

# Usporedba standardizirane i modificirane EZ-DripLoss metode određivanja sposobnosti zadržavanja vode u pilećem mesu

---

**Golub, Karla**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*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:204:912062>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

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





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **USPOREDBA STANDARDIZIRANE I MODIFICIRANE EZ-DRIPPLOSS METODE ODREĐIVANJA SPOSOBNOSTI ZADRŽAVANJA VODE U PILEĆEM MESU**

DIPLOMSKI RAD

Karla Golub

Zagreb, rujan, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mesa

**USPOREDBA STANDARDIZIRANE I  
MODIFICIRANE EZ-DRIPLOSS METODE  
ODREĐIVANJA SPOSOBNOSTI ZADRŽAVANJA  
VODE U PILEĆEM MESU  
DIPLOMSKI RAD**

Karla Golub

Mentor:  
doc. dr. sc. Ana Kaić

Zagreb, rujan, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## **IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Karla Golub**, JMBAG 0066237458, rođena 27.08.1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

### **USPOREDBA STANDARDIZIRANE I MODIFICIRANE EZ-DRIPLOSS METODE ODREĐIVANJA SPOSOBNOSTI ZADRŽAVANJA VODE U PILEĆEM MESU**

Svojim potpisom jamčim:

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

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

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Karle Golub**, JMBAG 0066237458, naslova

#### USPOREDBA STANDARDIZIRANE I MODIFICIRANE EZ-DRIPLOSS METODE ODREĐIVANJA SPOSOBNOSTI ZADRŽAVANJA VODE U PILEĆEM MESU

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

\_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Doc. dr. sc. Ana Kaić mentor
2. Prof.dr.sc. Zlatko Janječić član
3. Prof. dr. sc. Danijel Karolyi član

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Zahvala

*Veliku zahvalnost, u prvom redu, dugujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Ani Kaić koja mi je svojim savjetima i znanjem pomogla pri izradi ovog diplomskog rada, i što je imala strpljenja, vremena i razumijevanja za mene. Hvala Vam!*

*Veliko hvala svim kolegama sa diplomskog studija koji su mi pomogli tijekom studiranja, te prijateljici Anamariji koja je uvijek bila uz mene.*

*Također, zahvaljujem se mojoj obitelji koja me uvijek podržavala i upućivala na pravi put.*

*Najveću zahvalu za ono što sam postigla pripisujem svojim roditeljima, koji su mi uvijek bili najveća podrška u svemu i bez kojih sve što sam do sada postigla ne bi bilo moguće.*

*I na kraju, veliku zahvalu dugujem svom zaručniku Josipu koji mi je bio velika podrška tijekom cijelog razdoblja studiranja.*

*Veliko hvala svima!*

*Karla*

## Sadržaj

<b>1. Uvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Cilj rada .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Pregled literature .....</b>	<b>4</b>
3.1. Građa skeletnog mišića .....	4
3.2 Voda u mišićima.....	5
3.2.1. Slobodna voda .....	6
3.2.2. Vezana voda .....	6
3.2.3 Imobilizirana voda .....	7
3.3. Sposobnost zadržavanja vode u mesu (SZV) .....	7
3.3.1. Povezanost SZV sa kvalitetom mesa.....	8
3.3.2. Čimbenici koji utječu na SZV.....	9
3.3.3. Faktori tijekom prerade koji utječu na SZV.....	12
3.4. Metode određivanja sposobnosti zadržavanja vode.....	14
3.4.1. Metode bez primjene vanjske sile .....	14
3.4.2. Metode s korištenjem vanjske sile.....	17
3.4.3. Apsorpcijske (upijajuće) metode određivanja SZV .....	20
3.4.4. Indirektna metoda i metode određivanja SZV primjenom topline .....	21
3.4.5. Neinvazivne metode.....	23
<b>4. Materijali i metode .....</b>	<b>26</b>
<b>5. Rezultati i rasprava.....</b>	<b>30</b>
<b>7. Popis literature .....</b>	<b>40</b>
<b>8. Popis priloga.....</b>	<b>47</b>

