

# Praćenje kvalitete buđole tijekom skladištenja

---

**Mandić, Ana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:376171>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-01**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2022.

Ana Mandić

**PRAĆENJE KVALITETE BUĐOLE  
TIJEKOM SKLADIŠTENJA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju mesa i ribe na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Helge Medić te uz pomoć dr. sc. Ivne Poljanec.

## **ZAHVALA**

*Najiskrenije hvala prof. dr. sc. Helgi Medić na prihvaćanju mentorstva, razumijevanju, susretljivosti, nesebičnoj pomoći pri izradi ovog rada.*

*Veliko hvala i asistentici dr. sc. Ivni Poljanec na nesebičnoj pomoći, strpljivosti, kao i na svim savjetima pri izradi diplomskog rada.*

*Hvala mojoj obitelji i prijateljima koji su tijekom studiranja bili uz mene, koji su me podupirali i poticali moju želju ka ostvarivanju cilja.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za prehrambeno – tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Diplomski sveučilišni studij: Upravljanje sigurnošću hrane

### PRAĆENJE KVALITETE BUĐOLE TIJEKOM SKLADIŠTENJA

Ana Mandić, univ. bacc. ing. techn. aliment. 0058220752

**Sažetak:** Cilj rada bio je odrediti parametre kvalitete buđole tijekom tromjesečnog skladištenja. Određivani su pH vrijednost, udio vode, parametri boje, stupanj oksidacije masti i proteina i senzorske karakteristike. Pri određivanju boje postojala je značajna statistička razlika ( $p < 0,05$ ) između tromjesečnog skladištenja, dok pH vrijednost nije pokazala statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ) u vrijednostima analiziranih parametara. Vrijednost TBARS (Reaktivne supstance tiobarbiturne kiseline) povećala se tijekom skladištenja s najniže vrijednosti (0,38 mg MDA/kg) na maksimalnu vrijednost (0,62 mg MDA/kg).

**Ključne riječi:** *buđola, oksidacija masti, oksidacija proteina, senzorske karakteristike, parametri kvalitete*

**Rad sadrži:** 42 stranica, 9 slika, 8 tablica, 46 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Helga Medić

**Pomoć pri izradi:**

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

- |                                 |                  |
|---------------------------------|------------------|
| 1. doc. dr. sc. Tibor Janči     | (predsjednik)    |
| 2. prof. dr. sc. Helga Medić    | (mentorica)      |
| 3. izv. prof. dr. Klara Kraljić | (članica)        |
| 4. doc. dr. sc. Marko Obranović | (zamjenski član) |

**Datum obrane:** 27, 9, 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
Department of Food Engineering Laboratory  
Laboratory for Meat and Fish Technology

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

**Graduate university study programme:** Food Safety Management

### QUALITY CONTROL OF BUDDHOL DURING STORAGE

*Ana Mandić*, univ. bacc. ing. techn. aliment. 0058220752

**Abstract:** The aim of this paper was to determine the quality parameters of the *Buddhol* during quarterly storage. PH values, water content, colour parameters, fat and protein oxidation level and sensory characteristics were determined. When determining the colour, there was a significant statistical difference ( $p < 0.05$ ) between the quarterly storage, while the pH did not show a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in the values of the analysed parameters. The value of TBAS Thiobarbituric acid reactive substances) increased during storage from the lowest value (0.38 mg MDA/kg) to the maximum value (0.62 mg MDA/kg).

**Keywords:** *buddhol, fat oxidation, protein oxidation, sensor characteristics, quality parameters*

**Thesis contains:** 42 pages, 9 figures, 8 tables, 46 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) form is deposited in:** The Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** Helga Medić, PhD, Full professor

**Technical support and assistance:**

**Reviewers:**

- |  |              |
|--|--------------|
| 1. Marko Obranović, PhD, Assistant professor | (president)  |
| 2. Helga Medić, PhD, Full professor          | (mentor)     |
| 3. Tibor Janči, PhD, Assistant professor     | (member)     |
| 4. Klara Kraljić, PhD, Associate professor   | (substitute) |

**Thesis defended:** 27, 9, 2022. (e.g. September 27<sup>th</sup>, 2022)

# 1. UVOD

Buđola, kao i svi ostali suhomesnati proizvodi, treba proći određenu kontrolu procesa do konačnog odredišta, odnosno do potrošača. Njezina sigurnost za konzumaciju prvenstveno ovisi o zdravstvenoj ispravnosti koja mora obuhvatiti lanac od same proizvodnje do čuvanja i skladištenja, kao i sušenja, te distribucije do krajnjeg potrošača.

Meso se oduvijek kao lako pokvarljiva namirnica konzerviralo za kasniju uporabu, a što se postiže raznim metodama čiji je zajednički cilj uništavanje mikroorganizama, tj. sprječavanje ili usporavanje njihovog rasta i razmnožavanja, kao i sprječavanje aktivacije autolitičkih procesa u mesu koji uzrokuju kvarenje. Iz te potrebe je nastala jedna od danas najrasprostranjenijih skupina proizvoda od mesa, a to su suhomesnati proizvodi karakteristični po niskom udjelu vlage i specifičnom mirisu zrelog mesa i boji.

Ovi proizvodi se dobivaju od raznih vrsta mesa (stoke, peradi, divljači) tehnološkim postupcima koji uključuju soljenje ili salamurenje u kombinaciji s drugim načinima konzerviranja: dimljenjem, fermentacijom ili termičkom obradom uz dimljenje ili bez dimljenja. Najviše suhomesnatih proizvoda je svinjskog podrijetla, a oni su ujedno i najpopularniji kao što su pršut i suha šunka.

S obzirom na suvremeni način života te popularnost ovih proizvoda kao i dominantnu prodaju narezanih i vakuum pakiranih suhomesnatih proizvoda, cilj ovog rada je bio istražiti kvalitetu buđole, odnosno određene parametre, tijekom njezinog tromjesečnog skladištenja. Određivani su parametri boje, udio vode, pH vrijednost, kao i stupanj oksidacije masti i proteina. Također su određivane i senzorske karakteristike buđole nakon tromjesečnog skladištenja.



## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. TRAJNI SUHOMESNATI PROIZVODI

Suhomesnati proizvodi čine jednu od najznačajnijih grupa proizvoda od mesa u čijem se tehnološkom postupku proizvodnje uvijek primjenjuju tehnološki postupci soljenja ili salamurenja u kombinaciji s drugim načinima konzerviranja: hladnim dimljenjem, fermentacijom (zrenjem), ili termičkom obradom (polutrajni suhomesnati proizvodi) uz dimljenje ili bez dimljenja (Živković, 1986). Suhomesnati proizvodi se proizvode od mesa stoke za klanje i peradi, a rjeđe od mesa divljači i riba. Prema vrsti i dijelovima mesa od kojega su proizvedeni, načinu tehnološke obrade i trajnosti, suhomesnati proizvodi se stavljaju u promet kao trajni i polutrajni proizvodi (Živković, 1986). Proizvodnja trajnih suhomesnatih proizvoda je kod nas zastupljena u kućnoj i zanatskoj radinosti, kao i poluindustrijskim i industrijskim objektima, dok se polutrajni suhomesnati proizvodi proizvode uglavnom u industrijskim objektima.

Uobičajene osnove tržišne senzorne karakteristike suhomesnatih proizvoda su sljedeće (Čaušević i Smajić, 1995):

- da imaju suhu i čistu površinu,
- da im je miris i okus svojstven vrsti mesa i upotrebljavanog dima, ako su dimljeni,
- da su uredno obrađeni i odgovarajućeg oblika,
- da su mesnati dijelovi na presjeku svijetlocrvene do tamnocrvene, a masno tkivo bijele do žućkaste boje,
- da su proizvodi s kožom bez oštećenja, površinski svjetlije do tamnosmeđe boje.

Trajni suhomesnati proizvodi su toplinski neobrađeni proizvodi od svinjskog mesa sa ili bez pripadajućih kosti, potkožnog masnog tkiva i kože, s dodanim drugim sastojcima rajni suhomesnati proizvodi mogu se proizvoditi i od mesa drugih vrsta životinja te stavljati na tržište pod uobičajenim ili opisnim nazivima, uz koje mora biti istaknuta vrsta životinje od koje meso potječe Aktivitet vode ( $a_w$ ) može biti najviše 0,93. Proizvodi moraju također ispunjavati sljedeće uvjete:

- površina treba biti suha i čista, s mjestimičnim mogućim manjim naslagama plijesni u tankom sloju
- koža mora biti svijetle do tamnosmeđe boje i bez oštećenja

- moraju biti dovoljno osušeni, a vanjski izgled, izgled presjeka, miris, okus, konzistencija i tekstura moraju odgovarati zreloom proizvodu i vrsti mesa, a ako su dimljeni moraju imati miris i okus dima
- moraju biti što pravilnijeg oblika, uredno obrezanih rubova i bez oštećenja
- mesnati dijelovi moraju biti svijetlocrvene do tamnocrvene boje i
- masno tkivo mora biti čvrsto i bijele boje, a površinski slojevi mogu imati žućkastu nijansu (Pravilnik, 2018).

Na tržištu su prisutni mnogi suhomesnati proizvodi od svinjskog mesa, kao što su: lopatica, pečenica, slanina, panceta, suha šunka, buđola, a sve ovisno o kategoriji mesa, odnosno jesu li su proizvedeni od slabine, buta, vratine itd.

Tu su bitni još neki čimbenici kao što su: toplinska obrada, tehnika soljenja i/ili salamurenja, dimljenje, kao i određeni sastojci koji se dodaju u procesu proizvodnje. Varijacije u procesu proizvodnje uvelike doprinose raznolikosti i specifičnosti proizvoda na tržištu (Kovačević, 2001). Na slici 1 prikazani su različiti suhomesnati proizvodi.

Postupak soljenja i/ili salamurenja, dimljenje, sušenje, dodatak raznih začina, odnosno sami proces prerade, u konačnici dovodi do kvalitetno obrađenog mesa. Kao posljedicu svih ovih čimbenika imamo određenu aromu, okus, izgled, teksturu, i nadasve kvalitetan proizvod.



**Slika 1.** Suhomesnati proizvodi (Fino.hr, 2022)

Soljenje/salamurenje mesa može se provoditi na tri načina: suhim, vlažnim i kombiniranim postupkom.

