

# Utjecaj načina zrenja na fizikalna svojstva mesa teladi buše

---

**Klemeš, Jelena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:940354>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-03**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**UTJECAJ NAČINA ZRENJA NA FIZIKALNA SVOJSTVA MESA  
TELADI BUŠE**

**DIPLOMSKI RAD**

Jelena Klemeš

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mesa

**UTJECAJ NAČINA ZRENJA NA FIZIKALNA SVOJSTVA MESA  
TELADI BUŠE**

DIPLOMSKI RAD

Jelena Klemeš

Mentor:

prof. dr. sc. Miljenko Konjačić

Zagreb, rujan, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Jelena Klemeš**, JMBAG 1003077370, rođena 17.05.1992. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ NAČINA ZRENJA NA FIZIKALNA SVOJSTVA MESA TELADI BUŠE**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE**  
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Jelene Klemeš**, JMBAG 1003077370, naslova

**UTJECAJ NAČINA ZRENJA NA FIZIKALNA SVOJSTVA MESA TELADI BUŠE**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

- |    |   |        |       |
|----|---|--------|-------|
| 1. | prof. dr. sc. Miljenko Konjačić           | mentor | _____ |
| 2. | prof.dr.sc. Ante Ivanković                | član   | _____ |
| 3. | izv.prof.dr.sc. Nikolina Kelava Ugarković | član   | _____ |

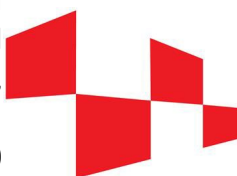
## Zahvala

Ovime zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Miljenku Konjačiću za uloženi trud i vrijeme te susretljivost prilikom izrade diplomskog rada. Hvala na interaktivnim predavanjima koja su sadržavala puno praktičnih primjera uz teoretski dio nastavnog programa.

Hvala mojim malobrojnim, ali nezamjenjivim prijateljima za podršku tijekom stresnih dana studiranja.

Također, veliko hvala mojoj majci i pok. ocu na neizmjerenoj ljubavi, usmjeravanju na bolji put, svim savjetima te strpljenju tijekom odrastanja i obrazovanja. Lako je postati roditelj, ali nije lako biti dobar roditelj.

**Financiranje:** Istraživanje u okviru kojeg je izrađen predmetni diplomski rad u potpunosti je financirano od strane Hrvatske zaklade za znanost (Projekt: Genetske, gospodarske i društvene interakcije programa očuvanja lokalnih pasmina; GGD LocBreed), IP2020-02-4860 (<https://ggdlocbreed.agr.hr/NN%20publikacije.html>)



**HRZZ**  
Hrvatska zaklada  
za znanost

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Pregled literature.....	2
2.1. Zrenje mesa .....	2
2.1.1. Suho zrenje.....	2
2.1.3 Čimbenici koji utječu na ishod zrenja.....	5
2.1.3.1. Vrijeme zrenja .....	5
2.1.3.2. Temperatura, relativna vlažnost zraka, brzina strujanja zraka .....	5
2.1.3.3. Anatomska lokacija mišića.....	6
2.2. Buša.....	6
2.3. Fizikalna svojstva telećeg mesa .....	8
2.3.1. Boja mesa .....	8
2.3.2. pH vrijednost mesa.....	10
2.3.3. Tvrdća mesa.....	11
2.3.4. Gubitak mase tijekom zrenja (kalo zrenja) .....	11
3. Materijali i metode.....	13
3.1. Mjerenje fizikalnih svojstava mesa teladi buše .....	13
4. Rezultati i rasprava .....	14
5. Zaključak .....	21
6. Popis literature .....	22
7. Životopis .....	25





## Sažetak

Diplomskog rada studentice **Jelene Klemeš**, naslova

### UTJECAJ NAČINA ZRENJA NA FIZIKALNA SVOJSTVA MESA TELADI BUŠE

Buša je jedna od tri izvorne hrvatske pasmine goveda. Smatra se da je meso teladi buše tvrđe od mesa teladi suvremenih pasmina goveda te da se zrenjem mogu poboljšati fizikalna svojstva mesa ove pasmine. Cilj ovog diplomskog rada je bio utvrditi utjecaj različitih načina zrenja na fizikalna svojstva mesa teladi buše. U tu svrhu je zaklano 8 grla muške teladi buše te su prikupljeni uzorci mesa za zrenje koji uključuju dio leđnog mišića *m. longissimus dorsi* i dio slabinskog dijela *m. longissimus lumborum*. Nakon 14. i 21. dana zrenja određivana je pH vrijednost, L\*, a\* i b\* parametar boje, otpor presijecanju i gubitak mase tijekom zrenja. Analizirajući utjecaj vrste zrenja na fizikalne pokazatelje kvalitete mesa, utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0.05$ ) između L\* parametra boje ovisno o načinu zrenja te značajno ( $p < 0.01$ ) veći kalor suhog zrenja u odnosu na mokro zrenje. U vrijednostima ostalih fizikalnih pokazatelja kakvoće mesa između načina zrenja nisu utvrđene značajne razlike.

**Ključne riječi:** telad buše, suho i mokro zrenje, fizikalne karakteristike

## Summary

Of the master's thesis - student **Jelena Klemeš**, entitled

### THE INFLUENCE OF AGEING METHODS ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF MEAT OF BUŠA CALVES

Buša is one of the three local Croatian cattle breeds. It is believed that the meat of buša calves is less tender than the meat of calves of modern cattle breeds, and that ageing can improve the physical properties of meat of this breed. The aim of this thesis was to determine the influence of different ageing methods on the physical properties of meat of buša calves. For this purpose, 8 male calves of buša were slaughtered and meat samples were collected for ageing, which include part of *m. longissimus dorsi* and *m. longissimus lumborum*. After the 14. and 21. day of aging, the pH value, L\*, a\* and b\* color parameters, shear force and drip loss were determined. Analysing the influence of the type of aging on the physical indicators of meat quality, a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) was found between the L\* color parameter depending on the ageing method, and a significantly ( $p < 0.01$ ) higher value of drip loss in dry ageing compared to wet ageing. No significant differences were found in the values of other physical indicators of meat quality between the ageing methods.

**Keywords:** buša calves, dry and wet ageing, physical properties

# 1. Uvod

Teletinom se smatra meso goveda mlađih od 8 mjeseci. Muška telad od mliječnih krava ne koristi se za proizvodnju mlijeka te njihov potencijal rasta za proizvodnju goveđeg mesa nije optimalan jer se tovom do većih završnih masa postiže nešto lošija konformacija trupa i kakovća mesa, stoga muška telad mliječnih pasmina u najvećoj mjeri služi za proizvodnju telećeg mesa. U 2022. godini oko 70% telećeg mesa u EU proizvedeno je u tri zemlje: Nizozemska (26.9%), Španjolska (22.9%) i Francuska (18.9%), dok je ukupna proizvodnja telećeg mesa u EU iznosila 0.9 milijuna tona (Eurostat).

Kakvoća mesa složeni je pojam koji se koristi za opisivanje ukupnih svojstava mesa. Izraz „kakvoća mesa“ se postepeno razvijao razvojem suvremene zootehničke znanosti, ali i povećanjem zahtjeva krajnjih potrošača mesa. Sam pojam kvaliteta vrlo je širok i teško ga je jednoznačno opisati, jer se razlikuje s obzirom na razinu proizvodnje, namjenu, tržište i slično. Jednu od najprihvaćenijih definicija kvalitete mesa dao je Hofmann (1994.) koji je kvalitetu mesa opisao kao sumu svih senzorskih, nutritivnih, higijenskih i tehnoloških svojstava mesa. Za prerađivačku industriju su u najvećoj mjeri važna tehnološka svojstva i to: pH vrijednost, sposobnost vezanja vode, boja, sadržaj i sastav masti, viskoznost i konzistencija. Sensorna svojstva su u jednakoj mjeri važna i za samog potrošača, ali i za prerađivačku industriju, a to su: boja, oblik, miris, okus, aroma, mramoriranost, nježnost i sočnost. Također je važno naglasiti da se kakvoća mesa određuje i putem prinosa mesa i udjela pojedinih tkiva.

Zrenje mesa je jedna od najčešćih metoda za poboljšanje kvalitete mesa, osobito mekoće i okusa. Uvjeti zrenja, u koje se ubrajaju temperatura, relativna vlažnost zraka, brzina strujanja zraka, mogu značajno utjecati na konačnu kvalitetu mesa (Bureš i sur., 2023.).

Zrenje mesa je proces tijekom kojeg u kontroliranim mikroklimatskim uvjetima dolazi do promjena koje utječu na kvantitativna i kvalitativna svojstva mesa. Postoje dva glavna načina zrenja mesa: suho i vlažno (mokro) zrenje mesa. Smatra se da je meso teladi teladi buše tvrđe od mesa plemenitih pasmina goveda te da bi se zrenjem navedeno svojstvo trebalo promijeniti. Istovremeno, pretpostavka je da će različiti načini zrenja imati drugačiji učinak na fizikalna svojstva telećeg mesa buše.

## 1.1. Cilj rada

Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj različitih načina zrenja mesa na fizikalna svojstva (kalo zrenja, boja i pH vrijednost te otpor presijecanju) mesa teladi buše.