## Sažetak

Diplomskog rada studentice **Karle Golub**, naslova

### **USPOREDBA STANDARDIZIRANE I MODIFICIRANE EZ-DRIPLOSS METODE ODREĐIVANJA SPOSOBNOSTI ZADRŽAVANJA VODE U PILEĆEM MESU**

Cilj ovog diplomskog rada je usporediti standardiziranu (EZ<sub>s</sub>) i modificiranu EZ-DripLoss metodu (EZ<sub>m</sub>) određivanja sposobnosti zadržavanja vode (SZV) u pilećem mesu. U istraživanju je korišteno 40 pilećih prsa izuzetih od tovnihi pilića linije Ross 308 u dobi od 35 dana. U EZ<sub>s</sub> metodi uzorci nisu bili vagani prilikom izuzimanja te se za izračun koristila masa praznog spremnika, masa spremnika sa mesom i mesnim sokom te masa spremnika sa mesnim sokom. U EZ<sub>m</sub> su uzorci bili vagani nakon izuzimanja te se za izračun koristila njihova početna i završna masa. Potvrđena je jaka pozitivna korelacija SZV pilećeg mesa utvrđena EZ<sub>s</sub> i EZ<sub>m</sub> nakon 24, 48 i 72 sata. Vrijednosti utvrđene EZ<sub>m</sub> nakon 24, 48 i 72 sata veće su negoli iste utvrđene EZ<sub>s</sub>. Pri usporedbi rezultata istraživanja potrebno je uzeti u obzir korištenu metodu utvrđivanja SZV na pilećem mesu, statističku obradu i prikaz dobivenih rezultata.

**Ključne riječi:** sposobnost zadržavanja vode, pileće meso, EZ-DripLoss metoda



## Summary

Of the master's thesis – student **Karla Golub**, entitled

### **COMPARISON OF STANDARD AND MODIFIED EZ-DRIPLOSS METHOD FOR DETERMINATION OF WATER HOLDING CAPACITY IN CHICKEN MEAT**

The aim of this study was to compare standard (EZ<sub>s</sub>) and modified EZ-DripLoss method (EZ<sub>M</sub>) in chicken meat. The study was conducted on meat samples originating from 40 chicken broilers from the line Ross 308. The EZ<sub>s</sub> samples were not weighted after collecting and the calculation was done by using the weight of empty container, weight of container with meat and meat juice, and the weight of container with meat juice. The EZ<sub>M</sub> samples were weighted after collecting and the calculation was done using the weight of the samples at the beginning and end. The results showed a strong positive correlation in water-holding capacity using EZ<sub>s</sub> and EZ<sub>M</sub> after 24, 48 and 72 hours. Results of EZ<sub>M</sub> after 24, 48 and 72 hours were higher than the ones using the EZ<sub>s</sub>. When comparing the results of the research, it is necessary to take into account the method used to determine the water-holding capacity of chicken meat, statistical analysis and presentation of the obtained results.

**Keywords:** water-holding capacity, chicken meat, EZ-DripLoss method

## 1. Uvod

Sposobnost mesa da zadrži vodu je kompleksno svojstvo koje je posljedica strukture mišića i biokemijskih promjena do kojih dolazi prilikom pretvorbe mišića u meso (Bowker i Zhuang, 2015.). Prema Huff-Lonergan i Lonergan (2005.), sposobnost zadržavanja vode u mesu (SZV) je sposobnost mesa da zadrži vlagu/tekućinu pod vanjskim utjecajima poput gravitacije, zamrzavanja, zagrijavanja ili kuhanja te može imati utjecaj na kvalitetu i težinu mesa. Kako navodi Brewer (2004.), SZV je sposobnost mesa da zadrži vlastitu ili dodanu vodu prilikom primjene sila poput topline ili pritiska. Denaturacija proteina i pH vrijednost smatraju se jednim od najvažnijih odrednica SZV mesa (Offer i Knight, 1988.).

Voda u mesu može postojati u slobodnom stanju ili u vezanoj formi (Xiong, 2004.). Prisutna je u mesu kao forma vode kemijski vezana za proteine, imobilizirana unutar miofibrilarne strukture mišića te kao slobodna voda (Povše Prevolnik i sur., 2015.). Voda čini 75 % mase mišića, te je sposobnost mesa da zadrži vodu ključ održavanja pokazatelja kvalitete u mesnoj industriji i među potrošačima (Filho i sur., 2017.). Voda je u mišiću strukturalno organizirana u slojevima oko polarnih molekula te između slojeva staničnih komponenata (Brewer, 2004.).