Suho soljenje i/ili salamurenje je sporiji postupak soljenja, koristi se većinom u domaćinstvu pri proizvodnji šunki, rebara, slanina, vratine, kao i ostalih suhomesnatih proizvoda. Primjenjuje li se ovaj postupak u industriji onda je potrebno korištenje nitritne soli, a sam postupak se provodi pri 0-8 °C. Smjesa salamure ili sol utrljava se u komade mesa koje dalje slažemo na postolje ili u posudu, nakon čega se dodatno posipaju po površini odgovarajućom soli (Kovačević, 2001).

Za razliku od suhog postoji i vlažno soljenje koje se provodi na način da se u mišiće ili krvne žile ubrizgava salamura ili potapanjem mesa u salamuru. Ako se koristi ubrizgavanje salamure ono je češće kod ubrizgavanja u mišiće nego u krvne žile, jer je postupak brži. Kada se koristi postupak potapanja mesa u salamuru provodi se na način da se meso potapa u pac (salamura koja je u bazenima), nakon toga se preša. Ovaj postupak je spor i traje 3 do 4 tjedna.

Kombiniramo soljenje/salamurenje podrazumijeva postupak ubrizgavanja salamure i potapanja mesa u salamuru. Postupak mehaničke obrade salamurenog mesa poboljšava prodor salamure i raspored iona soli u mesu. Na ovaj način se postižu i bolja organoleptička svojstva, kao i bolja kvaliteta gotovog proizvoda.

Nakon soljenja butovi se podvrgavaju procesu prešanja jer time se pospešuje cijedenje mesnog soka i vode, a butovi dobivaju željeni izgled, odnosno oblik. Postupak traje oko 11 dana, a nakon njega ide dimljenje i zrenje šunki (Senčić, 2009). Prema Toldri (2002) imamo dva glavna postupka suhog soljenja u proizvodnji pršuta: postupak s neodređenom količinom soli i postupak s točno određenom količinom soli.

## **2.2. BUĐOLA**

### **2.2.1. Opća definicija proizvoda**

Buđola je proizvod koji se može pronaći na domaćem tržištu te također ima dugu tradiciju proizvodnje na hrvatskom području.

Prema Pravilniku o suhomesnatim proizvodima iz 2018. godine buđola ili suha vratina je trajni suhomesnati proizvod od svinjske vratine bez kosti. Proizvodi se postupkom soljenja ili salamurenja, uz mogućnost dodatka drugih začina ili začinskog bilja i njihovih ekstrakata.

Podvrgava se procesima sušenja i zrenja, sa ili bez provedbe postupka dimljenja (Pravilnik, 2018).

### 2.2.2. Opis sirovine

Sama proizvodnja buđole zahtijeva određene komade mesa koji su prošarani masnoćom (slika 2), odnosno komade svinjske vratine. Poželjno je da isti teže 3-4 kg i nadasve da su pravilnog reza. Meso ne smije imati vidljive znakove bilo kakvih traumatskih procesa, mora biti crvenkasto-ružičaste boje i kompaktne strukture. Poželjno meso je od svinje stare između 2 i 3 godine (Kos i sur., 2015).



**Slika 2.** oblikovana svinjska vratina (Moja kuhinja, 2022).

Meso mlađih svinja nema razvijenu kvalitetnu mišićnu masu, a meso starijih je žilavo. Najbolje je meso svinja iz slobodnog uzgoja, pošto im je rast polagan, a meso zbog puno kretanja ima dobar omjer masnoće i suhog tkiva (Kos i sur., 2015).

Ako se radi o izmorenim životinjama prilikom klanja, onda nastaje nedovoljan pad pH vrijednosti što može dovesti do tvrdog, suhom i tamnog (TST) mesa. Takvo meso tijekom prerade soljenjem i sušenjem nedovoljno će upijati sol, izgubit će vlagu i konačnici dovesti do pretjerane mekoće, gnjecavosti proizvoda i nadasve mogućeg kvarenja suhomesnatog proizvoda (Karolyi i Luković, 2016).

### 2.2.3. Tradicionalni tehnološki postupak proizvodnje buđole

Za proizvodnju buđole koristi se meso u komadu ili rolano. Ukoliko su buđole u komadu njihovo namakanje u začinima biti će duže iz razloga što je meso deblje, u odnosu na rolane buđole gdje meso tanje.

Ukoliko se rolane buđole namaču u začinima ono će trajati duplo kraće u odnosu na one u komadu, a razlog tomu je debljina mesa (slika 3).



**Slika 3.** Priprema sirovine za proizvodnju buđole (Moja kuhinja, 2022).

Ukupno trajanje namakanja je dva tjedna u sklopu kojih suho salamurenje traje jedan dan, a ostalo je mokro namakanje, a može se provesti dva tjedna samo suhog salamurenja. Tako priređena vratina za rolanje se osuši. Buđolu koja je iz suhog paca potrebno je ostaviti 24 sata u vodi, s tim da se voda mora dva puta promijeniti. Potom slijedi cijedenje rolane vratine koja se nakon toga stavlja u krpu, s tim da ista mora biti u doticaju s mesom sa svih strana i onda ju je potrebno zarolati. Nakon 24 sata rastvorene buđole namažemo prvo s gornje strane usitnjenim češnjakom, kojeg nakon par sati odstranimo da ne bi došlo do kvarenja buđole. Kao takve ih se začini ručno utrljavanjem crnog mljevenog papra i slatke crvene paprike (Karolyi i Luković, 2016).

Rolana vratina zahtijeva suho meso koje je samo malo ljepljivo, a rolanje vršimo na način da jednom rukom stišćemo meso u rolu, a drugom rukom u suprotnom smjeru vučemo na krpu na kojoj se nalazi. Prilikom rolanja može doći do pucanja ukoliko vučemo meso, jer je ono u rolanju napeto. Na kraju na zarolanu buđolu navlači se mrežica (Slika 4).



**Slika 4.** Rolanje buđole (Moja kuhinja, 2022).

Za razliku od rolanih, kod buđola koje za sušenje pripremamo u komadu potrebno je svaki dio odstraniti koji ne pridonosi pravilnom obliku. Ovim postupcima može doći i do odstranjivanja 30 % mesa jer sa svih strana buđola mora biti jednake debljine. Iz ovog razloga pri samoj kupovini potrebno je odabrati pravilnije komade.

Kao i rolane, buđole u komadu imaju proces začinjavanja mokrim ili suhim salamurenjem. Postoji također i kombinacija ova dva načina pa imamo dva tjedna suhi i onda 2-3 tjedna mokri pac. Pri suhom pacu ukoliko koristimo lovor, papar i ostale začine potrebno je pomiješati ih sa soli kako bismo uvaljali vratinu u tu smjesu i potom je otresli na što laganiji način.

Nakon ovoga buđole stavljamo na hladno mjestu pri temperaturi od 2-7 °C, a prethodno smo ih stavili u plastične vrećice i kao takve odstoje 3-4 tjedna. Plastične vrećice je potrebno preokrenuti s druge strane svakih par dana ukoliko se radi samo suhi pac (Slika 5). (Karolyi i Luković, 2016).



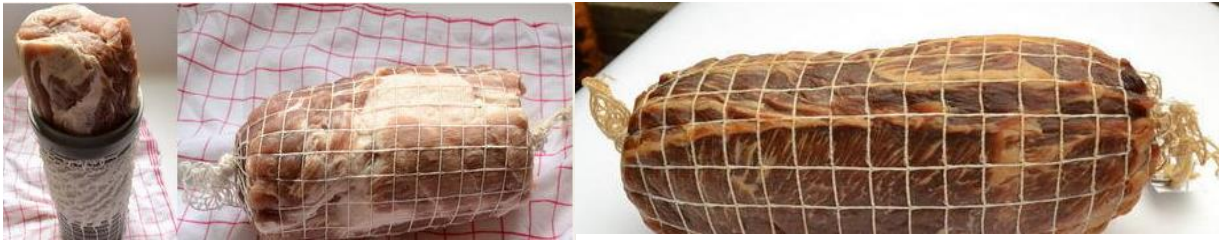


**Slika 5.** Suho salamurenje i priprema cijelih buđola za sušenje (Moja kuhinja, 2022).

Nakon završetka salamurenja buđole se operu i potom slijedi provjera boje i mirisa te ukoliko udovoljavaju svim kriterijima na 24 sata ih ostavljamo u hladnoj vodi kako bi izašla iz njih suvišna sol. Vodu je potrebno mijenjati tri puta. Ocijeđene i stisnute buđole potrebno je osušiti, te ih ostavljamo zamotane u krpama 24-36 sati u hladnom prostoru.

Ukoliko se radi o kombiniranom pacu, onda ih prvo držimo dva dana u suhom pacu, potom u mokrom, s tim da je u vodi dodana kuhinjska sol i jabučni ocat.

Njihova daljnja obrada zahtijeva miješanje idućih nekoliko dana, a na kraju tog perioda sa buđola se odstranjuju začini, dobro ih ocijedimo i ostavimo zamotane u krpe 24-36 sati na hladnom. Na kraju, ukoliko je potrebno, uklonimo nepravilnosti jer ako ostanu utori možemo očekivati i pojavu plijesni. Na ovako pripremljene buđole još je potrebno navući mrežicu (Slika 6).



**Slika 6.** Stavljanje mrežice i proizvod nakon sušenja (Moja kuhinja, 2022).

Dimljenje buđola provodi se 14 dana do pet puta u vremenskom periodu po 12 sati. U prvih 48 sati 12 h dimljenja pa 24 h pauze (prva dva dimljenja), dok se treći dim odvija petog dana. Potom se buđole prozrače. Nakon trećeg dimljenja, ako se na površini buđole vidi vlaga, odlučuje se o daljnjem dimljenju. Sušenje buđola je proces koji traje najmanje 75 dana, a najviše 90, a sve ovo ovisi o temperaturi i vlazi u zraku, odnosno 2-10 °C, i 75-85 % vlage. Također sušenje buđola ovisi i o njihovoj veličini, osušenim smatramo onu buđolu koja je tvrda na dodir. Nakon 90 dana sušenja vakuum pakirane buđole se ostavljaju još šest mjeseci na hladnom mjestu. Iz razloga što sam postupak dimljenja nema dovoljan konzervirajući učinak kombinira se sa drugim metoda, uglavnom soljenjem i sušenjem (Vuković, 2012). Izgled presjeka gotovog proizvoda prikazan je na slici 7.