## 2. Pregled literature

### 2.1. Zrenje mesa

Zrenje mesa je proces enzimatske razgradnje proteina i, u manjoj mjeri, razgradnje lipida. Proteoliza uzrokuje fragmentaciju mikrostrukture mišićnih vlakana što rezultira poboljšanom mekoćom mesa. Tijekom razgradnje miofibrilarnih proteina oslobađaju se peptidi i aminokiseline. Rezultat je poboljšanje arome i okusa mesa, specifično za odležano meso. Brzina i konačni učinak zrenja ovisi o nekoliko čimbenika, kao što su vrsta, dob, hranidba, pasmina i anatomska pozicija mišića. Meso mladih životinja se općenito smatra mekšim i zahtjeva manje vremena za dostizanje istog stupnja mekoće (Lušnic Polak i sur., 2023.). Teleće meso je okarakterizirano kao meso mekane teksture, svijetloružičaste boje, visokog sadržaja vode i niskog sadržaja masti. Iako se teletina smatra mekšim mesom od govedine i obično se ne podvrgava zrenju, neka istraživanja su potvrdila pozitivan utjecaj zrenja na mekoću, sočnost i ukupnu prihvatljivost telećeg mesa (Baldi i sur., 2015.).

Postoje dva načina zrenja mesa: suho i mokro zrenje što rezultira razvojem okusa i mekšim mesom. U procesu mokrog zrenja govede se meso stavlja u zrakonepropusnu ambalažu i čuva u kontroliranim uvjetima određeno vremensko razdoblje, dok se kod suhog zrenja ne upotrebljava ambalaža za pakiranje mesa.

#### 2.1.1. Suho zrenje

Suho zrenje je proces tijekom kojeg se u uvjetima kontrolirane temperature, relativne vlage zraka i strujanja zraka goveđi trupovi ili nezapakirani komadi mesa podvrgavaju procesu zrenja tijekom nekoliko tjedana ili čak mjeseci (Ahnstrom i sur., 2006.). Suho zrenje dovodi do nastanka prirodnih enzimatskih i biokemijskih procesa koji rezultiraju porastom mekoće i razvojem jedinstvenog okusa mesa (Savell, 2008.). Tijekom suhog zrenja dolazi do apsorpcije sokova u meso te razgradnje proteina i masti što dovodi do intenzivnijeg orašastog okusa mesa. Enzimi prisutni u mesu razgrađuju proteine i vezivno tkivo zbog čega meso postaje mekano (Baird, 2008.).

Suho zrenje je skup način povećanja kakvoće mesa zbog većeg kalam zrenja, rizika od kontaminacije i većih zahtjeva prema prostoru i mikroklimatskim uvjetima. Proces je vrlo dugotrajan i zahtjeva visok udio i ravnomjernu raspoređenost masnoće u mesu (Perry, 2012.). Mramoriranost mesu daje okus pa se kod termičke obrade masnoća stapa s mesom i čini ga mekanim i sočnim s prepoznatljivim okusom maslaca. Najčešće trajanje suhog zrenja je između 14 i 40 dana, jer se u tom rasponu učinkovito postižu željeni rezultati (Savell, 2008.).

Temperatura zrenja je ključna za suho zrenje, jer će pri višoj temperaturi doći do poboljšanja okusa zbog većeg djelovanja enzimskih procesa. No, više temperature također pospješuju proliferaciju bakterija, što rezultira razvojem neugodnih mirisa pa se zrenje uobičajeno provodi na što nižoj temperaturi uz izbjegavanje smrzavanja mesa. Optimalna temperatura za duže zrenje je -0,5 do 1 °C. Ako je meso podvrgnuto zrenju između 1 i 2 tjedna, prihvatljive su temperature između 2 i 3 °C (Dashdorj i sur., 2016.).

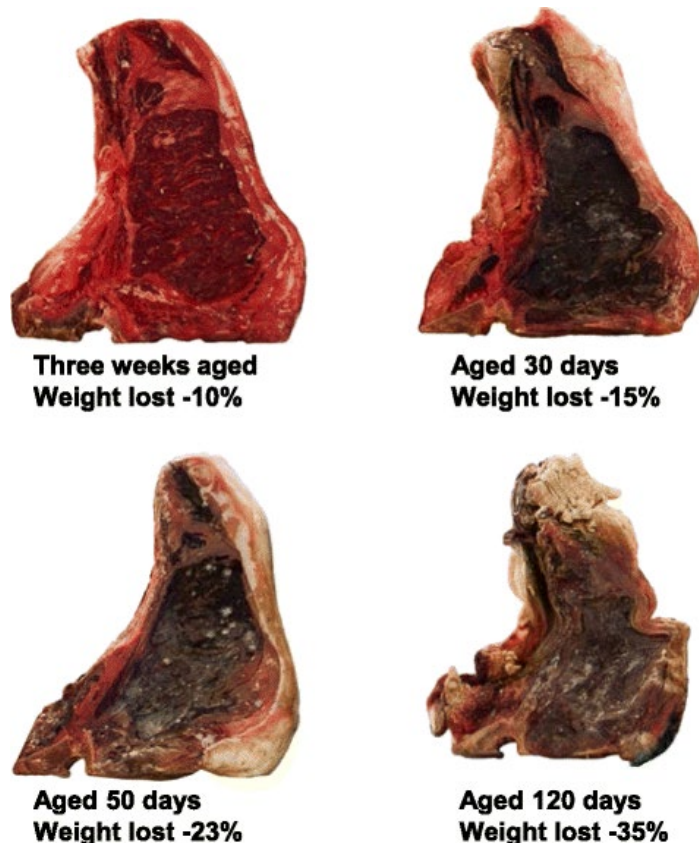
Kontrola relativne vlažnosti zraka prevenira razvoj bakterija kvarenja koje dovode do stvaranja neugodnih okusa mesa. Tipično se razmnožavaju pri visokoj relativnoj vlažnosti zraka stvarajući ljepljivu površinu mesa. Niska relativna vlažnost zraka ograničava rast bakterija, ali i povećava kolo zrenja uzrokujući pretjerano sušenje površine mesa (Perry, 2012.). Za suho zrenje je preporučena relativna vlažnost zraka između 61% i 85%.

Strujanje zraka osigurava dovoljnu cirkulaciju zraka čime meso oslobađa potrebnu vlagu za postizanje procesa sušenja. Strujanje zraka treba biti ravnomjerno bez mrtvih kuteva ili mjesta prevelikog strujanja. Jače strujanje zraka prebrzo suši površinu mesa pa se povećava gubitak mase konačnog proizvoda. Preporučena brzina strujanja zraka za suho zrenje je 0,5 do 2 m/s. Tijekom zrenja brzina strujanja zraka treba biti ravnomjerna s posebnim oprezom na početku procesa zrenja. Potrebno je osigurati dovoljan razmak između komada mesa kako bi se omogućio kontroliran protok zraka. Poštivanjem navedenih raspona parametara inhibirana je mikrobiološka kontaminacija, poboljšana mekoća mesa zrenjem i meso je sočnije (Savell, 2008.).

Suho zrenje mesa u trajanju od 14 dana značajno povećava mekoću mesa u usporedbi sa zrenjem u trajanju od 7 dana (Campbell i sur., 2001.). Zrenje od 14. do 35. dana dovodi do smanjenja otpora presijecanju za 17%. Tijekom suhog zrenja dolazi do djelomične denaturacije mišića. Prema nekim istraživanjima, do 14. dana zrenja nije uočena značajna razlika u denaturaciji, značajnost je uočena nakon 21. dana zrenja. Suho zrenje u trajanju 21 dan rezultira mekoćom goveđeg mesa sličnom zrenju u trajanju 14 dana (Campbell i sur., 2001.).

Povećanje mekoće tijekom zrenja ovisno je o temperaturi. Zrenjem u trajanju od 4 tjedna na -0,5 °C postiže se približno slična mekoća mesa kao i pri zrenju u trajanju od 2 tjedna na 5 °C. Povećanje mekoće najveće je u početku zrenja i smanjuje se s vremenom. Vrijednost pH mesa ima utjecaj na porast mekoće tijekom zrenja. Optimalan pH mesa za suho zrenje je 5,4 do 5,7. Postignuta mekoća tijekom zrenja mesa ovisi o dijelu trupa i boji mesa. Tamna govedina sporije zrije u usporedbi s mesom svijetlije boje. Učinak zrenja na mekoću je vidljiviji u mesa starijih životinja (Lepper-Blilie, 2013.).

Gubitak mase tijekom zrenja je veći kod suhe metode u odnosu na mokru, najveći je pri zrenju od 35 dana. Do 5% mase trupa se gubi tijekom suhog zrenja u trajanju od 14 dana. Gubitak mase tijekom zrenja se povećava s povećanjem dana zrenja. Nakon 21 dan, meso gubi 10 % težine kroz kolo (Dashdorj i sur., 2016.). Utjecaj trajanja suhog zrenja na gubitak mase tijekom zrenja prikazan je na slici 2.1.1.1.



Slika 2.1.1.1. Utjecaj trajanja suhog zrenja na gubitak mase tijekom zrenja  
Izvor: Dashdorj i sur., 2016.

### 2.1.2. Mokro zrenje

Počeci korištenja ove metode zrenja datiraju iz 1970-ih. Zrakonepropusno pakiranje štiti meso od kvarenja i sušenja prilikom čuvanja u rashladnim prostorijama ili hladnjacima između 3 i 83 dana. Pritom je potrebno osigurati minimalno zaostalog zraka u pakiranju i temperaturu između -1 i 2°C. Mokro zrenje ima nekoliko prednosti u odnosu na suho zrenje: značajno su reducirani gubitci mase konačnog proizvoda, potrebno je manje prostora za provedbu mokrog zrenja i produžen je rok trajanja proizvoda bez utjecaja na senzorna svojstva (Terjung i sur., 2021.). Warren i Kastner (1992.) ističu razvoj krvavog, metalnog, kiselog okusa nakon mokrog zrenja.