Jedna od najvažnijih osobina kvalitete svježeg mesa, uz boju, je njegova sposobnost da zadrži vodu (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.). Količina mesnog iscjetka i boja važan su faktor vizualne prihvatljivosti potrošača prilikom kupovine mesa (Warner, 2014.). Smanjena sposobnost mesa da zadrži vodu neatraktivna je osobina mesa potrošačima prilikom kupovine, a dovodi i do ekonomskih gubitaka te gubitaka vrijednih, u vodi topivih, proteina i minerala. Osim navedenog SZV utječe na prerađivačke karakteristike mesa, budući da meso niske SZV ima veći kalo i tako prerađeno meso lošije je kvalitete (Povše Prevolnik i sur., 2015.).

SZV svježeg peradskog mesa kompleksna je osobina koju kontroliraju kemijske i strukturalne promjene tijekom *post mortalne* pretvorbe mišića u meso (Bowker i Zhuang, 2015.). Huff-Lonergan (2002.) navodi više čimbenika koji utječu na SZV u mesu.

To mogu biti prostorni utjecaji mišićne stanice, električni naboj proteina, stupanj pada pH vrijednosti, konačna pH vrijednost, genetski utjecaji pasmina, način držanja i postupci sa životinjama prije klanja, vrijeme nakon klanja, zamrzavanje i odmrzavanje mesa, načini i uvjeti skladištenja mesa te veličina i broj rezova mesa.

Količina mesnog iscjetka može biti pokazatelj blijedog, mekog i vodenastog mesa (BMV), najčešće prisutnog kod svinjskog mesa, kao i tamnog, čvrstog i suhog (TČS), koje se češće javlja kod goveđeg mesa.

Iako se gubitak mesnog soka mjeri godinama, jedinstveni standard procesa/metode mjerenja još nije utvrđen (Otto, 2004.). U tradicionalne metode određivanja gubitka mesnog soka ubrajaju se: metoda pritiska (engl. *filter paper press method*), koju su prvu predstavili Grau i Hamm (1953.), zatim metoda filter papira (engl. *filter paper method*) (Kauffman i sur., 1986.), metoda vrećice (engl. *bag method*) (Honikel, 1987.), te metoda ladice (engl. *tray method*) koju su prvi opisali Lundstrom and Malmfors (1985.). Rasmussen i Andersson (1996.) predložili su metodu mjerenja gubitka kapanjem pomoću posebnih spremnika, tzv. EZ-DripLoss metoda.

Razlike u provođenju metoda određivanja gubitka mesnog soka odnose se u najvećoj mjeri na veličinu uzorka te jačinu primijenjene sile na uzorak i njezino trajanje (Povše Prevolnik i sur., 2015.). S obzirom na veličinu uzorka, određivanje gubitka mesnog soka metodom vrećice koristi se uzorak veličine 100 g kvadratnog oblika, dok se EZ-DripLoss metodom koriste cilindrični uzorci veličine 10 g (Otto i sur., 2004.). Metoda centrifuge zahtjeva korištenje vrlo malih uzoraka, od 3-4 g (Otto i sur., 2004.). Kako navodi Danish Meat Research Institute (DMRI, 2018.), provođenjem EZ-DripLoss metode gubitka mesnog soka uzorci mesa ne suše se prije vaganja, već se čuvaju u zatvorenim spremnicima i važu zajedno s njima. Christensen (2003.) navodi da nedostatak provedbe sušenja uzoraka mesa pomaže smanjivanju utjecaja čovjeka na mjerenje gubitka mesnog soka. Međutim, kako navode Correa i sur. (2006.) izostanak sušenja uzorka može utjecati na pouzdanost rezultata budući da je u masu uzorka uključen i udio mesnog soka koji ostaje na površini uzorka. Gubitak mesnog soka EZ-DripLoss metodom, prema uputama DMRI (2018.), određuje se nakon 24-satnog skladištenja, što je u suprotnosti sa Kauffman i sur. (1986.) i Honikel (1987.) koji navode preporučeno vrijeme skladištenja uzoraka od 48 sati.

