B.G., Windham, W.R., Lyon, C.E., Savage, E.M. (2004). Principal component analysis of physical, calor, and sensory characteristic of chicken breast

- deboned at two, four, six, and twenty-four hours postmortem. *Poultry Science*, 83, 101-108.
36. López-Ferrer, S., Baucells, M.D., Barroeta, A.C., Grashorn, M.A. (1999). Influence of vegetable oil sources on quality parameters of broiler meat. *Arch. Geflügelk.* 63, 29-35.
37. Lyon, B.G., Snith, D.P., Lyon, C.E., Savage, E.M. (2004). Effect of diet and feed withdrawal on the sensory descriptive and instrumental profiles of broiler breast fillets. *Poultry Science*, 83, 275-281.
38. Melody J.L., Lonergan S.M., Rowe L.J., Huiatt T.W., Mayes M.S., Huff-Lonergan E. (2004). Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*, 82, 1195-1205.
39. Monin G. (2004). Conversion of Muscle to Meat: Colour and texture deviations. U: Jensen W. K. (ur.) *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier Academic Press UK, str. 323-330.
40. Nollet, L., Toldrà, F. (2009). *Handbook of Muscle Foods Analysis*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.
41. 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.
42. Okeudo, N.J., Moss, B.W. (2005). Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. *Meat Science* 69, 1-8.
43. Pavelić, M. (2014). Istraživanje pH vrijednost i boja mesa tovnihi pilića. Diplomski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
44. Pavetić, T. (2015). Utjecaj uvjeta iskorištenje prerade koštice buče na iskorištenje i oksidacijsku stabilnost ulja. Specijalistički rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
45. Rede, R., Petrović, Lj. (1997). *Tehnologija mesa i nauka o mesu*. Tehnološki fakultet. Novi Sad.
46. Ressurreccion, A.V.A. (2004). Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science* 66, 11-20.

47. Sams, A.R., Janky, D.M. (1991). Characterization of rigor mortis development in four broiler muscles. *Poult Science* 70, 1003-1009.
48. Scaife, J.R., Moyo, J., Galbraith, H., Michie, W., Campbell, V. (1994). Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *British Poultry Science*, 35, 107-118.
49. Senčić, Đ. (2011). Tehnologija peradarske proizvodnje, Sveučilište Josipa Jurja Strssmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
50. Sheard, P. R., Enser, M., Wood, J. D., Nute, G. R., Gill, B. P., i Richardson, R. I. (2000). Shelf life and quality of pork products with raised n-3 PUFA. *Meat Science*, 55, 213-221.
51. Sito, S., Barčić, J., Ivančić, S., (1998). Poljoprivredna znanstvena smotra. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 63, 285-290.
52. Stone, H., Sidel, J.L. (2004). *Sensory Evaluation Practises Third Edition*, Tragon Corporation, Redwood City, California, USA.
53. Stone, H., Sidel, J.L. (1993). *Sensory Evalution Practices*. San Diego: Academic Press.
54. Strmečki, K. (2015). Utjecaj različitih udjela prerađenog animalnog proteina na karakteristike mesa brojlera. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
55. Španring, J. (1980) . Uljana bundeva – njezin potencijal u SFRJ. Savjetovanje o aktuelnim problemima uljarstva Jugoslavije, Beograd.
56. Tam L.G., Berg E.P., Gerrard D.E., Sheiss E.B., Tan F.J., Okos M.R., Forrest J.C. (1998). Effects of halothane genotype on porcine meat quality and myoglobin autoxidation. *Meat Science* 49, 41-53.
57. Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T., Dugan, L., Amer, J. (1960). *Oil Chem. Soc.*, 37, 44-48.
58. Van Oeckel, M.J., Warnants, N., Boucque, Ch. V. (1999). Measurement and prediction of pork colour. *Meat Science*, 52, 347-354.

59. Verbeke, W., Oeckel van, M.J., Warnants, N., Viaene, J., Boucque, Ch.V. (1999). Consumer Perception, Facts and Possibilities to Improve Acceptability of Health and Sensory Characteristics of Pork. *Meat Sci.* 53, 77-99.
60. Wasserman, A.E. (1972). Thermally produced flavor components in the aroma of meat and poultry. *J. Agric Food Chem* 20, 737.
61. 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.
62. Wu, W. H., Rule, D. C., Busboom, J. R., Field, R. A., Ray, B. (1991). Starter culture and time/temperature of storage influences on quality of fermented mutton sausage. *Journal of Food Science*, 56, 916-919.
63. Zhang, L., Barbut, S. (2005). Rheological characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD chicken breast meat. *Poult Science*, 46, 687-693.
64. Zvekić, D., Popović, J. (2005). Hranidba stoke na obiteljskom gospodarstvu, Bjelovar.

**Internetske stranice:**

Web 1. <http://articles.extension.org> (pristupljeno 0.04.2016.)