Čimbenici koji utječu na teksturu i mekoću mesa tijekom zrenja su količina i topljivost vezivnog tkiva, mjesto odlaganja masnog tkiva (mramoriranost), dužina mišićnih vlakana, spol, pasmina, hranidba, klaonička obrada, genetski utjecaj, ocjena i zrelost trupa, kontrahiranost mišića. Terjung i sur. (2021.) su analizom 17 studija utvrdili da je goveđe meso najčešće mekše nakon mokrog zrenja, a mehaničkim ispitivanjem mekoće utvđen je smanjeni otpor presijecanju uzoraka

podvrgnutih suhom zrenju kroz 10 dana te nakon toga mokrom zrenju još 7 dana, pri čemu su senzorne karakteristike mesa bile slične govedini nakon suhog zrenja.

### 2.1.3 Čimbenici koji utječu na ishod zrenja

#### 2.1.3.1. Vrijeme zrenja

Određivanjem stupnja mekoće uzorka prije početka zrenja moguće je ustanoviti potrebno vrijeme zrenja za postizanje željene mekoće uzorka. Starija literatura ne navodi statistički značajnu razliku u mekoći uzoraka između 9 i 16 dana zrenja. Uspoređivanjem kvalitete govedine do 50 dana suhog zrenja ustanovljeno je smanjenje otpora presijecanju u prvih 20 dana zrenja s 6,1 na 2,5 kg bez postizanja daljnje mekoće uzorka do kraja zrenja (Utama i sur., 2020.). Suho zrenje smanjuje otpor presijecanju uglavnom u prvih 14 dana, a zatim slabo do 42 dana, npr. kod usporedbe 21. i 42. dana, 28. i 35. dana, ili je bilo vidljivo do 25. dana, no duže suho zrenje nije nadalje smanjilo otpor presijecanju (Dashdorj i sur., 2017.). Ha i sur. (2019.) zaključuju da mokro zrenje brže utječe na mekoću mesa pokazujući visoke rezultate već nakon 20 dana zrenja, dok se oni kod suhog zrenja pokazuju između 40 i 60 dana. Kim i sur. (2020.) su uspoređivali utjecaj 30.-dnevnog suhog zrenja i 7.-dnevnog mokrog zrenja goveđeg mesa, pri čemu je meso nakon suhog zrenja imalo višu pH vrijednost, veću sposobnost vezanja vode, veći indeks miofibrilarne fragmentacije i probavljivost te manji kalo kuhanja i otpor presijecanju. Prema Dashdorj i sur. (2016.), istraživanja pokazuju da se optimalno vrijeme zrenja razlikuje između suhog i mokrog zrenja goveđeg mesa. Suho zrenje u trajanju 40 dana smanjuje otpor presijecanju za pola, s 6,5 na 3,7 kg, u usporedbi s 20 dana zrenja. Ovakav utjecaj nije vidljiv kod mokrog zrenja, gdje je otpor presijecanju bio oko 5,5 kg na 20. i 40. dan zrenja. No, nakon 20 dana kod mokrog i suhog zrenja otpor presijecanju je bio sličan što dovodi do zaključka da kraće vrijeme zrenja neće dati značajnu razliku između suhog i mokrog zrenja. Trajanje suhog zrenja ima utjecaj na konačni ishod zrenja. U većini istraživanja, utjecaj na mekoću mesa je najveći u prva dva tjedna zrenja, no neki istraživači naglašavaju snažan utjecaj tijekom dužeg zrenja.

#### 2.1.3.2. Temperatura, relativna vlažnost zraka, brzina strujanja zraka

Terjung i sur. (2020.) navode da različiti fizikalni uvjeti suhog zrenja nemaju utjecaj na otpor presijecanju uzoraka. Prema Lee i sur. (2019.), 28 dana suhog zrenja bez strujanja zraka rezultira smanjenjem otpora presijecanju za 40 N, dok pri brzini od 2,5 i 5 m/s smanjenje je oko 30 N. Kim i sur. (2019.), koristeći jednake parametre zrenja, nisu pronašli razlike u otporu presijecanju između suhog i mokrog zrenja goveđeg mesa. Strujanje zraka ima utjecaj na proliferaciju

mikroorganizama na površini mesa te posljedični utjecaj na proteolizu koja određuje okus i mekoću mesa.

### 2.1.3.3. Anatomska lokacija mišića

Mekoća mesa može varirati ovisno o anatomskom položaju unutar mišića. Proksimalni i distalni dijelovi mišića su tvrdi u odnosu na središnji dio. Kako se mišić približava kosti, veći je udio vezivnog tkiva koje veže mišić za kost uzrokujući veću tvrdoću mesa, no dužim zrenjem moguće je poboljšati mekoću na prihvatljivu razinu (Da Silva i sur., 2015.). Veći udio brzih vlakana glikolitičkog tipa utječe na slabiju kvalitetu mesa (*m. semitendinosus*, *m. longissimus thoracis*), dok veći udio sporih vlakana oksidativnog tipa u mišiću ubrzava poboljšanje mekoće mesa tijekom zrenja (Feng i sur., 2020.). *M. longissimus thoracis* ima manji otpor presijecanju u usporedbi s *m. biceps femoris*. Veći otpor presijecanju *m. biceps femoris* se vjerojatno može objasniti većim sadržajem kolagena (Dashdorj i sur., 2017.).

## 2.2. Buša

Buša je jedna od tri autohtone pasmine goveda u Hrvatskoj te je jedna od najmanjih pasmina goveda na svijetu. Pripada skupini kratkorogih goveda. U Hrvatskoj postoji sustavna zaštita buše kao autohtonog goveda od 2003. godine. Uspostavljeni su registri te se uzgajivačima daju potpore za uzgoj (Zrakić i sur., 2018.). Planskim i kontinuiranim uzgojnim radom nastoji se smanjiti gubitak genetske izvornosti (Ivanković i sur., 2006.). Fenotip i genotip buše formiran je prirodnom selekcijom pa se njezin genetski potencijal može koristiti za poboljšanje svojstava drugih pasmina zbog izrazite otpornosti i prilagodljivosti. S ekonomskog stajališta, zbog slabijih proizvodnih svojstava u odnosu na visoko selekcionirane pasmine, nerijetko je izbjegavana kao odabir za uzgoj, zbog čega je potrebno poticanje uzgoja ove pasmine. Do sredine 20. stoljeća buša je činila osnovu stočarske proizvodnje u Hrvatskoj. Ogrizek (1941.) navodi da je do Drugog svjetskog rata buša činila 50% populacije goveda Hrvatske od ukupno 2 milijuna goveda. Buša je pretežno držana na obalnom i planinskom predjelu Hrvatskog primorja, gdje je i danas najveća brojnost ove pasmine. U drugoj polovici 20. stoljeća, djelomično je zamijenjena križanjem s drugim pasminama s ciljem dobivanja bolje produktivnosti u intenzivnoj govedarskoj proizvodnji.

Buša je govedo malog okvira (Slika 2.2.1.). Prosječna masa odrasle krave je 150 – 180 kg. Glava buše je uska i duga, čelo usko i kratko. Baza rogova je zučkasto-bijela, dok su vrhovi rogova crni. Vrat je srednje dug, plahica je slabo razvijena, prsa su uska, srednje duboka. Trup je kratak, zdjelica uska. Karakteristično je tamno obojenje vidljivih sluznica i papaka, kao i donja trećina testisa kod bikova. Nerijetki je kravliji stav stražnjih nogu. Obzirom na boju, buša je jednobojno



govedo s varijacijama od bijele do crne boje te različitih nijansi smeđe i crvene boje. Tipična je jeguljasta pruga duž leđa koja je u kontrastu s osnovnom bojom (Ivanković i Mijić, 2020.).

Meso buše je svijetlije boje od mesa slavonsko – srijemskog podolca (Ogrizek, 1941.). Boja mesa ovisi o spolu, dobi, hranidbi i izboru krmiva u obroku. Tamnocrvena boja mesa karakteristična je za starija i muška grla, dok je boja mesa ženskih jedinki nešto svijetlije nijanse. Meso teladi je svijetloružičaste boje. Randman klanja je nizak, oko 45%.

Buša je kasnozrelo govedo koje svoju zrelost dostiže u dobi od 2 godine, a potpuni fizički razvoj u dobi od 5 godina (Ogrizek, 1941.). Plodnost buše je dobra, bez značajnih problema pri telenju i potrebne pomoći uzgajivača. U prošlosti je korištena kao radno govedo, za pomoć u ratarstvu ili šumarstvu.



Slika 2.2.1. Buša, šampionsko grlo izložbe

Izvor: A. Ivanković

Prema podacima HAPIH-a, 2023. godine je u Hrvatskoj zabilježeno 380 posjednika pasmine buše. Broj krava je iznosio 4033, a bikova 318. Efektivna veličina populacije buše je 1179,03 te ona spada u ranjivu skupinu po stupnju ugroženosti.

U 2023. godini zaklano je 540 grla teladi buše. Neto dnevni prirast iznosio je 446 g, tjelesna masa 73 kg, a dob pri klanju 5,4 mjeseci (HAPIH, 2023.).

U Tablici 2.2.1. prikazane su prosječne mase (kg) razvrstanih trupova teladi za period 2019. – 2023. godine iz RH i uvoza. Masa trupova teladi buše je manja od prosječne mase trupova teladi svih pasmina u svim promatranim godinama. Prema HAPIH-u, u 2023. razvrstano je 38,279 telećih trupova.