**Slika 7.** Buđola (Stara Kuća, 2022)

### **2.3. GREŠKE SUHOMESNATIH PROIZVODA**

Suhomesnati proizvodi prolaze niz tehnoloških faza u procesu proizvodnje. Tijekom prerade, skladištenja i transporta postoji mogućnost pojave određenih senzorskih mana, kako za vrijeme skladištenja tako i u transportu. Pogreške se mogu očitovati u mirisu, okusu, boji, konzistenciji i ostalim organoleptičkim svojstvima.



Najčešće pogreške su u tehnologiji proizvodnje, s tim da i način skladištenja utječe na kvalitetu. Svako odstupanje od specifičnih svojstava gotova proizvoda treba smatrati greškom (Mašić, 2005). Upotrebljivost proizvoda, kao i ocjena tržišne kakvoće ovisi o jačini utvrđenih grešaka. Ukoliko su promjene izraženije proizvod smatramo štetnim za prehranu ljudi i neupotrebljivim.

Sve navedene greške suhomesnatih proizvoda nastaju kao posljedica nepoštivanja higijenskih i pravilnih tehnoloških načela u svim proizvodnim fazama. One su u prvome redu posljedica neprikladnog izbora sirovine za preradu, s obzirom na: (Mašić, 2005)

- nedovoljno iskrvarenje i nepravilnu obradu mesa;
- nespecifične biokemijske promjene mesa premortalne ili postmortalne etiologije;
- invaziju parazita za života životinje (trihinelozna *Trichinella spiralis*; ikričavost *Cysticercus cellulosae*);
- veliki inicijalni broj štetnih mikroorganizama u mesu kao posljedice bolesti životinje ili naknadne kontaminacije tijekom klanja, obrade, neprikladnog hlađenja, transporta i manipulacije (Mašić, 2005).

Kako izbor sirovine može dovesti do grešaka, tako i neprikladni tehnološki postupci, kao što su: prekomjerno soljenje mesa, neprikladni mikroklimatski uvjeti, prilikom tlačenja veliko opterećenje, naglo i pretoplo dimljenje neadekvatnim drvima na otvorenom plamenu, nedovoljna cirkulacija zraka, izravna izloženost svjetlu i dr. tehnološki čimbenici.

Također postoje i mnogi drugi uzroci pogrešaka suhomesnatih proizvoda, a najveće značenje imaju neadekvatna zaštita od raznih insekata i glodavaca

Kako bismo spriječili mane prilikom proizvodnje ili skladištenja, nužno je poznavati njihov uzrok. Neki primjeri navedenih mana:

#### Smrdljivo zrenje

Ukoliko se zrenje mesa odvija u nepovoljnim uvjetima nastaje ubrzana enzimska razgradnja bjelančevina, a kao produkti nastaju  $\text{NH}_3$  i  $\text{H}_2\text{S}$ . Ovi produkti uzrokuju neugodnu aromu mesa. Smrdljivo zrenje suhomesnatih proizvoda može nastati tijekom soljenja i prešanja u uvjetima povišene temperature, kao i prilikom dimljenja, odnosno sušenja. Prilikom

smrdljivog zrenja nastaju promjene u boji suhomesnatih proizvoda, na površini je bakrenocrvena, a na prerezu ide do tamnozeleno boje. Konzistencija je također promijenjena, suhomesnati proizvodi su meko-elastični do tjestasti, a reakcija izrazito kisela za razliku od one pri gnjiljenju mesa (Oluški, 1973).

### 1) Gnjljenje

Kao i smrdljivo zrenje, gnjljenje se pojavljuje u početnim fazama prerade kao posljedica razgradnje organske tvari pod utjecajem bakterijskih enzima. U procesu gnjiljenja značajni su pojava smrdljivog mirisa te promjena boje i konzistencije. Gnjljenje može biti površinsko, brzo se razvija i stoga dolazi do potpune razgradnje bjelančevina u konačne produkte ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$  i  $\text{N}_2$ ). Ovakvu razgradnju organske tvari još nazivamo truljenjem. Ako se razgradnja organske tvari dešava anaerobno, onda su gnjiležni procesi složeniji, razvijaju se najrazličitiji međuprodukti i nastupa pravo smrdljivo gnjljenje (Rahelić i sur., 1980).

### 2) Kiselo vrenje

Kiselo vrenje nije česta greška u preradi suhomesnatih proizvoda, pri kojoj nastaje izrazito kisela reakcija. To je posljedica skretanja normalnog procesa zrenja mesa odnosno procesa razgradnje ugljikohidrata uz tvorbu kiselog mirisa, okusa i kisele reakcije. Nastaje u početnim fazama prerade, točnije tijekom soljenja, prešanja ili na samom početku dimljenja. Pouzdano se mogu utvrditi organoleptički, tj. ocjenom konzistencije i mirisa ubadanjem drvenog štapića u dublje slojeve suhomesnatih proizvoda (Bukač, 1957).

### 3) Pojava “bula” ili “peča”

Ukoliko je onemogućeno sušenje površinskih dijelova suhomesnatih proizvoda može nastati gnjljenje koje se pod utjecajem bakterija i plijesni širi s površine u dubinu pršuta. Ova greška se može ispraviti ukoliko je pravodobno otkrivena, na način da se izrežu promijenjeni dijelovi ukoliko proces nije zahvatio dublje slojeve suhomesnatih proizvoda. Zbog nastale greške vrijednost suhomesnatih proizvoda je manja, ali je iskoristiv nepromijenjeni dio koji je potrebno narezati ili rasjeći od oštećenog.

Greška se može pojaviti u svim fazama proizvodnje, kao i u tijeku uskladištenja u nepovoljnim uvjetima. Kada se suhomesnati proizvodi ovlaže na površini dolazi do razvoja zelene plijesni (*Aspergillus glaucus*) s naknadnim razvojem bakterija (Džapo, 1989).

#### 4) Pojava insekata odnosno njihovih ličinki

Ova greška se očituje prisustvom ličinki raznih insekata, a to su najčešće muhe, u samoj sredini suhomesnatih proizvoda. Najčešći je napad muhe zujare (*Calliphora vomitoria*) koja odlaže žuta jaja pojedinačno ili u nakupinama. Iz jaja se nakon 24 sata izlegu ličinke koje prodiru u dubinu i izazivaju kvarenje buđole.

Najčešće suhomesnate proizvode napada sirna muha (*Piophilidae casei*). Njezine ličinke lako prepoznamo po karakterističnom gibanju, jer se najprije saviju u kolut, a potom brzim opušanjem poskakuju. Odlaze veliki broj ličinki koje prodiru u dubinu pa mogu nastati velike štete u proizvodnji. Ličinke sirne muhe najčešće u cijelosti unište proizvod, pa se mogu iskoristiti samo periferni dijelovi.

#### 5) Parazitarne bolesti

Parazitarne bolesti svinja također mogu biti posljedica grešaka suhomesnatih proizvoda. Pri narezivanju suhomesnatog proizvoda možemo naći ovapnjene mjehuriće ikrice *Cysticercus cellulosae*, razvojnog stadija trakavice *Taenia solium* koja parazitira u čovjekovu tankom crijevu. Ovapnjene strukture velike su 3-6 mm i inkorporirane u mišićnom tkivu. Pod prstima ostavljaju dojam mrvičaste strukture pijeska.

Ovu grešku češće nalazimo u suhomesnatim proizvodima koji potječu od zaklanih svinja seoskih domaćinstava zbog nedostatka veterinarskog sanitarnog pregleda mesa nakon klanja. U vezi s parazitarnim invazijama treba istaknuti problem trihineloze.

#### 6) Invazija grinja

Grinje mogu napasti suhomesnati proizvod tijekom zrenja i uskladištenja. Suhomesnati proizvod uglavnom napada brašnata grinja (*Thyroglyphus casei*). Razvijaju se na unutarnjoj strani suhomesnatog proizvoda, a nalazimo ih u šupljinama i zarezotinama. Jaču invaziju grinja prepoznamo kao prašinstvo nakupinu na samoj površini suhomesnatog proizvoda.

U dodiru s takvim suhomesnatim proizvodima grinje lako prelaze na ruke uzrokujući kožnu bolest, a konzumacija takvog proizvoda dovodi do crijevnih tegoba. Višekratnom sanitacijom skladišta (fumigacijom) pojava grinja na proizvodu može se svesti na najmanju moguću mjeru (Roseg, 1995).

#### 7) Prekomjerno soljenje

Prekomjerno soljenje može uzrokovati grešku koja se očituje preslanim okusom odnosno tvrdoćom i pomanjkanjem sočnosti proizvoda. Greška se povećava raspucanom površinom na rubovima suhomesnatog proizvoda i nemogućnošću finijeg narezivanja zbog prekomjernog sušenja. Prema Živković i Hadžiosmanović (2001) preslan okus posljedica je prekomjernog soljenja ili salamurenja solima s više od 5 % NaCl u proizvodu, dok će nedovoljno slani proizvodi sadržavati manje od 1,5 % NaCl.

#### 8) Užeglost

Užeglost je greška koja nastaje tijekom dugotrajnijeg čuvanja suhomesnatog proizvoda pod utjecajem povišene temperature u prostorijama i pod utjecajem svjetla. Prepoznajemo ju po žućkastoj boji masnog tkiva, kao i po oštru okusu. Uznapredovala užeglost svojstvena je starijim proizvodima. Vrijedno je spomenuti da pojava slabe užeglosti zbog oksidacije masnih kiselina utječe na tvorbu posebnog, pikantnog okusa i osebujne arome proizvoda (Mašić, 2005; Prgomet, 1970).

### **2.4. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA SUHOMESNATIH PROIZVODA**

U cjelokupnom lancu proizvodnje, bilo da se radi o sušenom ili soljenom mesu, postoje mnogobrojni čimbenici koji u konačnici utječu na fizikalno-kemijska svojstva, kao i na samo kvalitetu proizvoda, odnosno počevši od same sirovine za proizvodnju do konačnog proizvoda.

Podjela tih čimbenika ovisi o tomu kolika je kakvoća sirovine, kao i njezina podesnost za preradu, i o tomu koliko ti čimbenici utječu tijekom prerade na konačni proizvod (Krvavica, 2003).