## **2. Cilj rada**

Cilj ovog diplomskog rada je usporediti standardiziranu i modificiranu EZ-DripLoss metodu određivanja SZV u pilećem mesu.

Hipoteza polazi od činjenice da je pojedinim istraživanjima EZ-DripLoss metode (svinjsko, goveđe, janjeće meso) ukazano na postojanje različitih načina manipulacije sa uzorcima mesa (uzorci standardnih dimenzija/vagani uzorci) i u konačnici izračuna SZV (standardiziran/modificiran).

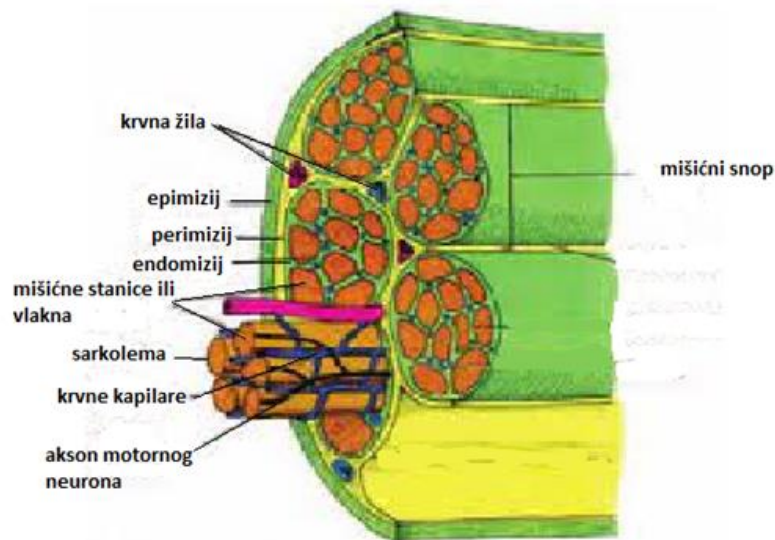
## 3. Pregled literature

### 3.1. Građa skeletnog mišića

Skeletni mišić jedinstveni je organ složene građe koja omogućava prijenos energije, stvorene unutar miofibrila, na cijeli mišić (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.). Građen je od mišićnih vlakana povezanih ovojnicama vezivnog tkiva. Prema Hunt i sur. (2011.), veliki dio unutarnje građe mišića utječe na SZV mišića, odnosno mesa. Mišićne stanice, koje se još nazivaju i mišićna vlakna, jedne su od najfunkcionalnijih stanica u životinjskom organizmu sa širokom lepezom mehaničkih funkcija. Potrebne su za pokretanje udova, za rad cjelokupnog lokomotornog sustava, a sudjeluju ujedno u održavanju ravnoteže i koordinacije te protoku krvi i limfe te održavanju tjelesne temperature (Huff-Lonergan, 2010.).

Mišićna vlakna su dugačke višejezgrene stanice koje se protežu od jednog do drugog kraja mišića. Mišići su jedni od drugih, i od ostalih tkiva, odijeljeni vezivno-tkivnim ovojnicama. Cijeli mišić izvana obavijen je debelom vezivno-tkivnom stjenkom koja se naziva epimizij (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.). Mišićna vlakna povezana su u mišićne snopove koji čine mišić, a svaki snop obavijen je vezivno-tkivnom ovojnicom koja se naziva perimizij (Karolyi, 2005.). Svako mišićno vlakno obavijeno je još i tankom stjenkom vezivnog tkiva koje se naziva endomizij, a naslanja se na sarkolemu, odnosno staničnu membranu mišićnog vlakna. Mišićna vlakna gledana pod mikroskopom pokazuju poprečnu prugavost koja je posljedica građe mišićnih vlakana ili miofibrila. Drugim riječima, poprečnu prugavost uzrokuje izmjena tamnih, proteinski gušćih dijelova (tzv. A-pruge) i svijetlih, proteinski rjeđih dijelova (tzv. I-pruge) duž miofibrila (Karolyi, 2005.).