Tablica 2.2.1. Prosječna masa (kg) razvrstanih trupova teladi za period 2019. – 2023. godine iz RH i uvoza

Godina	Hrvatska	Uvoz
2019.	78,1	76,1
2020.	80,8	81,6
2021.	81,9	84,4
2022.	84	84
2023.	86	94

Izvor: HAPIH, 2023.

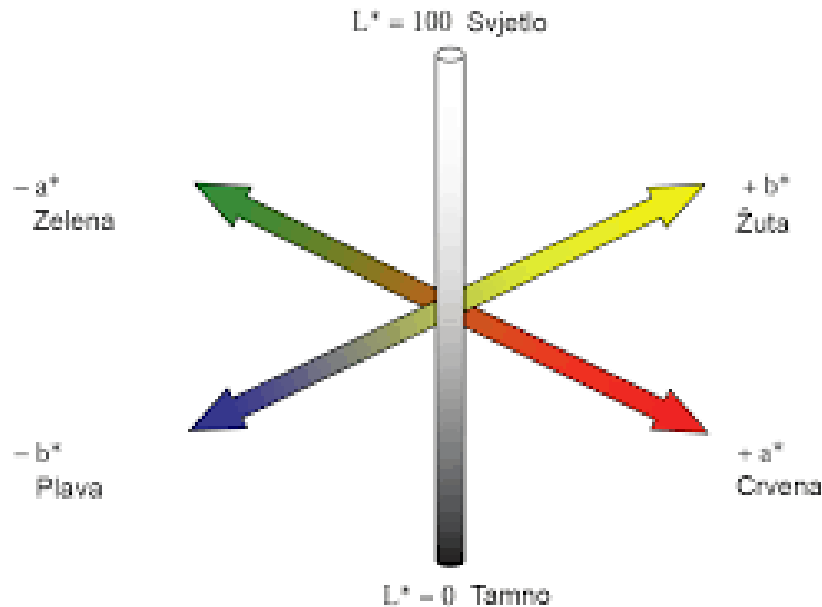
### 2.3. Fizikalna svojstva telećeg mesa

Teletina je visokovrijedno meso dobiveno klanjem teladi do 8 mjeseci starosti. Potrošači preferiraju karakterističnu svijetlocrvenu/ružičastu boju telećeg mesa, mekoću i nizak sadržaj masnog tkiva.

#### 2.3.1. Boja mesa

Boja mesa je jedan od glavnih čimbenika koji utječu na odluku potrošača o kupnji, jer se povezuje sa svježinom i kvalitetom mesa. Na boju mesa utječe sadržaj mioglobina i njegov oksidacijski status te konačna pH vrijednost mesa. Boja mesa određuje se instrumentalnim mjerenjem po CIELAB sustavu ( $L^*$  svjetlina,  $a^*$  crvenilo,  $b^*$  žutoća), pri čemu boja telećeg mesa ima vrijednost  $L^*$  parametra između 42 i 51,  $a^*$  parametra između 8 i 14 te  $b^*$  parametra između 2 i 6, ovisno o vremenu *post mortem*, anatomskoj lokaciji mišića i sustavu proizvodnje (Zhang i

sur., 2024.). Vrijednosti  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  se mjere kromametrom različitih proizvođača, od kojih je najpoznatiji Minolta. Radi na principu izračunavanja i određivanja koordinata boja (Slika 2.3.1.1.).

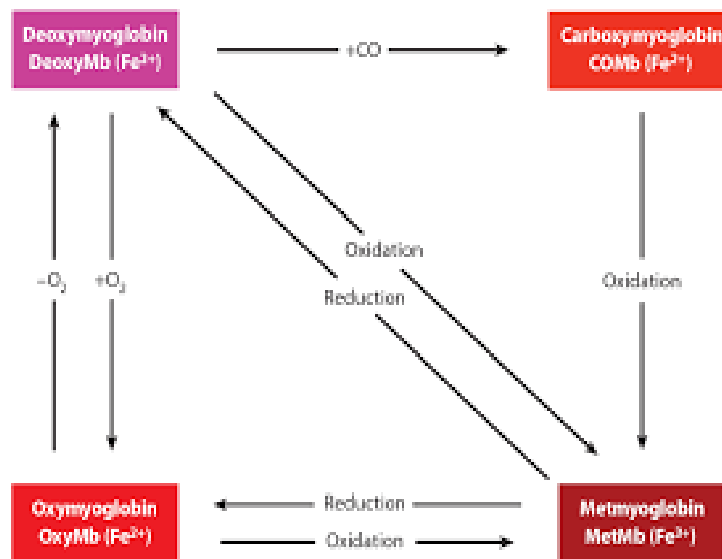


Slika 2.3.1.1. Grafički prikaz CIELAB prostora boja

Izvor:

[https://www.google.com/search?q=\\*a\\*b\\*+koordinate+boja&sc\\_esv=c152e517206e90dd&rlz=1C1GCEA\\_enHR1077HR1077&udm=2&biw=1110&bih=703&sxsrf=ADLYWIIWhYUyazb23thYI2uQH](https://www.google.com/search?q=*a*b*+koordinate+boja&sc_esv=c152e517206e90dd&rlz=1C1GCEA_enHR1077HR1077&udm=2&biw=1110&bih=703&sxsrf=ADLYWIIWhYUyazb23thYI2uQH) – pristup 04.09.2024.

Iako se boja trupa procjenjuje najčešće mjerenjem samo jednog mišića, svi mišići trupa nisu ujednačene boje. Boja mišića varira, osobito obzirom na anatomske položaje koji utječu na većinu značajki boje, kao što su sadržaj pigmenta, refleksija, crvenilo i brzina diskoloracije mesa (Ngapo i Gariépy, 2006.). Guignot i sur. (1992.) su uspoređivali utjecaj različitih udjela crvenih mišićnih vlakana na boju mišića: najtamniji *m. psoas major* ima najveći udio crvenih mišićnih vlakana, *m. longissimus dorsi* ima najmanji udio vlakana te je svijetle boje, dok je *m. triceps brachii* između ove dvije boje. No, na boju *m. psoas major* u većoj mjeri je utjecao pad pH vrijednosti nego sadržaj pigmenta. Stupanj apsorpcije mnogih valnih duljina je koreliran s pH vrijednošću *m. pectoralis profundus* i *m. adductor* 24 h *post mortem*, pri čemu se blijeda boja ovih mišića povećava od 1 do 24 h *post mortem*. Boja mesa posebno je osjetljiva na promjene koncentracije Fe u hranidbi, čija se minimalna razina mora održavati kako bi se izbjegla anemija u teladi (Ngapo i Gariépy, 2006.). Najveći utjecaj na boju mesa ima udio mišićnog pigmenta, proteina hema koji sadrži atom Fe te omjer triju oblika ovog pigmenta: ljubičasti reducirani mioglob, crveni oksimioglob i smeđi metmioglob (Slika 2.3.1.2.).



Slika 2.3.1.2. Kemijska stanja mioglobina u mesu

Izvor: <https://www.semanticscholar.org/paper/Myoglobin-chemistry-and-meat-color.-Suman-Joseph/d82d05453bc5aa56942ffeedf308f8e2351373c6> - pristup 02.06.2024.

Mnoge studije pokazuju da telad hranjena žitaricama ima tamniju i crveniju boju mesa od teladi hranjene mlijekom ili mliječnom zamjenom. Kod jednake dobi pri klanju, meso teladi hranjenom mliječnom zamjenom ima veći udio masnog tkiva i nižu pH vrijednost (Wood i Froehlich, 1981.).

Zrenje telećeg mesa nakon 7 ili 14 dana utječe na svjetliju boju i crveniju nijansu mesa (Ngapo i Gariépy, 2006.).

### 2.3.2. pH vrijednost mesa

Jedan od najvažnijih fizikalnih parametara kakvoće mesa je pH vrijednost. *Post mortem* dolazi do razgradnje preostalog glikogena u mišićima te posljedičnog pada pH vrijednosti uslijed stvaranja mliječne kiseline. Uobičajena pH vrijednosti 1h *post mortem* je 5,8 do 6,0. Teleće meso s višom konačnom pH vrijednošću je mekanije i sočnije nakon 2, 4 i 8 dana zrenja. Povećana mekoća kao rezultat više pH vrijednosti objašnjena je smanjenim kalom kuhanja (Ngapo i Gariépy, 2006.). Aktivnost kalpaina je najveća oko neutralnog pH te može rezultirati pojačanom proteolizom u mesu s visokim pH što posljedično daje mekše meso (Guignot i sur., 1994.), no Geesink i sur. (1992.) naglašavaju da je stupanj *post mortem* pada aktivnosti kalpaina veći u telećem mesu s višom konačnom pH vrijednosti u odnosu na normalnu vrijednost (-40% odnosno

-20%, 29 sati nakon klanja). Mjerenja pH vrijednosti uobičajeno se provode pH-metrom, koji se kalibrira u puferskim otopinama pH vrijednosti 4.0 i 7.0. Najčešće se pH mesa mjeri ubodnom elektrodom u *m. longissimus dorsi* i *m. semimembranosus*, no moguće je pripremiti otopinu mišićnog homogenata, čime je omogućeno preciznije određivanje pH vrijednosti zbog boljeg kontakta s elektrodom. Ova se metoda češće koristi za rano određivanje pH vrijednosti *post mortem*. Vrijednost pH mesa utječe na zrenje, osobitno na razvoj mekoće i okusa zbog utjecaja pH na postmortalnu proteolizu. Vrijednost pH raste tijekom prvih 4 tjedna suhog zrenja i zatim pada (Lautenschlaeger, 2012.).