Na kvalitetu svinjskog mesa u proizvodnji suhomesnatih proizvoda utječu i mnogi čimbenici kao što su hranidba svinja, njihova pasmina, način na koji se uzgajaju, koji na kraju imaju svoj udio i u konačnici proizvoda. Također na finalni proizvod utječu i dimljenje, količina soli, kao i samo soljenje, te dužina zrenja (Krvavica, 2006).

Da bi se neki mesni proizvod mikrobiološki pokvario u sebi mora imati dostupnu vodu, a o njenoj količini ovisi i rast mikroorganizama. Smanjenje optimalnog aktiviteta vode rasta mikroorganizama postizemo soljenjem i sušenjem.

U mesu i njegovim prerađevinama, reduciranjem količine slobodne, kao i nevezane vode smanjuju se kemijske i enzimске promjene koje su nepoželjne, a do njih dolazi u tijeku pohrane (Karolyi, 2004).

## **2.5. OKSIDACIJA MASTI**

Poznato je kako masti utječu na teksturu i aromu mesnih proizvoda (Vukšić i Budor, 2018). Oksidacija masti, ovisno o stupnju kojim se odvija i količini nastalih produkata, utječe na kvalitetu mesa te može uzrokovati određene mane u kvaliteti. Povećanje oksidacije masti, također može uzrokovati promjenu boje, teksture, okusa i prehrambene vrijednosti u mesu, kao i na smanjenje roka trajanja i povećavanje neugodnog okusa. Također može dovesti i do promjene senzorskih i funkcionalnih karakteristika, te štetnih produkata poput malondialdehida.

Postoji više čimbenika koji utječu na oksidaciju masti u mesu: toplina, svjetlost, kataliza, kisik, udio nezasićenih masnih kiselina i uvjeti pri klanju.

Najvažniji mehanizam oksidacije masti u mesu je autooksidacija. Autooksidacija se odvija u nekoliko faza, kontinuiranim reakcijama.

Da bi rastumačili pojavu autokatalize prilikom autooksidacije Farmer i sur. (1942) su postavili teoriju slobodnih radikala. Slobodni radikal je atom ili molekula sa nesparenim elektronom i zbog toga je jako nestabilan i reaktivan. Nakon što slobodan radikal privuče elektrone sa stabilnog spoja, taj stabilan spoj postaje slobodan radikal. Takav novonastali slobodan radikal reagira s drugim spojem koji postaje slobodan radikal i reagira sa sljedećim spojem.

Zbog toga se reakcije sa slobodnim radikalima događaju kao niz reakcija. U prvoj fazi kisik iz zraka napada nezasićene masne kiseline i pri tome se stvaraju slobodni radikali, nastali slobodni radikali dalje reagiraju s masnim kiselinama stvarajući nove radikale i tako uz ubrzanje dolazi do lančane reakcije.

U drugoj fazi se iz slobodnih radikala stvaraju hidroperoksidi i slobodni radikali peroksida, vezanjem kisika na slobodne radikale masnih kiselina. Hidroperoksidi su primarni produkti oksidacije, bez mirisa i okusa, nestabilni su pa se dalje razgrađuju na slobodne radikale i razgradne produkte oksidacije koji uzrokuju neugodan okus i miris masti.

Reakcije koje uzrokuju raspad hidroperoksida i stvaranje sekundarnih oksidacijskih produkata su vrlo složene. Oksidacija se nastavlja lančano sve dok slobodni radikali ne reagiraju međusobno (treća faza) stvarajući polimere koji su neaktivni, time se završava autooksidacija (Cheng, 2016).

Stupanj oksidacije masti ovisi o vrsti mesa te procesima mljevenja, usitnjavanja, emulgiranja i toplinske obrade. Procesiranje uništava strukturu mišića što uzrokuje reakciju nezasićenih masnih kiselina sa kisikom iz zraka te se povećava kontakt sa enzimima i hem pigmentima koji sadrže metalne ione te dolazi do autooksidacije. Kontrola tih faktora najbolji je način zaustavljanja oksidacije masti i neugodnih okusa u mesnim proizvodima (Cheng, 2016).

Metode koje se koriste za određivanje oksidacije masti u mesu dijele se na: određivanje primarnih produkata i određivanje sekundarnih produkata oksidacije.

Metode koje se temelje na određivanju primarnih promjena određuju primarne promjene mogu se podijeliti na one koje određuju gubitak reaktanata (nezasićene masne kiseline ili kisik), zatim na one koje prate nastajanje primarnih produkata oksidacije masti (hidroperoksida), te na one koje određuju apsorpciju kisika. Razgradnjom primarnih produkata nastaju stabilniji sekundarni produkti kao što su pentanal, heksanal, 4 - hidroksinonenal i malondialdehid (MDA) (Gray i Monahan, 1992).

## **2.6. OKSIDACIJA PROTEINA**

Oksidacija proteina jedan je od glavnih uzroka narušavanja kvalitete tijekom prerade i skladištenja mesa i mesnih proizvoda.

Na oksidaciju proteina i aminokiselina utječu i brojni tehnološki čimbenici, uključujući temperaturu, aktivitet vode i pH vrijednost (Estèvez i Heinonen, 2010).

Lund i sur. (2011) izvijestili su o štetnim učincima oksidacije proteina na teksturu i nutritivnu vrijednost proizvoda od mesa. Veza između oksidacije proteina i narušene kvalitete

proizvoda bazira se na korelaciji između proteinskih karbonila određenih DNPH metodom i procijenjene kvalitete (Chan i sur., 2011; Zakrys i sur., 2009).

Parametri teksture kao mekoća, sočnost i tvrdoća mogu biti promijenjeni oksidacijom proteina uslijed inaktivacije proteolitičkih enzima uključenih u mekšanje mesa i oksidativnih promjena miofibrilnih proteina i posljedično tome, njihove smanjene podložnosti proteolizi.

Nutritivna vrijednost proizvoda s oksidiranim proteinima smanjena je uslijed promjene profila aminokiselina, budući da formiranje proteinskih karbonila uključuje ireverzibilnu oksidativnu modifikaciju esencijalnih aminokiselina kao što su lizin, arginin i treonin. Stoga je proteinska karbonilacija mjera štetnog utjecaja oksidacije proteina na nutritivnu vrijednost proteina hrane (Estèvez, 2011).

Stupanj i tip efekata na proteinima u velikoj mjeri ovisi o vrsti radikala koji se u reakcijama oslobađaju kao i od dužine ekspozicije, te je sukladno tomu odrađena podjela mogućih modifikacija:

- modifikacija primarne strukture proteina kao posljedica: modifikacije pojedinih aminokiselina, gubitka pojedinih aminokiselina, agregacije proteina i fragmentacije proteina,
- modifikacija sekundarne i tercijarne strukture proteina koja dovodi do promjene rastvorljivosti (jača hidrofobnost ili hidrofilnost) i promjena naelektriziranosti.

Promjene fizikalno-kemijskih svojstava proteina ogledaju se i u promjeni fluorescencije i viskoznosti, kao i smanjenju termičke stabilnosti.

## **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **3.1. MATERIJALI**

#### 3.1.1. Uzorci

Istraživanje je provedeno na uzorcima narezane buđole (DOBRO d.o.o.). DOBRO buđola je proizvedena od najkvalitetnijih komada svinjskog vrata. Na presjeku je crvene boje prošarana masnim tkivom, srednje mekane teksture i sočnog okusa s dodatkom prirodnih začina. Ne sadrži umjetna bojila, pojačivače okusa, soju niti gluten. Za pakiranje buđole koristila se vakuum vrećica.

#### 3.1.2. Uređaji

- Analitička vaga, ABT 220-4M (Kern & Sohn GmbH, Balingen, Njemačka)
- Centrifuga, Rotina 380 R (Hettich LabTechnology, Tuttlingen, Njemačka)
- Digitalni pH metar, 7110 (benchtop sensION tm + MM374, Hach Company, Loveland, CO, USA))
- Homogenizator (Polytron PT 10-35 GT, Kinematica AG, Švicarska)
- Homogenizator, Ultra Turrax T18 basic (IKA Werke GmbH & Co. KG, Baden-Württemberg, Njemačka)
- Kolorimetar, Konica Minolta CM-700d (Minolta, Osaka, Japan)
- Mikrocentrifuga, MicroCL 21 Microcentrifuge (ThermoFisher Scientific, Waltham, MA, SAD)
- Spektrofotometar (Helios, Spectronic Unicam, Cambridge, UK)
- Sušionik, ST-01/02 (Instrumentaria Zagreb, Hrvatska)
- Tehnička vaga, PFB (Kern & Sohn GmbH, Balingen, Njemačka)

#### 3.1.3. Pribor

- Aluminijske zdjelice za sušenje 50x30 mm (IDL Diverse Artikel, Nidderau, Njemačka)
- Automatske pipete Eppendorf (Eppendorf, Hamburg, Njemačka)
- Eksikator (Brand, Wertheim am Main, Njemačka)



- Eppendorf tube (od 1,5 ml i 2 ml) (Eppendorf, Hamburg, Njemačka)
- Filter papir, Whatman (n° 54) (Whatman Ltd, Madstone, Engleska)
- Kvarcne kivete za spektrofotometrijsko mjerenje (Hellma Analytics, Njemačka)
- Laboratorijske špatule za vaganje od nehrđajućeg čelika
- Laboratorijski stakleni pribor (čaše, štapići, lijevci, Erlenmeyerove tikvice, odmjerne tikvice, hladilo za Soxhlet aparat) (TLOS, Zagreb, Hrvatska)
- Lončići za spaljivanje (Ø 5 cm) (Haldenwanger, Waldkraiburg, Njemačka)
- Petrijeve zdjelice (Ø 10 cm) (Bochem, Weilburg, Njemačka)
- Plastične epruvete (10 mL) (Eppendorf, Hamburg, Njemačka)
- Staklene kivete za spektrofotometrijsko mjerenje (Yixing Zhicheng Material, Yixing, Kina)
- Tube za centrifugu (50 mL) Falcon (ThermoFisher, Waltham, MA, SAD)

#### 3.1.4. Kemikalije

- 2,4-dinitrofenilhidrazin (DNPH), > 97 % (Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Njemačka)
- Etilen glikol-bis(2-aminoetileter) - N,N,N',N'-tetraoctena kiselina (EGTA), > 97 % (Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Njemačka)
- Gvanidin hidroklorid, > 98 % (Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Njemačka)
- Kalijev klorid p.a. (KCl) (Honeywell, Offenbach, Njemačka)
- Klorovodična kiselina (HCl) 37 % (Carlo Erba, Val del Reuil, Francuska)
- Magnezij klorid (MgCl<sub>2</sub>) p.a. (Gram-Mol, Zagreb, Croatia)
- Natrij dihidrogen fosfat (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), > 99 % (Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Njemačka)
- Trizma® maleat (sol trometamin maleata) ≥ 99.5% (Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Njemačka)
- Butilirani hidroksitoluen (BHT), 99,8 % (Acros Organics, Geel, Belgija)
- Trikloroctena kiselina p.a. (TCA) (Acros Organics, Geel, Belgija)

#### 3.1.5. Standardi

- Albumin goveđeg seruma ≥ 98% (engl. Bovine Serum Albumin, BSA) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, SAD)

- 1,1,3,3-tetrametoksiopropanol (TMP), 99 % (Sigma-Aldrich, Steinheim, Njemačka).