Slika 3.1. Građa skeletnog mišića



Izvor: Karolyi (2005.)

Tanki filamenti najvećim dijelom građeni su od proteina aktina, dok deblje filamente najvećim dijelom izgrađuje protein miozin. "Glava" miozina ima enzimatsku aktivnost, hidrolizira ATP i oslobađa energiju. U živom mišiću miozinske "glave" odgovorne su za kontrakciju aktina prema sredini sarkomera (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.). Nastupom *rigora mortisa* nastaje ireverzibilna veza aktina i miozina koja se naziva aktomiozinski kompleks.

### 3.2. Voda u mišićima

Život svake životinje, te bilo kojeg drugog živog organizma, usko je vezan uz opskrbu vodom za ispunjavanje svih životnih funkcija. Sve kemijske reakcije u organizmu životinja koriste vodu kao medij (Smathers, 2019.).

Budući da voda sačinjava najveći dio organizma životinje, ima i velik broj uloga u organizmu. Najvažnija funkcija vode je regulacija tjelesne temperature te uloga u hidrolizi i proizvodnji energije. Također, ima ulogu u regulaciji pH vrijednosti te pomaže podmazivanju zglobova. Voda je važno sredstvo transporta nutrijenata i otpadnih produkata, a ima važnu ulogu i u održavanju strukture (volumena) stanice.

Prilikom pretvorbe mišića u meso lokacija i količina vode u mesu podliježu promjenama, što je posljedica brojnih faktora vezanih uz postupke prerade ili strukturu tkiva (Honikel i Kim, 1986.).

Voda je dipolarna molekula i kao takva ima mogućnost vezati se na nabijene molekule poput proteina (Huff-Lonergan, 2010.). Glavna je komponenta svakog živog organizma te ispunjava većinu unutar i izvan staničnih prostora. Izmjenu vode između tih prostora regulira osmotski pritisak (Lorenzo i sur, 2019.). U strukturi mišića postoji nekoliko prostora iz kojih može potjecati mesni iscjedak. To mogu biti prostori unutar miofibrila, unutarstanični prostor izvan miofibrila te izvanstanični prostor, uključujući prostor između mišićnih snopova (Karolyi, 2005.). Vodu u mesu je moguće kategorizirati kao slobodnu, vezanu i imobiliziranu vodu.

### 3.2.1. Slobodna voda

Termin slobodna voda odnosi se na vodu čije je kretanje u tkivu neometano (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.). Kako samo ime govori ova frakcija vode najpodložnija je gubitku u obliku iscjetka. U mesu se zadržava slabim površinskim silama. Prema Hunt i sur. (2011.) bilo koja sila i/ili njihova kombinacija oštećuje mišićna vlakna te time pomaže gubitku slobodne vode iz mesa. Pravilnim postupcima obrade i prerade moguć je „prolazak“ slobodne vode „prebaciti“ u prostore imobilizirane vode i na taj način se takva slobodna voda lakše zadržava u mesu. Slobodna voda teško je vidljiva u mesu prije nastupa *rigora mortis-a*, međutim može se pojaviti kao posljedica promjena uvjeta koji omogućavaju pomicanje imobilizirane vode iz prostora u kojem se nalazi te oslobađanje slobodne vode (Fennema, 1985.).

### 3.2.2. Vezana voda

Kako navodi Hunt i sur. (2011.), prostor u kojem se nalazi vezana voda najmanji je, te zauzima tek 1-2 %, dok Offer i Knight (1988.) navode da vezana voda čini manje od 10 % ukupnog udjela vode u mišiću koji se vrlo slabo mijenja nakon nastupa *rigor mortis-a*. Vezana voda vrlo je čvrsto vezana za proteine mesa i gotovo ju je nemoguće ukloniti iz mesa. Prerada mesa nema gotovo nikakav učinak na prostore u kojima se nalazi vezana voda te posljedično njeno oslobađanje (Hunt i sur., 2011.). Prema Fennema (1985.), vezana voda smanjene je pokretljivosti, velike otpornosti na smrzavanje te postupke termičke obrade.

Udio vezane vode u mesu moguće je ukloniti jedino primjenom visokih temperatura i niskog tlaka (Kovačević, 2001.).