### 2.3.3. Tvrdća mesa

Značajan je utjecaj genetskih i negenetskih čimbenika na tvrdoću mesa. Pasma u značajnoj mjeri može uvjetovati tvrdoću mesa. Meso jedinki ženskog spola mekše je u odnosu na meso muških životinja. Dob također značajno uvjetuje tvrdoću mesa. Starošću se povećava stupanj križne povezanosti kolagena, te se smanjuje fleksibilnost uz porast žilavosti. Tvrdća mesa uvjetovana je anatomskom lokacijom mišića u trupu. Dubinski mišići kojima je funkcija statičke prirode pokazuju manju tvrdoću od površinskih mišića, posebice onih koji imaju malu koštanu potporu. Zrenje mesa je neizostavno da bi se dobilo meso prihvatljive teksture za potrošača. Teleće meso je mekano u usporedbi s drugim kategorijama goveda, no mekoća se dodatno može povećati zrenjem. Stupanj omekšavanja telećeg mesa je isti kao i goveđeg, iako je teleće meso u početku mekše pa je potrebno manje vremena za dostizanje iste razine mekoće: otpor presijecanju bio je jednak na primjeru telećeg mesa nakon tri dana zrenja i goveđeg mesa nakon 20 dana zrenja. Razlike u udjelu vezivnog tkiva pridonose tvrdoći i stupnju omekšavanja; goveđe meso je 1.5 puta tvrđe od telećeg i omekšava dvostruko duže (Dransfield i sur., 1981.). Intervalne vrijednosti tvrdoće mesa dobivene instrumentalnim mjerenjem prema metodi Warner-Bratzler Shear force (WBS) definiraju meko meso čija je WBS <3,9 kg, dok tvrdo meso ima WBS vrijednosti >4,6 kg (Ivanković i Mijić, 2020.).

### 2.3.4. Gubitak mase tijekom zrenja (kalo zrenja)

Gubitak vode iz mesa suhog zrenja podrazumijeva evaporaciju tijekom zrenja, što se događa i kod mokrog zrenja u manjoj mjeri. Suho zrenje uzrokuje veći gubitak vode za 1,5% u odnosu na mokro zrenje (Terjung i sur., 2020.). Prema Hulánková i sur. (2018.), zrenjem dužim od 21 dan gubi se oko 5% vode, dok je u kraćem trajanju zrenja gubitak vode samo oko 3%. Veći gubitak vode postiže se zrenjem pri višim temperaturama (3 °C u odnosu na 1 °C). Sitz i sur. (2006.) navode veći sadržaj vode, proteina i pepela u goveđem mesu suhog zrenja, dok Li i sur. (2014.) navode veći sadržaj vode mokrog zrenja. Gubitak vode je veći, a sadržaj vode je niži nakon suhog zrenja u usporedbi s mokrim zrenjem, no razlika se izjednačava nakon termičke obrade mesa. Gubitak

mase mesa kod suhog zrenja je gotovo udvostručen od 20 do 40 dana zrenja (13 do 25%), dok meso nakon mokrog zrenja gubi 2 do 5% mase. No, termička obrada mesa nakon mokrog zrenja uzrokuje gubitak 26% mase mesa u uspoređivanju s 13% kod suhog zrenja, što pokazuje da suho zrenje uzrokuje veći gubitak vode mesa tijekom zrenja ali manji kod termičke obrade i obrnuto, te je ukupan gubitak vode u obje metode zrenja isti kod kraćeg trajanja zrenja (Terjung i sur., 2020.).

### 3. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na 8 grla muške teladi izvorne hrvatske pasmine buše. Telad je držana u istovjetnim uvjetima smještaja uz isti hranidbeni režim. Klanje je provedeno po standardnom postupku u ovlaštenoj klaonici. Nakon hlađenja polovica na temperaturu  $4,0 \pm 2$  °C i rasijecanja prikupljeni su uzorci mesa za zrenje koji su uključili dio leđnog mišića *m. longissimus dorsi* (MLD) i dio slabinskog dijela *m. longissimus lumborum* (MLL) s koštanom osnovom (kralješci i rebra). Uzorak s desne polovice je bio podvrgnut suhom, a s lijeve polovice mokrom zrenju u komori za zrenje mesa (Dry Ager DX 1000 Premium) uz temperaturu  $1 \pm 0,5$  °C i relativnu vlagu  $85 \pm 5\%$ . Na 14. i 21. dan zrenja uzorci su zasebno izvagani za potrebe izračuna kala zrenja te je izmjerena boja, pH vrijednost i tvrdoća mesa. Fizikalne karakteristike mesa su određivane prema Honikelu (1998), a statistička obrada podataka je provedena korištenjem programskog paketa SAS V9.

#### 3.1. Mjerenje fizikalnih svojstava mesa teladi buše

Boja mesa mjerena je prije stavljanja na zrenje te 14. i 21. dana zrenja na području *m. longissimus dorsi* 15 minuta nakon izlaganja površine mesa zraku. Za mjerenje boje korišten je kolorimetar CR-410 (Minolta Konica) s 10 mm područjem mjerenja uz D65 iluminiscenciju.

pH vrijednost mesa mjerena je korištenjem prijenosnog pH metra (Mettler Toledo S2-Food kit) ubodnom sondom na *m. longissimus dorsi* u visini između 12. i 13. rebra, pri čemu je pH vrijednost izražena kao prosjek tri uzastopno izmjerene vrijednosti  $(A+B+C/3)$ .

Tvrdoća, odnosno mekoća mesa je parametar kakvoće koji ovisi o tome koliko se meso lako žvače ili reže. Mjeri se utvrđivanjem otpora presijecanju uporabom Instron uređaja (Model 3345, Instron, Canton, MA) s Warner-Bratzler rezivim sječivom. Uzorci mesa su isječeni na tri dijela paralelno sa smjerom mišićnih vlakana (1x1x2.5 cm). Svaki pojedinačni uzorak je presječen Warner-Bratzler rezivim sječivom okomito na smjer mišićnih vlakana. Dobivena srednja vrijednost sile koja je potrebna da bi se presjekao svaki pojedinačni dio uzorka (na tri dijela) je sila presijecanja.

Kalo zrenja izračunato je vaganjem uzoraka mesa prije zrenja te 14. i 21. dana zrenja prema formuli:

$$\frac{\text{početna masa} - \text{završna masa}}{\text{početna masa}} \times 100$$

## 4. Rezultati i rasprava

Opisna statistika fizikalnih svojstava mesa teladi buše 1. dan stavljanja na zrenje prikazana je u Tablici 4.1. Parametri boje mesa na početku zrenja imali su prosječne vrijednosti u iznosu  $39,29 \pm 4,10$  za L\* parametar,  $22,07 \pm 1,62$  za a\* parametar te  $5,14 \pm 2,59$  za b\* parametar. Prosječna tvrdoća mesa na početku zrenja iznosila je  $42,86 \pm 7,43$ , dok je prosječna pH vrijednost iznosila  $5,59 \pm 0,11$ . Koeficijent varijabilnosti za parametar L\* iznosio je 10,44%, parametar a\* 7,34% te parametar b\* 50,39%. Koeficijent varijabilnosti za tvrdoću mesa na početku zrenja iznosio je 17,34%, a za pH vrijednost 1,97%.

Tablica 4.1. Opisna statistika fizikalnih svojstava mesa teladi buše na početku zrenja

Svojstvo	Prosjek	SD	Minimum	Maksimum	CV (%)
L*	39,29	4,10	36,39	43,01	10,44
a*	22,07	1,62	20,49	23,85	7,34
b*	5,14	2,59	1,98	8,62	50,39
Tvrdoća	42,86	7,43	30,24	54,25	17,34
pH	5,59	0,11	5,43	5,69	1,97

SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti

Opisna statistika fizikalnih svojstava mesa teladi buše ovisno o vrsti zrenja prikazana je u Tablici 4.2. Parametri boje mesa suhog zrenja su imali prosječne vrijednosti u iznosu  $39,12 \pm 2,04$  za L\* parametar,  $21,71 \pm 1,00$  za a\* parametar i  $4,11 \pm 1,88$  za b\* parametar. Prosječna tvrdoća mesa nakon suhog zrenja iznosila je  $43,18 \pm 6,56$ , dok je proseječna pH vrijednost analiziranog mesa iznosila  $5,62 \pm 0,15$ . Koeficijent varijabilnosti za parametar L\* iznosio je 5,22%, parametar a\* 4,62% te parametar b\* 45,80%. Koeficijent varijabilnosti za tvrdoću mesa je iznosio 15,18%, a za pH vrijednost 2,58%.

Mokro zrenje rezultiralo je prosječnom vrijednost L\* parametra boje u iznosu  $40,50 \pm 2,02$ , a\* parametra  $21,81 \pm 1,01$  te b\* parametra  $3,91 \pm 2,10$ . Prosječna vrijednost tvrdoće mesa podvrgnutog mokrom zrenju iznosila je  $44,37 \pm 7,48$  te pH vrijednost  $5,60 \pm 0,12$ . Koeficijent varijabilnosti za L\* parametar boje kod mokrog zrenja iznosio je 5,00%, a\* parametar 4,61%, b\* parametar 53,74%. Koeficijent varijabilnosti za tvrdoću mesa iznosio je 16,86% te za pH vrijednost 2,06%.