### 3.2. ODREĐIVANJE PH NAREZANE BUĐOLE

Suspenzija za određivanje pH je pripremljena miješanjem 2 g homogeniziranog uzorka buđole s 18 mL destilirane vode kroz 20 s u homogenizatoru (Polytron PT 10-35 GT, Kinematica AG, Švicarska). Elektroda je kalibrirana sa standardnim puferima (pH 4,01 / 7,00).

pH uzorak je mjereno u triplikatu korištenjem digitalnog pH metra (benchtop sensION tm + MM374, Hach Company, Loveland, CO, USA). Na slici 8 se nalazi prikaz izgleda pH metra korištenog za mjerenje pH uzorka buđole.



**Slika 8.** Uređaj za mjerenje pH (benchtop sensION tm MM374, Hach Company, Loveland, CO, US)  
(Fondriest Environmental, Inc. 2022)

### 3.3. ODREĐIVANJE UDJELA VODE

Određivanje udjela vode se obrađivao na način da se u Al-zdjelice stavi kvarcni pijesak (oko 5 g) i stakleni štapić, te se stavi u sušionik na zadanu temperaturu. Posudice se suše oko 30 min (nakon što se postigne temperatura), bez poklopca (poklopac se nasloni na zdjelicu). Nakon toga se posudice poklope u sušioniku, hlade u eksikatoru do sobne temperature (30 min), nakon čega se vagaju na vazi ( $m_0$ ).

U izvagane i osušene Al – posudice se doda 3 g homogeniziranog uzorka, lagano se pomiješa s kvarcnim pijeskom staklenim štapićem, te se posudice poklope i izvagaju ( $m_1$ ). Posudice s uzorkom se otklope i stave u sušionik na 2.5 h na zadanu temperaturu, nakon čega se poklapaju i hlade u eksikatoru (30 min), te se važu ( $m_2$ ).

Udio vode je izračunat prema formuli:

$$\text{udio vode (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100 \quad [1]$$

gdje je :

$m_0$  - odvaga aluminijske posudice, pijeska i staklenog štapića

$m_1$  - odvaga aluminijske posudice, uzorka, pijeska, staklenog štapića prije sušenja

$m_2$  - odvaga aluminijske posudice, uzorka, pijeska i staklenog štapića nakon sušenja

### 3.4. ODREĐIVANJE BOJE NAREZANE BUĐOLE

Mjerenje boje mesa provedeno je spektrofotometrijski pomoću kolorimetra Konica Minolta CM-700d (Osaka, Japan) sa standardnim promatračem, izvorom svjetlosti D 65 10° s otvornom blende 8 mm i s otvorenim konusom. Referentna metoda mjerenja boje mesa (Honikel, 1998) koristi trodimenzionalan L\*, a\*, b\* spektar boja. Parametar L\* predstavlja mjeru svjetline mesa iskazan je vrijednostima od 0 do 100, što je veći meso je svjetlije. Parametar a\* je mjera crvenila mesa, iskazan je vrijednostima od -60 do 60 te iskazuje spektar crvene do zelene boje. Što je veći meso je crvenije. Parametar b\* iskazuje spektar od žute do plave boje i što je veća njegova vrijednost izraženija je žuta boja. Svaka prikazana vrijednost predstavlja srednju vrijednost od deset mjerenja po uzorku.

Boja je mjerena na površini uzorka buđole, na način da se pokušavalo izbjeći zone s masnim tkivom tako da vrijednosti boje prezentiraju pravu boju mišićnog tkiva buđole. Na slici 9 nalazi se slika spektrofotometra korištenog za određivanje boje.



**Slika 9.** Konica Minolta CM-700d (Fondriest Environmental, Inc. 2022)

### 3.5. ODREĐIVANJE STUPNJA OKSIDACIJE MASNIH KISELINA - TBARS test

Stupanj oksidacije masnih kiselina u uzorcima buđole određen je metodom reaktivne tvari tiobarbiturne kiseline (engl., Thiobarbituric acid reactive substance test, TBARS test). Ta metoda se temelji na reakciji sekundarnog produkta oksidacije višestrukonezasićenih masnih kiselina s tiobarbiturnom kiselinom pri čemu će nastati karakteristično ružičasto-crveno obojenje, koje se mjeri spektrofotometrijski pri 532-538 nm.

Odvagano je 5 g uzorka te dodano 10 mg BHT (butiliranog hidroksitoulena) i 20 mL 5 % trikloroocetne kiseline (TCA), homogenizirano na ultratunetu i centrifugirano tijekom 10 min na 12000 okretaja/min na 4 stupnja.

Zatim su uzorci razdijeljeni (u svaku po 4 mL uzorka), dodan TBA i ostavljeno 1 h na 100 °C. Nakon toga na spektrofotometru (Helios, Spectronic Unicam, Cambridge, UK) je očitana apsorbancija (pri 532 nm).

Standardne kalibracijske otopine pripravljene su iz 25  $\mu$ mol otopine primarnog standarda TMP (1,1,3,3 – tetra metoksi propanol). Pripravljene koncentracije u sljedećim koncentracijama 12,5; 6,25; 3,13; 1,56; 0,75;  $\mu$ mol/mL. Očitana je apsorbancija na 532 nm na spektrofotometru (Helios b, Spectronic Unicam, Cambridge, UK), a rezultati izraženi kao mg MDA/kg buđole.

Koncentracija mg malondialdehida/kg uzorka izračunata je po formuli:

$$\text{mg MDA/kg uzorka} = \mu\text{M MDA} \times 0,2888 \quad [2]$$

gdje je:

$\mu$ M MDA -  $\mu$ mol MDA dobivenog mjerenjem apsorbancije u uzorku

### 3.6. ODREĐIVANJE UKUPNIH KARBONILA

Kvantifikacija proteinskih karbonila metodom dinitrofenilhidrazin (DNPH) najčešći je postupak za procjenu oksidacije bjelančevina u mesu i mesnim proizvodima. Brojna istraživanja istražuju pojavu karbonilacije bjelančevina neposredno nakon klanja te tijekom naknadne prerade i hladnog skladištenja mesa. Međutim, značaj karbonilacije bjelančevina u mesnim sustavima još uvijek je slabo razumljiv (Estèvez, 2011).

Osim svoje uloge markera oksidacije bjelančevina, specifični proteinski karbonili kao što su  $\alpha$ -aminoadipic i  $\gamma$ -glutamic semialdehydes (AAS, odnosno GGS) aktivni su spojevi koji mogu biti uključeni u nekoliko kemijskih reakcija s relevantnim posljedicama na kvalitetu mesa. Stvaranje proteinskih karbonila iz pojedinih aminokiselinskih lanaca pridonosi slabljenju konformacije miofibrilnih proteina što dovodi do denaturizacije i gubitka funkcionalnosti. Nedavna istraživanja također naglašavaju mogući utjecaj specifičnih proteinskih karbonila, posebno svojstava kvalitete mesa kao što su kapacitet vode, tekstura, okus i njegova nutritivna vrijednost (Estèvez, 2011).

Priprema uzorka za određivanje ukupnih karbonila prema izmijenjenom postupku koji su opisali Armenteros i sur. (2009). Izvagan je 1 g uzorka u falconicu (u duplikatu) te homogeniziran sa 10 mL pirofosfatnog pufera (pH 7,4; 2 mM  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ; 10 mM tris-maleat; 100 mM KCl, 2 mM  $\text{MgCl}_2$ , 2 mM EGTA) na Ultra Turrax 30 s (zatim se uzorci stavljaju u led). Uzorak je podijeljen na dva alikvota od 0,1 mL (u eppendorficu od 2 mL), u svaki je dodano 1 mL 10 % TCA da precipitiraju protein, izmiješano na vortexu i centrifugirano na 10000 okretaja/min tijekom 5 min (2 °C) (Estèvez, 2011).

Zatim se supernatant odbacuje i to za :

Pelet 1 – kvantifikacija proteina: dodati 1 mL HCl 2N

Pelet 2 -mjerenje karbonila: dodati 1 mL 0,2 % DNPH U HCl 2N

Dobiveni uzorci inkubirani su 1 h na sobnoj temperaturi u tami, miješanjem svakih 15 min na Vortex-u. Nakon toga precipitirano je s 1 mL TCA 10 %, promiješano na Vortexu 30 s i centrifugirano pri 10000 okretaja/min tijekom 5 min (2 stupnja).

Zatim je pelet otopljena u 1,5 mL natrijevog fosfatnog pufera 20 mM (pH 6,5) sa 6M gvanidin hidrokloridom, promiješano i centrifugirano pri 10000 okretaja/min tijekom 5 min da

se uklone netopljivi fragmenti. Ostavljenom supernatantu je izmjerena apsorbancija na sljedeći način:

Pelet 1- kvantifikacija proteina: mjeriti na 280 nm, koristeći BSA kao standard (0,5-2 mL/mL) u natrijevom fosfatnom puferu 20 mM (pH 6,5) sa 6M gvanidin hidrokloridom.

Pelet 2 – mjerenje karbonila: izmjeriti na 370 nm i izračunati koncentraciju karbonila koristeći jednadžbu

$$A = \sum * M * I * \quad [3]$$

Gdje je:

A- apsorbancija pri 370 nm

l – debljina kivete korištene prilikom mjerenja apsorbancije

M – koncentracija karbonila

$\sum$  - koeficijent adsorpcije proteina hidrazona (21,0 mM/cm)

Priprema baždarne krivulje:

Otopiti 20 mg u 10 mL natrijevog fosfatnog pufera + gvanidin hidroklorida.