Koncentracija vezane vode u mišiću nakon *rigor mortis*-a mijenja se vrlo malo ili se uopće ne mijenja (Huff- Lonergan, 2018.).

### 3.2.3 Imobilizirana voda

Treća frakcija vode koja se nalazi u mesu je imobilizirana voda koja čini čak 80 % vode u svježem mesu (Hunt i sur., 2011.). Zadržana je u strukturi mišića, ali nije isključivo vezana za proteine (Huff-Lonergan, 2018.). Molekule vode ove frakcije vezane su steričkim (prostornim) utjecajima i/ili privlačenjem na čvrsto vezanu vodu (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.). Kako navodi Huff-Lonergan (2018.), u post mortalnom tkivu ova frakcija vode ne oslobađa se slobodno iz tkiva, ali ju je moguće ukloniti sušenjem i lako pretvoriti u led smrzavanjem. Na imobiliziranu vodu najveći utjecaj imaju *rigor mortis* i procesi pretvorbe mišića u meso. Uslijed promjena u strukturi mišićne stanice i snižavanja pH vrijednosti, ova voda može također iscuriti iz mesa u obliku iscjetka (Karolyi, 2005.). Zadržavanje što većeg dijela ove frakcije vode u mesu cilj je većine mesnih proizvođača, jer što je veći udio vode imobiliziran, veća je i njezina SZV i prinos proizvoda.

### 3.3. Sposobnost zadržavanja vode u mesu (SZV)

SZV (engl. *water-holding capacity*) je sposobnost mesa da zadrži vlagu i kada je izloženo vanjskim silama poput gravitacije, zagrijavanja, centrifugalne sile ili pritiska (Karolyi, 2004.). Kako navodi Swatland (2002.), ukoliko se voda dodaje mesu ili proizvodu, točan naziv zadržavanja određene količine dodane vode bio bi sposobnost vezanja vode (engl. *water-binding capacity*; *water-holding capacity*). Dakle, SZV je količina vode koju meso može zadržati prilikom rezanja, zagrijavanja, usitnjavanja, pritiska, transporta, skladištenja i termičke obrade (Warner, 2014.). Najvažniji dio SZV mesa sadržan je u vodi koja se nalazi u mišićnom tkivu u intramolekularnom prostoru između miofibrilarnih proteina, odnosno aktina i miozina (Brewer i sur., 2001.).

Gubitak vode (vlage) iz mesa naziva se gubitak mesnog soka ili iscjetka (engl. *drip loss*). Warner (2014.) opisuje gubitak mesnog soka kao mjeru težine vode izgubljene pod utjecajem gravitacije, kada je uzorak mesa u ponovljivim uvjetima.



Gubitak mesnog soka je neprekidan proces koji uključuje prijenos vode iz miofibrila u izvanstanični prostor pod utjecajem nekoliko razina stanične organizacije mišića (Sundrum, 2007.).

Mesni sok je vodenasta otopina koja se otpušta iz mišića *post mortem* te sadrži značajne količine bjelančevina (Huff-Lonergan, 2018.). Većina proteina u iscjetku su u vodi topivi, sarkoplazmatski proteini (Savage i sur., 1990.). Svijetlo crvena boja tekućine potječe od mesnog pigmeta mioglobina, podrijetlom iz sarkoplazme (Karolyi, 2004.). Vrlo malo hemoglobina iz krvi može se naći u mesnom soku (Savage i sur., 1990.). Uz mioglobin, u mesnom soku prisutni su još, glikolitički enzimi, sarkoplazmatski proteini, amino kiseline te vitamini topivi u vodi (Huff-Lonergan, 2018.).

Prema Manaye (2019.), tri su glavna razloga važnosti SZV. Prvi razlog je taj da, mesni iscjedak koji je rezultat loše SZV odvlači potrošače od izgleda mesa. To je posebice izraženo kod mesa u kojima se iscjedak zadržava unutar pakiranja, unatoč postojanja upijajućeg materijala unutar pakiranja koji upija višak mesnog soka. Nadalje, gubitak mesnog soka vodi gubitku težine svježeg mesa, a kod prerađenog mesa slaba SZV može umanjiti zadržavanje vode i smanjiti prinos proizvoda. Treći razlog je mogući utjecaj SZV na sočnost mesa nakon kuhanja. Prema Warriss (2000.) i Jense i sur. (2004.) meso niske SZV gubi mnogo tekućine prilikom kuhanja te može biti suho i bezukusno.