Tablica 4.2. Opisna statistika fizikalnih svojstava mesa teladi buše ovisno o vrsti zrenja

Vrsta zrenja	Svojstvo	Prosjek	SD	Minimum	Maksimum	CV(%)
Suho	L*	39,12	2,04	34,87	43,01	5,22
Suho	a*	21,71	1,00	20,14	23,85	4,62
Suho	b*	4,11	1,88	1,98	8,62	45,80
Suho	Tvrdoća	43,18	6,56	30,24	56,02	15,18
Suho	pH	5,62	0,15	5,27	5,91	2,58
Mokro	L*	40,50	2,02	36,39	44,26	5,00
Mokro	a*	21,81	1,01	20,20	23,85	4,61
Mokro	b*	3,91	2,10	1,77	8,62	53,74
Mokro	Tvrdoća	44,37	7,48	30,24	59,46	16,86
Mokro	pH	5,60	0,12	5,31	5,80	2,06

SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti

Prosječne vrijednosti kala zrenja nakon 14 dana te od 14. do 21. dana zrenja, kao i ukupni kalo suhog i mokrog zrenja prikazani su u Tablici 4.3. Prosječna vrijednost kala nakon 14 dana suhog zrenja iznosila je  $16,95 \pm 3,62$ , od 14. do 21. dana  $5,47 \pm 1,78$  te ukupni kalo suhog zrenja  $22,57 \pm 5,58$ . Koeficijent varijabilnosti kala do 14. dana suhog zrenja iznosio je 21,36%, od 14. do 21. dana 32,60% te za ukupni kalo 24,71%. Prosječna vrijednost kala nakon 14 dana mokrog zrenja iznosila je  $1,06 \pm 0,51$ , od 14. do 21. dana  $0,87 \pm 0,22$  te ukupnog kala mokrog zrenja  $1,92 \pm 0,58$ . Koeficijent varijabilnosti kala do 14. dana za mokro zrenje iznosio je 47,75%, od 14. do 21. dana 25,67% te za ukupni kalo mokrog zrenja 30,15%.

Tablica 4.3. Opisna statistika kala zrenja mesa

Vrsta zrenja	Svojstvo	Prosjek	SD	Minimum	Maksimum	CV (%)
Suho	Kalo_14	16,95	3,62	13,48	22,90	21,36
Suho	Kalo_21	5,47	1,78	3,66	8,50	32,60
Suho	Kalo_ukupno	22,57	5,58	17,23	30,22	24,71
Mokro	Kalo_14	1,06	0,51	0,56	2,01	47,75
Mokro	Kalo_21	0,87	0,22	0,54	1,18	25,67
Mokro	Kalo_ukupno	1,92	0,58	1,24	2,65	30,15

SD = standardna devijacija, CV = koeficijent varijabilnosti

Tablica 4.4. prikazuje utjecaj vrste zrenja na parametre kakvoće telećeg mesa, a neovisno o trajanju zrenja. pH vrijednost uzoraka mesa suhog zrenja iznosila je  $5,62 \pm 0,03$ . Parametri boje uzoraka suhog zrenja su imali prosječne vrijednosti u iznosu od  $39,12 \pm 0,42$  za L\* parametar,  $21,71 \pm 0,21$  za a\* parametar te  $4,11 \pm 0,42$  za b\* parametar. Tvrdća uzoraka suhog zrenja iznosila je  $43,18 \pm 1,44$ , a vrijednost sadržaja vode  $72,61 \pm 0,40$ . pH vrijednost uzoraka mokrog zrenja iznosila je  $5,60 \pm 0,03$ . Parametri boje uzoraka mokrog zrenja su imali prosječne vrijednosti u iznosu  $40,50 \pm 0,43$  za L\* parametar,  $21,81 \pm 0,21$  za a\* parametar te  $3,91 \pm 0,43$  za b\* parametar. Tvrdća uzoraka mokrog zrenja iznosila je  $44,37 \pm 1,44$ , a vrijednost sadržaja vode  $72,63 \pm 0,40$ . Za L\* parametar boje utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između uzoraka suhog i mokrog zrenja, dok ostali parametri kakvoće telećeg mesa s obzirom na vrstu zrenja nisu statistički značajno različiti ( $p > 0,05$ ).

Dikeman i sur. (2013.) su izmjerili veću pH vrijednost mesa nakon suhog zrenja (5,63) u odnosu na mokro zrenje (5,57). Obuz i sur. (2014.) potvrđuju razliku u pH vrijednosti, navodeći veći pH mesa kod suhog zrenja. Nasuprot navedenom, Kim i sur. (2019.) navode da se pH vrijednost (5,5) nije značajno razlikovala između različitih rezova kao i između svježeg te suhog ili mokrog zrenja mesa. Dashdorj i sur. (2017.) također ne nalaze razlike u pH vrijednosti s obzirom na način zrenja mesa, što su pokazali i rezultati predmetnog istraživanja. Vrsta i trajanje zrenja nisu imali utjecaj na razlike u pH vrijednosti, sadržaju vode i tvrdoći mesa (Da Silva Bernardo i sur., 2021.).

Različiti autori donose različite rezultate, ovisno o dobi, spolu, vrsti mišića, uvjetima zrenja i drugim čimbenicima. Jasno je da na pH vrijednost utječu prisutni mikroorganizmi na površini mesa kao i proces zrenja, no nije pronađena korelacija (Dashdorj i sur., 2017.).

Dikeman i sur. (2013.) navode da mokro zrenje utječe na višu vrijednost ( $p < .0001$ ) L\* parametra boje u usporedbi sa suhim zrenjem te da vrijednost Warner-Bratzler otpora presijecanju nije uvjetovana načinom zrenja, što se slaže sa rezultatima predmetnog istraživanja. Prema Lepper-Bililic i sur. (2016.), otpor presijecanju se smanjuje s dužim trajanjem zrenja, no nije pronađena razlika u otporu presijecanju s obzirom na način zrenja. Ha i sur. (2019.) navode veći otpor presijecanju uzoraka podvrgnutih mokrom zrenju u usporedbi s uzorcima nakon suhog zrenja.

Tablica 4.4. Utjecaj vrste zrenja na parametre kakvoće telećeg mesa neovisno o trajanju zrenja

Parametar	Suho zrenje	Mokro zrenje	Značajnost
pH	5,62±0,03	5,60±0,03	Ns
L*	39,12±0,42	40,50±0,43	*
a*	21,71±0,21	21,81±0,21	Ns
b*	4,11±0,42	3,91±0,43	Ns
Tvrdoća	43,18±1,44	44,37±1,44	Ns
Voda	72,61±0,40	72,63±0,40	Ns

\*P<0,05, Ns=nije značajno

Tablica 4.5. prikazuje utjecaj vrste zrenja na vrijednosti fizikalnih parametara mesa u vremenu od 1. do 14. dana zrenja. pH vrijednost mesa uzoraka od 1. do 14. dana suhog zrenja iznosila je 5,62±0,03, a za mokro zrenje 5,60±0,03. Vrijednost L\* parametra boje suhog zrenja iznosila je 39,12±0,42, dok je kod mokrog zrenja ta vrijednost bila 40,50±0,43. Vrijednost a\* parametra boje za suho zrenje iznosila je 21,71±0,21, a za mokro zrenje 21,81±0,21, dok je vrijednost b\* parametra boje iznosila 4,11±0,42 za suho zrenje te 3,91±0,42 za mokro zrenje. Tvrdoća mesa od 1. do 14. dana suhog zrenja iznosila je 43,18±1,44 te 44,37±1,44 mokrog zrenja. Vrijedosti sadržaja vode iznosile su 72,61±0,40 za suho zrenje te 72,63±0,40 za mokro zrenje. Iz priloženih rezultata je vidljivo da način zrenja nema značajniji utjecaj na fizikalne parametre kakvoće mesa u vremenu od 1. do 14. dana zrenja. Izuzetak je L\* parametar boje za koji je utvrđena statistički značajna razlika (p<0.05) između promatranih uzoraka, a ovisno o vrsti zrenja.

Zrenje na temperaturi 0 do 2 °C do 12 dana, pri čemu je jedna polovica telećeg trupa rasijecana i pakirana u zrakonepropusne vrećice i vakuumirana, a druga rasijecana na četvrtine bez pakiranja, nije utjecalo na miris, boju ili izgled mesa. Mokro zrenje nije promijenilo boju mesa u odnosu na boju mesa čuvanog u četvrtinama (Quilichini, 1990.). Rezultati ovog istraživanja djelomično potvrđuju rezultate predmetnog istraživanja u kojem postoji statistički značajna razlika samo u vrijedosti L\* parametra boje, odnosno mokrim zrenjem dobiva se svijetlija boja mesa neovisno o trajanju zrenja.

Prosječna pH vrijednost telećeg mesa 1h *post mortem* iznosila je 6,72, dok su vrijednosti pH nakon 2, 5 i 12 dana zrenja iznosile 5,64, 5,52 i 5,54, što je statistički značajno u odnosu na pH vrijednost 1h *post mortem* (Florek i sur., 2015.), za razliku od dobivenih vrijednosti predmetnog istraživanja u kojem se ne nalazi statistički značajna razlika vrijednosti pH mesa nakon 14 dana zrenja u odnosu na početak zrenja (5,59), neovisno o tipu zrenja. Li i sur. (2014.) navode niže pH vrijednosti uzoraka mokrog zrenja nakon 8 i 19 dana u odnosu na suho zrenje.