U tablici 1 predstaviti će se podaci za izradu baždarne krivulje.

**Tablica 1.** Podaci za izradu baždarne krivulje

<b>BSA (mL)</b>	<b>Fosfatni pufer + gvanidin hidroklorid (mL)</b>	<b>c BSA (mg/mL)</b>
0	2	0 (SP)
0,5	1,5	0,5
1	1	1
1,5	0,5	1,5
2	0	2

\* BSA (mL) albumin goveđeg seruma

\* Fosfatni pufer + gvanidin hidroklorid (mL)

\* c BSA (mg/mL) Koncentracija albumina goveđeg seruma

\* 0 (SP) Slijepa proba

\* Koncentracija BSA, Fosfatni pufer + gvanidin hidroklorid (mL), c BSA (mg/mL)



### 3.7. SENZORSKA ANALIZA

Senzorska analiza je provedena od strane panela. Svaki mjesec u razdoblju od tri mjeseca provodilo se ocjenjivanje uzoraka buđole. Atributi koji su ocijenjeni: boja mišićnog tkiva, boja masnog tkiva, izgled, miris, okus, off-flavour (negativna aroma), tekstura i sveukupna dopadljivost ocjenjivani su na numeričkoj skali.

U tablici 2 prikazana je skala za ocjenjivanje pršuta (hedonistička).

**Tablica 2.** Senzorski atributi (ocjena)

Boja mišićnog tkiva	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Boja masnog tkiva	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Izgled	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Miris	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Okus	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Negativna aroma (off-flavour)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tekstura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sveukupna dopadljivost	1	2	3	4	5	6	7	8	9

\*1 najniža, a 9 najviša ocjena za pojedini senzorski atribut; 1-3 nije prihvatljivo; 4-5 prihvatljivo; 6-7 dobro; 8-9 jako dobro

### **3.8. OBRADA PODATAKA**

Obrada podataka provedena je jednosmjernom analizom varijance (one-way ANOVA test) pri razini značajnosti 0,05 u programu SPSS 17,0 (SPSS Inc., statsof Inc, Tulsa, Oklahoma, SAD).

ANOVA test otkriva statističku razliku između srednjih vrijednosti mjerenjem sifnifikatnosti, odnosno p-vrijednosti.

Ukoliko je ( $p < 0,05$ ) smatra se da su grupe uzoraka različite. Zatim se provodi post-hoc Tukey test kako bi se utvrdilo kako se te vrijednosti parametara međusobno razlikuju.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Moderni potrošači traže kvalitetnu i sigurnu hranu. Pakiranje može utjecati na održivost mesa i mesnih proizvoda, a time i na mikrobiološki status pakiranog proizvoda. Skladištenje je veoma važno u procesu očuvanja kvalitete Buđole kao i za osiguravanje duljeg roka valjanosti bez ugrožavanja njegove kvalitete.

Sukladno zadanoj temi diplomskog rada „Praćenje kvalitete buđole tijekom skladištenja“ predstavljeni su rezultati koji će ukazati na sustav praćenja kvalitete buđole u procesu skladištenja.

Rezultati koji su obrađeni i prikazani u narednim potpoglavljima dobiveni su tijekom procesa praćenja tromjesečnog skladištenja.

Svi dobiveni rezultati objedinjuju ispitivanja senzorskih karakteristika, boje, pH vrijednosti, udjela vode, stupnja oksidacije lipida i koncentracije karbonila provedenih na uzorcima narezane buđole (DOBRO d.o.o.).

Dobiveni rezultati prikazani su u ovom radu kao srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška.

U tablici 3 prikazani su rezultati senzorske analize u ovisnosti o vremenu skladištenja iskazanom u mjesecima.

**Tablica 3.** Senzorska analiza (vrijeme skladištenja prema mjesecima)

Vrijeme skladištenja (mjeseci)	Mjeseci			
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Boja mišićnog tkiva</b>	9,00±0,25 <sup>c</sup>	8,50±0,29 <sup>bc</sup>	8,00±,00 <sup>b</sup>	6,75±0,25 <sup>a</sup>
<b>Boja masnog tkiva</b>	9,00±0,00 <sup>b</sup>	8,50±0,29 <sup>b</sup>	7,00±0,00 <sup>a</sup>	6.75±025 <sup>a</sup>
<b>Izgled</b>	8,50±0,29 <sup>b</sup>	8,00±0,00 <sup>ab</sup>	7,25±0,48 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>
<b>Miris</b>	9,00±0,00 <sup>c</sup>	7,25±0,25 <sup>b</sup>	6,25±0,25 <sup>ab</sup>	6.00±0.41 <sup>a</sup>
<b>Okus</b>	8,00±0,00	8,00±0,00	7,00±0,00	7,00±0,00
<b>off-flavour (neg. aroma)</b>	1,00±0,00	1,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00
<b>Tekstura</b>	8,00±0,00 <sup>c</sup>	6,50±0,00 <sup>b</sup>	5,00±0,00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>
<b>Sveukupna dopadljivost</b>	8,75±0,25 <sup>c</sup>	8,00±0,00 <sup>b</sup>	7,00±0,00 <sup>a</sup>	7.00±0.00 <sup>a</sup>

\*Različita slova (a, b, c, ab) u istome redu znače statistički značajnu razliku (P<0,05).

Vrijeme skladištenja je statistički ( $p < 0,05$ ) značajno utjecalo na senzorske karakteristike buđole. Pretpostavka je da je narušavanje ocjenjivanih parametara upravo

posljedica prisutnosti kisika unutar pakiranja, što ujedno dovodi do oksidacije masti te negativnih promjena mirisa i okusa buđole (Parra i sur., 2010).

Značajnije ( $p < 0,05$ ) narušavanje karakteristika panel je odredio nakon tri mjeseca skladištenja jer je došlo do promjene boje mišićnog i masnog tkiva.

Izgled i miris tijekom provedene analize pokazali su statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ), što ukazuje da su se prethodno tablično prikazani parametri mijenjali tijekom tromjesečnog skladištenja.

U istraživanju koje su proveli Cilla i sur. (2006) različiti uvjeti pakiranja ili osvjetljenja nisu značajno utjecali na izgled potkožnog masnog tkiva i nemasnog tkiva kod sušenih Iberijskih šunki.

Intenzitet mirisa i okusa kod provedenog istraživanja Cilla i sur. (2006) ostao je nepromijenjen nakon 60 dana skladištenja.

Također, u ovom istraživanju je utvrđeno kako je okus bolje očuvan u vakuumu, a ne u pakiranjima s 80 %  $N_2$  i 20 %  $CO_2$ .

Tijekom provedene analize okus u ispitivanim uzorcima je u rasponu od 8,00 – 7,00, dok je negativna aroma bila u rasponu od 1,00 – 2,00.

Tekstura i sveukupna dopadljivost pokazale su statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ).

#### **4.1. BOJA**

Najvažnija karakteristika mesa je boja. Također to je jedan od najvažnijih pokazatelja senzorske i tržišne kvalitete mesa te mesnih proizvoda (Huff-Lonergan i sur., 2010). Kada je u pitanju potrošačka perspektiva boja igra najvažniju ulogu pri kupnji mesnih proizvoda. Nitrozomioglobin utječe na stvaranje tipične crvene boje suhomesnatog proizvoda i to putem kemijske reakcije dušikovog oksida s mioglobinom.

Kako raste koncentracija mioglobina u mesu tako se pojača intenzitet boje mesa. Njegova koncentracija se povećava u mišićima životinja koje su starije dobne granice (Rosell i Toldrá, 1998). Autori Pérez-Alvarez i sur. (1998) smatraju kako boja mesa u njihovom slučaju pršuta ponajviše ovisi o strukturi mišića, koncentraciji i kemijskom stanju pigmenta mioglobina u mesu.

Primjenom vakuuma pri pakiranju mesa također se uspoređuju negativne promjene boje mesnih proizvoda koja se smatra jednim od najvažnijih faktora u donošenju odluke o kupnji proizvoda (Morales i sur., 2007).

U tablici 4 prikazani su rezultati instrumentalnog određivanja boje buđole kroz tri mjeseca skladištenja.

**Tablica 4.** Rezultati određivanja parametara boje buđole u uzorcima Buđole DOBRO d.o.o. kroz tri mjeseca

Vrijeme skladištenja	Mjeseci			
	0	1	2	3
(L*)	59,09±0,52 <sup>b</sup>	58,39±0,53 <sup>b</sup>	57,51±0,70 <sup>b</sup>	53,71±0,73 <sup>a</sup>
(a*)	13,93±0,43 <sup>a</sup>	14,48±0,34 <sup>a</sup>	16,62±0,29 <sup>b</sup>	17,13±0,21 <sup>b</sup>
(b*)	10,70±0,41 <sup>a</sup>	11,30±0,39 <sup>b</sup>	12,45±0,30 <sup>c</sup>	12,81±0,40 <sup>c</sup>

<sup>a-c</sup> Različita slova u istome redu znače statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ )

\* Tumačenje znakova iz stupca: L osvjetljenost; a crvena; b plava;

Iz tablice 4 može se uočiti kako se kod buđole tijekom skladištenja L\* vrijednost smanjila za 5,38 što znači da je meso potamnilo, ali vrijednost a\* se povećala za 3,2 što znači da je tijekom stajanja meso buđole poprimilo crveniju boju, dok se vrijednost b\* povećala za 2,11 što znači da tijekom stajanja poprima žućkastu nijansu.

Iz istraživanja Garcia-Esteban i sur. (2004) provedenih na Serrano pršutu u vakuumu tijekom skladištenja došlo je do porasta L\*, te blagog pad a\* i b\* vrijednosti kroz dva mjeseca. Parra i sur. (2010) su odredili konstantne vrijednosti parametara L\* i b\*, te uočili blagi pad a\* vrijednosti kroz 4 mjeseca skladištenja narezanog vakuumski pakiranog Iberijskog pršuta u PA/PE.

S druge strane kod svinjskog vrata L\* vrijednost se povećala za 1,41 što znači da je meso nakon stajanje nešto svijetlije, a vrijednost a\* je porasla za 3,2 što znači da je meso nakon stajanja nešto crvenije boje, dok se b\* vrijednost povećala za 2,1 odnosno meso je počelo poprimati žutu nijansu (Domenico i sur., 2021). U usporedbi s rezultatima ovog istraživanja, uočen je isti trend za vrijednosti a\* i b\* dok je vrijednost L\* pokazala suprotan trend. Moguće

objašnjenje je da je došlo do narušavanja vakuum pakiranja tijekom produženog skladištenja mesnog proizvoda.