Tablica 4.5. Utjecaj vrste zrenja na fizikalne parametre kakvoće telećeg mesa tijekom 1.-14. dana

Parametar	Suho zrenje	Mokro zrenje	Značajnost
pH	5,62±0,03	5,60±0,03	Ns
L*	39,12±0,42	40,50±0,43	*
a*	21,71±0,21	21,81±0,21	Ns
b*	4,11±0,42	3,91±0,42	Ns
Tvrdoća	43,18±1,44	44,37±1,44	Ns
Voda	72,61±0,40	72,63±0,40	Ns

\*p<0.05, Ns = nije značajno

Tablica 4.6. prikazuje razliku vrijednosti fizikalnih parametara mesa ovisno o načinu zrenja u vremenu od 14. do 21. dana zrenja. pH vrijednost mesa teladi od 14. do 21. dana suhog zrenja iznosila je 5,66±0,061, a za mokro zrenje 5,62±0,061. Vrijednost L\* parametra boje kod suhog zrenja iznosila je 38,37±0,79, dok je kod mokrog zrenja ta vrijednost bila 41,42±0,79. Vrijednost a\* parametra boje za suho zrenje iznosila je 21,85±0,32, a za mokro zrenje 21,50±0,32, dok je vrijednost b\* parametra boje iznosila 3,19±0,33 za suho zrenje te 2,60±0,33 za mokro zrenje. Tvrdoća mesa od 14. do 21. dana suhog zrenja iznosila je 43,76±2,41 te 45,80±2,41 nakon mokrog zrenja. Vrijedosti sadržaja vode iznosile su 72,19±0,49 za suho zrenje te 72,88±0,49 za mokro zrenje. Iz priloženih rezultata je vidljivo da način zrenja nema značajniji utjecaj na fizikalne parametre kakvoće mesa u vremenu od 14. do 21. dana zrenja. Izuzetak je L\* parametar boje za koji je utvrđena statistički značajna razlika (p<0.05) između promatranih uzoraka, ovisno o vrsti zrenja.

Vidljivo je povećanje završnih pH vrijednosti u odnosu na prosječnu početnu pH vrijednost 1. dana (5,59), no nema utvrđene statistički značajne razlike između pH vrijednosti s obzirom na vrstu zrenja. Lušnic Polak i sur. (2023.) navode pH vrijednosti telećeg mesa od 5,66 24h *post mortem* do 5,72 nakon 21 dana mokrog zrenja što je u usporedbi s predmetnim istraživanjem različito. Zrenjem mesa dolazi do hidrolize proteina te posljedičnog stvaranja slobodnih amino kiselina i drugih dušičnih spojeva te dovodi do porasta pH vrijednosti. Utama i sur. (2020.) ustanovili su smanjenje otpora presijecanju u prvih 20 dana zrenja s 6,1 na 2,5 kg, dok u predmetnom istraživanju nije ustanovljena značajna razlika između tvrdoće uzoraka s obzirom na vrstu i trajanje zrenja. Terjung i sur. (2017.) su ustanovili da Warner-Bratzler metodom nakon termičke obrade nisu pronađene razlike između uzoraka nakon suhog i mokrog zrenja. Otpor presijecanju kod uzoraka podvrgnutim 28-dnevnom mokrom i suhom zrenju je bio veći ili jednak kod mokrog zrenja, odnosno mokro zrenje daje manje mekše meso (Kim i sur., 2019.). Iako literatura naglašava pozitivne ishode suhog zrenja, u nekim analizama ono ne doprinosi stvaranju mekanijeg mesa u odnosu na mokro zrenje.

Tablica 4.6. Utjecaj vrste zrenja na fizikalne parametre kakvoće telećeg mesa tijekom 14.-21. dana

Parametar	Suho zrenje	Mokro zrenje	Značajnost
pH	5,66±0,061	5,62±0,061	Ns
L*	38,37±0,79	41,42±0,79	*
a*	21,85±0,32	21,50±0,32	Ns
b*	3,19±0,33	2,60±0,33	Ns
Tvrdoća	43,76±2,41	45,80±2,41	Ns
Voda	72,19±0,49	72,88±0,49	Ns

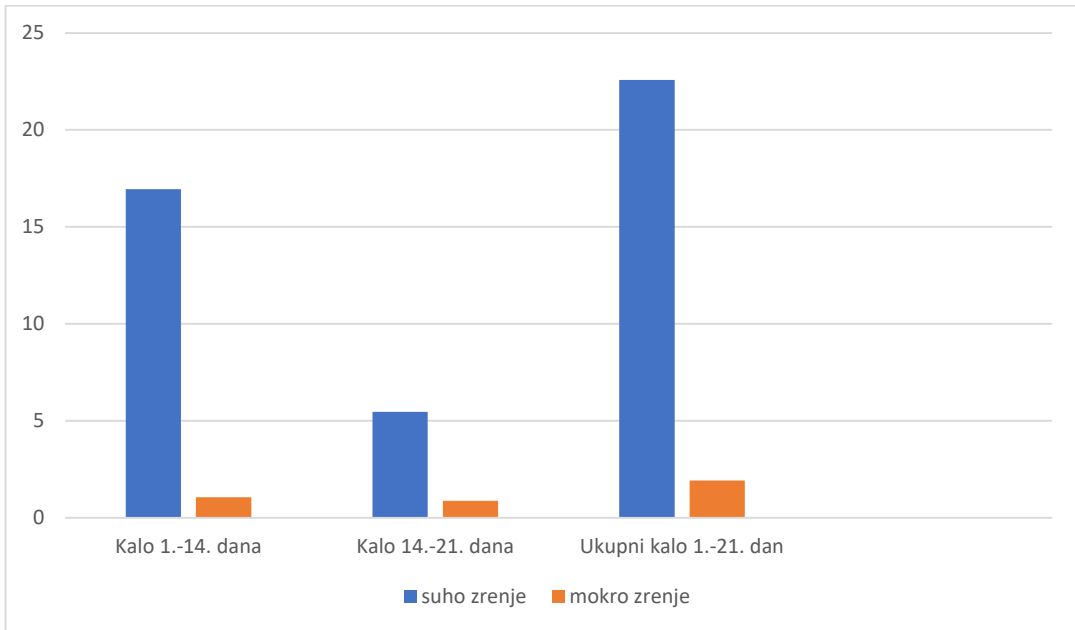
\*p<0.05, Ns = nije značajno

Tablica 4.7. i Grafikon 4.1. prikazuju utjecaj vrste zrenja na kalo 14. i 21. dan zrenja. Vrijednosti kala za uzorke do 14. dana zrenja iznosile su 16,95±0,91 za suho zrenje te 1,06±0,91 za mokro zrenje. Vrijednosti kala 21. dan zrenja, a mjereno od 14. dana, iznosile su 5,47±0,48 za suho zrenje te 0,87±0,48 za mokro zrenje. Promatrajući ukupno vrijeme zrenja, vrijednosti kala iznosile su 22,57±1,50 za suho zrenje te 1,92±1,50 za mokro zrenje. U svim mjerenjima kala utvrđena je statistički značajna razlika (p<0,01) između uzoraka suhog i mokrog zrenja. Sitz i sur. (2006.) nalaze veći sadržaj vode, proteina i pepela u goveđem mesu suhog zrenja, dok Li i sur. (2014.) nalaze veći sadržaj vode kod mokrog zrenja. Gubitak vode je veći te sadržaj vode manji nakon suhog zrenja u usporedbi s mokrim zrenjem, no razlika se izjednačava nakon termičke obrade mesa. Gubitak mase mesa kod suhog zrenja je gotovo udvostručen od 20. do 40. dana zrenja (13 do 25%), dok meso nakon mokrog zrenja gubi 2 do 5% mase (Terjung i sur, 2020.). Ovi podaci se poklapaju s predmetnim istraživanjem, iako postotak gubitka vode nije sličan, no gubitak vode raste s trajanjem suhog zrenja i jače je izražen kod ove vrste zrenja, za razliku od mokrog zrenja. Ngapo i Gariépy (2006.) potvrđuju gore navedeno: mokro zrenje gotovo i ne pokazuje gubitak kapaanjem, dok je on kod suhog zrenja proporcionalan vremenu zrenja, odnosno 0,4% dnevno.

Tablica 4.7. Utjecaj vrste zrenja na kalo 14. i 21.dan

Vrste kala	Suho zrenje	Mokro zrenje	Značajnost
Kalo 1.-14. dana	16,95±0,91	1,06±0,91	***
Kalo 14.-21. dana	5,47±0,48	0,87±0,48	***
Ukupni kalo 1.-21. dana	22,57±1,50	1,92±1,50	***

\*\*\*P<0,01



Grafikon 4.1. Utjecaj vrste zrenja na kalo

## 5. Zaključak

U predmetnom istraživanju utvrđen je značajan ( $p < 0,05$ ) utjecaj vrste zrenja na vrijednosti  $L^*$  parametra boje neovisno o trajanju zrenja, dok ostali parametri kakvoće telećeg mesa s obzirom na vrstu zrenja nisu statistički značajno različiti ( $p > 0,05$ ). Mokrim zrenjem dobiva se viša vrijednost  $L^*$  parametra boje, što označava stvaranje svijetlije boje mesa. Također, utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između vrijednosti  $L^*$  parametra boje suhog i mokrog zrenja 14. i 21. dan zrenja.