#### 4.2. pH VRIJEDNOST

pH vrijednost predstavlja mjeru koliko je neka otopina kisela ili lužnata. U mesu pH može biti od 5,2 do 7,2 a najviša kakvoća mesa nalazi se pri pH između 5,7 i 6,0 (Dumančić, 2013).

U kontrolnim uzorcima određena je pH vrijednost kroz period skladištenja od tri mjeseca. U tablici 5 prikazani su rezultati određivanja pH kod buđole kroz tri mjeseca skladištenja (srednja vrijednost stan. pogreška).

**Tablica 5.** Rezultati određivanja pH kod buđole kroz tri mjeseca skladištenja (srednja vrijednost ± stan. pogreška)

Vrijeme skladištenja	Mjesec			
	0	1	2	3
pH	5,69±0,08	5,56±0,09	5,57±0,03	5,45±0,02

\*pH – broj koji služi kao mjera kiselosti odnosno lužnatosti vodenih otopina

U tablici 5 izmjerene pH vrijednosti u kontrolnim uzorcima na samom početku su iznosile 5,69 a nakon tri mjeseca izmjeren je pH 5,45 vrijednost. Kod određivanja pH nije postojala značajna statistička razlika u vrijednostima analiziranog parametra tijekom skladištenja. Tijekom skladištenja buđole pH vrijednost se smanjila za 0,24, dok su više pH vrijednosti utvrđene u pršutu u istraživanju Delgado-Pando i sur. (2018). Prosječna pH vrijednost iznosila je 5,83 dobivena korištenjem mješavine soli, dok su u formulacijama s većim udjelom NaCl vrijednosti bile između 5,96 i 6,08. Za razliku od ovog istraživanja u istraživanju Domenico i sur. (2021) pH vrijednost svinjskog vrata smanjila se za 0,28 što je nešto viša vrijednost.

### 4.3. UDIO VODE

Udio vode je jedan od pokazatelja za mjerenje kvalitete buđole. Što je veći udio vode, buđola se lakše kviri. Prema specifikaciji, udio vode u mora biti od 40 % do 55 % (Kos i sur., 2015).

U tablici 6 prikazani su rezultati određivanja udjela vode (%) buđole kroz tri mjeseca skladištenja (srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška)

**Tablica 6.** Rezultati određivanja udjela vode (%) buđole kroz tri mjeseca skladištenja (srednja vrijednost  $\pm$  standardna pogreška)

Vrijeme skladištenja	Mjeseci			
	0	1	2	3
Udio vode (%)	55,66 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	55,31 $\pm$ 0,35 <sup>b</sup>	55,02 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>	53,45 $\pm$ 0,38 <sup>a</sup>

\*Različita slova (a, b) u istome redu znače statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ).

Iz tablice 6 možemo vidjeti značajan ( $p < 0,05$ ) pad udjela vode kroz tri mjeseca skladištenja. Dobiveni rezultati ukazuju da je nakon tri mjeseca skladištenja došlo do isušivanja buđole te su nakon tri mjeseca narušena senzorska svojstva. Usporedbom kroz tri mjeseca skladištenja uzorak je izgubio značajan udio vode.

Također, može se uočiti kako udio vode tijekom skladištenja opada gotovo linearno, a nakon tri mjeseca dolazi do smanjenja sadržaja vode za 2,2 %. U istraživanju Domenico i sur, (2021) razdoblje skladištenja od 60 dana, u svim tretmanima, nije pokazalo nikakvu značajnu razliku ( $p > 0,05$ ). Takve uočene promjene mogu biti povezane s nekoliko čimbenika kao što je početni sadržaj vode u sirovim komadima plećke ili položaj svakog komada u pušnici tijekom procesa dimljenja i procesa sazrijevanja.



#### 4.4. TBA TEST

Reaktivne tvari tiobarbiturne kiseline (TBARS) nastaju kao nusproizvod oksidativnog oštećenja lipida (tj. kao produkti razgradnje masti) i mogu se otkriti testom TBARS pomoću tiobarbiturmentne kiseline (TBA) kao reagensa. TBA reagira malondialdehidom (MDA), koji je jedan od nekoliko krajnjih proizvoda niske molekularne mase nastalih raspadom nekih primarnih i sekundarnih proizvoda za peroksidaciju lipida (Janero, 1990).

Međutim, nisu sve peroksidacijske reakcije generirale MDA, stoga podaci o TBA mogu dovesti u zabludu. MDA također nije jedini krajnji proizvod nastajanja i raspadanja masnih peroksida niti tvar koja nastaje isključivo putem lipidne peroksidacije. Ta i druga razmatranja iz opsežne literature o MDA, reaktivnosti TBA i razgradnji oksidativnog lipida podupiru zaključak da određivanje MDA i test TBA u najboljem slučaju mogu pružiti ograničen pogled na složeni proces peroksidacije lipida (Janero, 1990).

Oksidacija masti tijekom skladištenja uveliko utječe na kvalitetu i sigurnost mesnih proizvoda. Produkt oksidacije te ujedno i indikator u TBARS testu je malondialdehid (MDA) koji se smatra kancerogenim.

Oksidacijski procesi smanjuju nutritivnu vrijednost mesa zbog gubitka esencijalnih masnih kiselina i samim tim smanjuju senzorsku kvalitetu i rok trajanja mesnih proizvoda. To također podrazumijeva i promjene na boji, teksturi, mirisu i okusu. Stupanj oksidacije masti je postepeno i statistički značajno ( $p < 0,05$ ) rastao tijekom tri mjeseca skladištenja (Bruna i sur., 2001).

U tablici 7 predstavljeni su rezultati određivanja stupnja oksidacije masti TBARS metodom po Bruna i sur. (2001) u uzorcima budole kroz tri mjeseca

**Tablica 7.** Rezultati određivanja stupnja oksidacije masti TBARS metodom po Bruna i sur. (2001) u uzorcima buđole kroz tri mjeseca

Vrijeme skladištenja	Mjeseci				
	0	1	2	3	p-value
TBARS	0,38±0,07 <sup>a</sup>	0,43±0,04 <sup>ab</sup>	0,51±0,08 <sup>b</sup>	0,62±0,02 <sup>c</sup>	p<0,000

<sup>a-c</sup> Različita slova u istome redu znače statistički značajnu razliku ( $P < 0,05$ ).

\*TBARS - Reaktivne supstance tiobarbiturne kiseline

Vrijednosti dobivene određivanjem stupnja oksidacije masti TBARS metodom po Bruna i sur. (2001) prikazane u tablici 7 pokazuju statistički značajnu razliku, tj. TBARS vrijednost je rasla tijekom skladištenja, od najnižih vrijednosti izmjerenih u prvom mjesecu (0,38 mg MDA/kg) do maksimalnih (0,62 mg MDA/kg) na kraju tromjesečnog skladištenja.

Suprotan rezultat postignut je u istraživanju Domenico i sur., 2021. čiji je cilj bio istražiti utjecaj redukcije natrijevog klorida (NaCl), zamjenom kalijevim kloridom (KCl) i smanjenja vremena ponovnog soljenja na fizikalno-kemijske, mikrobiološke i senzorske karakteristike. Nakon tri mjeseca stupanj oksidacije masti TBARS se smanjio sa 0,23 mg MDA/kg na 0,07 mg MDA/kg.

#### 4.5. KARBONILI

Metoda DNPH je rutinski postupak koji omogućuje kvantifikaciju ukupne količine karbonila iz uzorka proteina (Estévez i Heinonen, 2010).

Iako karbonilni spojevi nisu proizvodi oksidacije nekih aminokiselinskih ostataka kao što su histidin, fenilalanin i triptofan, DNPH metoda derivatizacije koja otkriva karbonilne spojeve razvijena je kao pogodna i pravilna metoda za kvantifikaciju nivoa oksidacije proteina u hrani (Levine i sur., 1994; Oliver i sur., 1987). U tablici 8 predstavljeni su rezultati

određivanja koncentracije karbonila određenih DNPH metodom u uzorcima buđole tijekom tri mjeseca skladištenja.

**Tablica 8.** Rezultati određivanja koncentracije karbonila određenih DNPH metodom u uzorcima buđole tijekom tri mjeseca skladištenja

Vrijeme skladištenja	Mjeseci				
	0	1	2	3	p-value
DNPH	14,80±1,65 <sup>a</sup>	16,43±0,95 <sup>a</sup>	18,35±0,86 <sup>a</sup>	23,27±1,21 <sup>b</sup>	p<0,000

<sup>a-b</sup> Različita slova u istome redu znače statistički značajnu razliku (P<0,05).

\* DNPH -2,4-dinitrofenilhidrazin je organsko jedinjenje  $C_6H_3(NO_2)_2NHNH_2$ . DNPH je crvena do narančasta čvrsta supstanca

Koncentracija karbonila u buđoli kretala se u rasponu od 14,80 – 23,27 nmol karbonila/mg proteina.

Prema dobivenim rezultatima, postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) u stupnju oksidacije proteina između 1. i 3. mjeseca skladištenja.

Koncentracija karbonila tijekom prvog mjeseca skladištenja je značajno manja u odnosu na koncentraciju karbonila tijekom 3. mjeseca skladištenja. Razine karbonila u mesnim proizvodima se kreću od 0,5 do 20nmol/mg proteina, a opseg oksidacije proteina ovisi i o pasmini životinje te uvjetima uzgoja, kao i o proizvodnom procesu i uvjetima skladištenja proizvoda (Estévez, 2011). Relativno visoka koncentracija karbonila u uzorcima buđole može se pripisati dodatku više koncentracije NaCl-a tijekom proizvodnje istraživane buđole, jer kuhinjska dol ima prooksidativni učinak na mišićne proteine.