Analizirajući utjecaj suhog i mokrog zrenja na kalo zrenja telećeg mesa, utvrđen je značajno ( $p < 0,01$ ) veći kalo suhog zrenja do 14. dana zrenja, ali i između 14. i 21. dana zrenja. Suhim zrenjem nastaju veći gubici u masi sirovine, što s ekonomskog stajališta nije poželjno, no istovremeno se stvara okus i aroma mesa koji su prihvatljiviji potrošaču, u usporedbi s okusom mesa nakon mokrog zrenja koje se opisuje kao metalni, često i kiseli.

Nisu utvrđene značajne razlike u vrijednostima pH,  $a^*$  i  $b^*$  parametra boje i tvrdoće mesa između vrsta zrenja, a ovisno ili neovisno o trajanju zrenja.

Potrebno je provođenje sličnih istraživanja u narednom razdoblju kako bi se omogućila usporedba rezultata predmetnog istraživanja i drugih istraživanja koja obrađuju utjecaje različitih načina zrenja na fizikalna svojstva kakvoće telećeg mesa, prvenstveno mesa buše.

## 6. Popis literature

1. Ahnstrom M.L., Seyfert M., Hunt M.C., Johnson D.E. (2006). Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapor. *Meat Science*. 73:674–679.
2. Baird B. (2008). Dry aging enhances palatability of beef. *Beef safety and quality*. 27-28.
3. Baldi G., Ratti S., Bernardi C.E.M., Dell'Orto V., Corino C., Compiani R., Sgoifo Rossi C.A. (2015). Effect of ageing time in vacuum package on veal longissimus dorsi and biceps femoris physical and sensory traits. *Italian Journal of Food Science*, 27(3), 290–297.
4. Bureš D., Kokoškova T., Lebedova N., Barton L. (2023). Effects of wet and dry agening on the physical, chemical and sensory quality of Fleckvieh cattle meat. *International conference of meat science and technology*, 347-348.
5. Campbell R.E., Hunt M.C., Chambers L.P. (2001). Dry-aging effects on palatability of beef *longissimus* muscle. *Journal of Food Science*. 66:196–9
6. Dashdorj D., Tripathi V.K., Cho S. (2016). Dry aging of beef; Review. *Journal of Animal Science and Technology*. 58, 20.
7. Da Silva M. B., Miranda L. D. F., Phelps K. J., Ebarb S. M., Van Bibber C. L., O'Quinn T. G., Drouillard J. S., Gonzalez J. M. (2015). Effects of Postmortem Aging Time and Muscle Location on Objective Measures of Semitendinosus Steak Tenderness. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. Svezak 1, izdanje 1.
8. Dikeman M. E., Obuz E., Gök V., Akkaya L., Stroda S. (2013). Effects of dry, vacuum, and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef Longissimus lumborum steaks. *Meat science*, 94(2): 228-233.
9. Dransfield E., Jones R.C.D., MacFie H.J.H. (1981). Tenderising in m. longissimus dorsi of beef, veal, rabbit, lamb and pork. *Meat Science* 5: 139–147.
10. Feng Y.-H., Zhang S.-S., Sun B.-Z., Xie P., Wen K.-X., Xu C.-C. (2020). Changes in Physical Meat Traits, Protein Solubility, and the Microstructure of Different Beef Muscles during Post-Mortem Aging. *Foods*. 9: 806.
11. Geesink G.H., Ouali A., Smulders F.J.M., Talmant A., Tassy C., Guignot F. (1992). The role of the ultimate pH in proteolysis and calpain/calpastatin activity in bovine muscle. *Biochimie (Paris)*. 74: 283–289.
12. Guignot F., Quilichini F., Renerre M., Lacourt A., Monin G. (1992). Relationships between muscle type and some traits influencing veal colour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 58: 523–529.
13. Guignot F., Touraille C., Ouali M., Monin G. (1994). Relationships between post-mortem pH changes and some traits of sensory quality in veal. *Meat Science*. 37: 315–325.



14. Ha Y., Hwang I., Van Ba H., Ryu S., Kim Y., Kang S. M., Cho S. (2019). Effects of Dry and Wet-ageing on Flavor Compounds and Eating Quality of Low Fat Hanwoo Beef Muscles. *Food Science of Animal Resources*. 39(4): 655.
15. HAPIH - Godišnje izvješće 2023. <https://www.hapih.hr/wp-content/uploads/2024/06/Govedarstvo-Godisnje-izvjesce-2023.pdf> - pristup 08.06.2024.
16. Hoffman P. C., Brehm N. M., Howard W. T., Funk D. A., Guthrie L. D., Kertz, A. F. (1994). The influence of nutrition and environment on growth of Holstein replacement heifers in commercial dairy herds. *The Professional Animal Scientist*. 10(2): 59-65.
17. Honikel K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 49(4): 447–457.
18. Hulánková R., Kameník J., Saláková A., Závodský D., Borilova G. (2018). The effect of dry aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*. 89: 559-565.
19. Ivanković A., Mijić P. (2020). *Govedarstvo. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu*.
20. Ivanković A., Orbanić S., Caput P., Mijić P., Konjačić M., Bulić V. (2006). The genetic structure and sustainability of autochthonous cattle breeds in Croatia. *Stočarstvo*. 60(1): 47-51.
21. Kim J.-H., Kim T.-K., Shin D.-M., Kim H.-W., Kim Y.-B., Choi Y.-S. (2020). Comparative effects of dry-aging and wet-aging on physicochemical properties and digestibility of Hanwoo beef. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 33(3): 501.
22. Kim M., Choe J., Lee H. J., Yoon Y., Yoon S., Jo C. (2019). Effects of aging and aging method on physicochemical and sensory traits of different beef cuts. *Food Science of Animal Resources*. 39(1): 54.
23. Lautenschlaeger R. (2012). Latest trends in beef maturation – Dry-aged versus wet-aged beef. Paper presented at the Proceedings of the 58th International Congress of Meat Science and Technology.
24. Lee H. J., Yoon J. W., Kim M., Oh H., Yoon Y., Jo, C. (2019). Changes in microbial composition on the crust by different air flow velocities and their effect on sensory properties of dry-aged beef. *Meat science*. 153: 152-158.
25. Lepper-Billic A.N., Berg E.P., Buchanan D.S., Berg P.T. (2013). Effects of post-mortem aging time and type of aging on palatability of low marbled beef loins. *Meat Science*. 96: 473–474.
26. Li X., Babol J., Bredie W. L., Nielsen B., Tománková J., Lundström K. (2014). A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. *Meat science*. 97(4): 433-442.
27. Lušnic Polak M., Kuhar M., Zahija I., Demšar L., Polak T. (2023). Oxidative Stability and Quality Parameters of Veal During Ageing. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 73(1): 24-31.

28. Ngapo T.M., Gariépy C. (2006). Factors affecting the meat quality of veal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86(10): 1412-1431.
29. Obuz E., Akkaya L., Gök V., Dikeman M. E. (2014). Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of Longissimus lumborum steaks from cull Holstein cows. *Meat science*. 96(3): 1227-1232.
30. Ogrizek A. (1941). Uzgoj goveda-II dio. Tisak Narodne tiskare. Zagreb
31. Ogrizek, A. (1941). K pitanju oplemenjivanja buše. *Gospodarski glasnik* 3: 36-38.
32. Perry N. (2012). Dry aging beef. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 1: 78–80.
33. Quilichini Y (1990). Le sous-vide et le veau. 1. La conservation. *Viandes Prod Carnes´*. 11: 79–86.
34. Rako A. (1943). Prilog poznavanju buše u neretvanskoj krajini. *Veterinarski arhiv*. 13, 89114.
35. Revilla I., Vivar-Quintana A. M. (2006): Effect of breed and ageing time on meat quality and sensory attributes of veal calves of the “Ternera de Aliste” Quality Label. *Meat Science* 73(2): 189-195.
36. Savell J.W. (2008). Dry-aging of beef. Executive summary. National Cattlemen's Beef Association.
37. Sitz B., Calkins C. R., Feuz D. M., Umberger W. J., Eskridge K. M. (2006). Consumer sensory acceptance and value of wet-aged and dry-aged beef steaks. *Journal of animal science*. 84(5): 1221-1226.
38. Terjung N., Witte F., Heinz V. (2021). The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging. *Meat Science*. 172: 108355.
39. Utama D. T., Kim Y. J., Jeong H. S., Kim J., Barido F. H., Lee, S. K. (2020). Comparison of meat quality, fatty acid composition and aroma volatiles of dry-aged beef from Hanwoo cows slaughtered at 60 or 80 months old. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 33(1), 157.
40. Warren K., Kastner C. (1992). A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strip loins. *Journal of Muscle Foods*. 3(2), 151-157.
41. Wood D.F., Froehlich D.A. (1981). Sensory evaluation of grain-fed versus milk-fed veal. 27. European Meeting of Meat Research Workers, Vienna. 531–533.
42. Zrakić M., Grgić I., Konjačić M., Šakić Bobić B., Gugić J., Hadelan L. (2018). Agrotourism in the function of preserving autochthonous breeds in Croatia – an example of Busha. *AgroLife Scientific Journal*. 7(1).

## **7. Životopis**

Jelena Klemeš rođena je 17.05.1992. u Zagrebu. Poslije završene osmogodišnje škole završila je Opću gimnaziju u Vrbovcu. 2010. godine upisuje Fizioterapiju na Zdravstvenom veleučilištu u Zagrebu, diplomira 2015. godine i stječe naziv prvostupnika fizioterapije. 2018. godine upisuje se na Agronomski fakultet u Zagrebu, preddiplomski studij smjer Animalne znanosti te 2021. stječe titulu prvostupnika inženjera agronomije. Iste godine upisuje diplomski studij Proizvodnja i prerada mesa na Agronomskom fakultetu.