## 5. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

1. Dužina skladištenja je statistički ( $p < 0,05$ ) značajno utjecala na senzorske karakteristike buđole. Značajnije ( $p < 0,05$ ) narušavanje senzorskih karakteristika panel je odredio nakon tri mjeseca skladištenja jer je došlo do promjene boje mišićnog i masnog tkiva. Izgled i miris tijekom provedene analize pokazali su statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ), što ukazuje da su se navedeni parametri mijenjali tijekom tromjesečnog skladištenja.
2. U uzorcima buđole se tijekom skladištenja  $L^*$  vrijednost smanjila za 5,38 što znači da je meso poprimilo tamniju boju. Vrijednost  $a^*$  se povećala za 3,2 što znači da je tijekom skladištenja mišićno tkivo buđole poprimilo crveniju boju, dok se vrijednost  $b^*$  povećala za 2,11 što ukazuje da su tijekom skladištenja uzorci buđole razvili žućkastu nijansu.
3. pH vrijednosti u kontrolnim uzorcima buđole, na samom početku eksperimenta iznosile su 5,69, a nakon tri mjeseca izmjerena je pH vrijednost 5,45. Nije postojala značajna statistička razlika u pH vrijednostima tijekom skladištenja.
4. Zabilježen je značajan ( $p < 0,05$ ) pad udjela vode kroz tri mjeseca skladištenja. Dobiveni rezultati ukazuju da je nakon tri mjeseca skladištenja došlo do isušivanja buđole te su nakon tri mjeseca narušena senzorska svojstva. Usporedbom kroz tri mjeseca skladištenja uzorak je izgubio značajan udio vode.
5. Vrijednosti dobivene određivanjem stupnja oksidacije masti TBARS metodom pokazale su statistički značajnu razliku, tj. TBARS vrijednost je rasla tijekom skladištenja, od najnižih vrijednosti izmjerenih u prvom mjesecu (0,38) do maksimalnih (0,62) na kraju tromjesečnog skladištenja.
6. Koncentracija karbonila u uzorcima buđole kretala se u rasponu od 14,80 – 23,27 nmol karbonila/mg proteina. Prema dobivenim rezultatima, postoji statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) u stupnju oksidacije proteina između 1. i 3. mjeseca skladištenja.

## 6. LITERATURA

Armenteros M, Heinonen M, Ollilainen V, Toldra F, Estevez M (2009) Analysis of protein carbonyls in meat products by using the DNPH-method, fluorescence spectroscopy and liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry (LC-ESI-MS). *Meat Sci* **83**, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.04.007>

Bukač V (1957) Mesarsko kobasičarski priručnik, Hrvatska seljačka tiskara, Zagreb.

Bruna J M, Ordóñez J A, Fernández M, Herranz B, L de la Hoz (2001) Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. *Meat Sci* **59**(1), 87-96. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00057-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00057-2)

Cheng JH (2016) Lipid Oxidation in Meat. *J Nutr Food Sci* **6**, 494. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000494>

Chan J T Y, Omana D A, Betti M (2011) Effect of ultimate pH and freezing on the biochemical properties of proteins in turkey breast meat. *Food Chem* **127**, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.095>

Cilla I, Martínez L, Guerrero L, Guàrdia M D, Arnau J, Altarriba J, Ronca P (2006) Consumer Beliefs and Attitudes Towards Dry-cured Ham and Protected Designation of Origin Teruel Ham in Two Spanish Regions Differing in Product Knowledge. *FST I* **12**(3):229-240. <https://doi.org/10.1177/1082013206065722>

Čaušević Z, Smajić A (1995) Prerada mesa domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet Sarajevo, Sarajevo, 1995.

Delgado-Pando, G Fischer, E Allen, P Kerry J P, O'Sullivan M G & Hamill R M (2018). Salt content and minimum acceptable levels in whole-muscle cured meat products. *Meat Sci* **139**, 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.025>

Domenico J D, Machado-Lunkes A, Vieira Prado N, Weber C I (2021) Food Science and Technology. *Sci agric* **78** (6). <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0153>

Dumančić T (2013) Diplomski rad. Utjecaj spola i udjela mišićnog tkiva na svojstva kakvoće hibridnih svinja Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.

Džapo Š (1989) Prilog poznavanja proizvodnje i svojstava dalmatinskog pršuta. Magistarski rad. Veterinarski fakultet u Zagrebu. Zagreb.

Estévez M (2011) Protein carbonyls in meat systems:A review. *Meat Sci* **89**(3), 259-279. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.025>

Estévez M, Heinonen M (2010) Effect of phenolic compounds on the formation of  $\alpha$ -amino adipic and  $\gamma$ -glutamic semialdehydes from myofibrillar proteins oxidized by copper, iron and myoglobin. *J Agric Food Chem* 58, 4448–4455. <https://doi.org/10.1021/jf903757h>

Farmer E H ,Bloonfield G F, Sundralingam A, Sutton D A (1942) The course and mechanism of autoxidation reactions in olefinic and polyolefinic substances, including rubber. *Trans Faraday Soc* 38: 348-356. <http://dx.doi.org/10.1039/TF9423800348>

Fino hr (2022) .<https://www.Fino.hr>, pristupljeno 22. svibnja 2022.

Fondriest Environmental, Inc. (2022) <https://www.fondriest.com/> Pristupljeno 22. svibnja 2022.

Garcia-Esteban, M Ansorena, D Astiasaran, I (2004) Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: Effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Sci* 67, str. 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.09.005>

Gray I J Monahan F J (1992) Measurement of lipid oxidation in meat and meat products, *Trends Food Sci Technol* 3, 315-319. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(10\)80019-6](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(10)80019-6)

Huff-Lonergan, E Zhang, W Lonergan, S M (2010) Biochemistry of postmortem muscleless on mechanism of meat tenderization. *Meat Sci* 86, 184-195. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.004>

Janero D R (1990) Malondialdehyde and Thiobarbituric Acid-Reactivity as Diagnostic Indices of Lipid Peroxidation and Peroxidative Tissue Injury. *Free Radical Biology and Medicine*, 9, 515-540. [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(90\)90131-2](https://doi.org/10.1016/0891-5849(90)90131-2)

Karolyi D (2004) Sposobnost vezanja vode u mesu. *Meso* 6(6): 26-30. <https://hrcak.srce.hr/file/40881> Pristupljeno 24. svibnja 2022.

Karolyi D Luković Z (2016) Uzgoj svinja za preradu u domade proizvode. *Gospodarski list*. 22: 41-55.

Krvavica M (2003) Učinak odsoljavanja na kristalizaciju tirozina i ukupnu kakvodu pršuta. Magistarski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

Krvavica M (2006) Čimbenici kakvode pršuta. *Meso* 7(5): 279-289. <https://hrcak.srce.hr/22421> Pristupljeno 24. svibnja 2022.

Kos I, Mandir A, Toić U (2015) Dalmatinski pršut-Oznaka zemljopisnog podrijetla, Specifikacija, Udruga dalmatinski pršut, Trilj:

[https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/datastore/filestore/103/izmijenjena\\_Specifikacija\\_Dalmatinski\\_prsut.pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/datastore/filestore/103/izmijenjena_Specifikacija_Dalmatinski_prsut.pdf)

Kovačević D (2001) Kemija i tehnologija mesa i ribe. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2001.

Levine R L, Williams J A, Stadtman E R, Schacter E (1994) Carbonyl assays for determination of oxidatively modified proteins. *Method Enzymol* 233, 346–357. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(94\)33040-9](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(94)33040-9)

Lund M N, Heinonen M, Baron C P, Estévez M (2011) Protein oxidation in muscle foods: A review. *Mol Nutr Food Res* 55, 83–95. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201000453>

Mašić M (2005) Greške suhomesnatih proizvoda, stručni rad, *Meso*, časopis, br. 3, 2005.

Moja kuhinja (2022) <https://Mojakuhinja.com> Pristupljeno 22. svibnja 2022.

Morales R, Guerrero L, Serra X, Gou P (2007) Instrumental evaluation of defective texture in dry-cured hams. *Meat Sci* 76(3), 536–542. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.01.009>

Oliver C N Ahn, B W Moerman, E J Goldstein S, Stadtman E R (1987) Age-related changes in oxidized proteins. *J Biol Chem* 262, 5488–5491. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)45598-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)45598-6)

Oluški, V (1973) Prerada mesa. Institut za tehnologiju mesa. Beograd

Parra V, Viguera J, Sánchez J, Peinado J, Espárrago F, Gutierrez JI Andrés AI (2010) Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham. *Meat Sci* ;84:760–768. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.11.013>

Pérez-Alvarez, J A Sayas-Barberá, M E Fernández-López, J Gago-Gago, M A PagánMoreno, M J, Aranda-Catalá V (1998) Chemical and color characteristics of spanish drycured ham at the end of the aging process. *J Muscle Foods* 10, 195–201. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1999.tb00395.x>

Prgomet A (1970) Prilog poznavanja i svojstva kaštradine u Dalmaciji. Magistarski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

Roseg Đ (1995) Prerada mesa i mlijeka. Nakladni zavod Globus. Zagreb.

Rosell C M, Toldrá F (1998) Comparison of muscle proteolytic and lipolytic enzyme levels in raw hams from Iberian and White pigs. *J Sci Food Agric* 76, 117-122. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199801\)76:1<117::AID-JSFA910>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199801)76:1<117::AID-JSFA910>3.0.CO;2-6)

Rahelić S, Joksimović J, Bučar F (1980) Tehnologija prerade mesa. Tehnološki fakultet Novi Sad. Novi Sad.

Pravilnik (2018) Pravilnik o mesnim proizvodima. Narodne novine 62, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_07\\_62\\_1292.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_07_62_1292.html) Pristupljeno 15. srpnja 2022.

Senčić Đ (2009) Slavonska šunka - hrvatski autohtoni proizvod, Slavonska šunka - hrvatski autohtoni proizvod. Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku, (priručnik).

Toldrá F (2002) Dry-cured meat products, *Food & Nutrition Press*, inc.Trumbull, Connecticut, USA.

Vuković K I (2012) Osnove tehnologije mesa. 4. izdanje. Veterinarska komora Srbije, str. 141.

Vukšić N, Budor I (2018) 'Factors affecting the flavour of game meat', MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu, 20.(6.), str. 516-516. <https://doi.org/10.31727/m.20.6.3>



Zakrys P I, O'Sullivan M G, Allen P, Kerry J P (2009) Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. *Meat Sci* 81, 720–725. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.10.024>

Živković J, Hadžiosmanović M (2001) Higijena i tehnologija mesa, veterinarsko-sanitarni nadzor životinja za klanje i mesa. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Živković J (1986) Higijena i tehnologija mesa, II dio Kakvoća i prerada, Tipografija, Đakovo, Zagreb.

## IZJAVA O IZVORNOSTI

Ja ANA MANDIĆ izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Ime i prezime student

Ana Mandić