### 3.3.1. Povezanost SZV sa kvalitetom mesa

Kvalitetu mesa moguće je izraziti sa nekoliko karakteristika poput okusa ili nutritivne vrijednosti (Otto i sur., 2004.). Najčešće spominjana definicija kakvoće mesa je prema Hoffmanu (1994.) koji navodi da je kakvoća suma faktora koji objedinjuju senzorna, nutritivna, higijenska i tehnološka svojstva. Uzimajući u obzir brojne osobine koje određuju kvalitetu mesa, gubitak mesnog soka, pH vrijednost i boja mesa su među najvažnijima koje se povezuju sa prihvatljivosti potrošača i preradbenom sposobnosti mesa (Kaić i sur., 2020.).

Poznato je da brzi pad pH vrijednosti tijekom razvitka *rigor mortis-a* mogu voditi denaturaciji proteina koja je povezana sa bojom, mekoćom i SZV (Kim i sur., 2014.).

Kvaliteta svježeg mesa, posebice svinjskog i pilećeg mesa, uvelike je povezana sa SZV, bitnim pokazateljem financijskog i tehnološkog aspekta prehrambene industrije (Povše Prevolnik i sur., 2015.).

Visoke vrijednosti gubitka kapanjem rezultiraju brojnim gubicima i nedostacima poput smanjene nutritivne vrijednosti, senzornih karakteristika i općenitog izgleda mesa i proizvoda, što posljedično ima utjecaj na kvalitetu (Otto i sur., 2004.).

Andersen (2000.) navodi gubitak mesnog soka kao jednu od najvažnijih karakteristika kvalitete u prerađivačkoj industriji. Razvitak saznanja o SZV ima velik interes trgovaca svježeg mesa koji najveći naglasak stavljaju upravo na zadržavanje kvalitete svježeg zapakiranog mesa tijekom skladištenja i prodaje. (Otto i sur., 2006.).

Tijekom posljednjih godina povećan je interes za gubitak vode iz mesa kapanjem kao pokazatelja kvalitete svinjskog mesa (Christensen, 2003.). SZV uvelike utječe na prerađivačku industriju, budući da niska SZV u mesu ograničava prinos u daljnjoj preradi. Veliki gubici mesnog soka pilećeg mesa i mesnih proizvoda predstavljaju velike gubitke u masi (kalo) trupova i pojedinih komada mesa što utječe ujedno i na prinos i kvalitetu prerađenog mesa, a također je i neprivačno potrošačima (Warner, 2014.). Boja je glavna odrednica izgleda, dok SZV u najvećem dijelu određuje tehnološku vrijednost mesa (Manaye, 2019.). Prema Saelin i sur. (2017.), SZV ima velik utjecaj na kvalitetu sirovog mesa i termički obrađenih proizvoda.

Brojni faktori mogu utjecati na SZV pilećeg mesa. Moguće ih je podijeliti na unutarnje (naboj proteina, stupanj pada pH vrijednosti, genetski utjecaji) i vanjske (način držanja životinja, transport i postupci prije klanja) (Saelin i sur., 2017.). Među faktore koji utječu na SZV mogu se uvrstiti i prostorni utjecaji (unutar mišićne stanice) te temperaturni režim. Čimbenici koji utječu na SZV tijekom prerade su: vrijeme *post mortem*, broj rezova i veličina komada mesa, uvjeti skladištenja te zamrzavanje i odmrzavanje.

### 3.3.2. Čimbenici koji utječu na SZV

#### Električni naboj

Tijekom pretvorbe mišića u meso anaerobna glikoliza je primarni izvor ATP-a u mišiću (Huff-Lonergan, 2010.). Kako navodi Huff-Lonergan (2010.), rezultat toga je nakupljanje mliječne kiseline u tkivu što dovodi do smanjenja pH vrijednosti.

Kada pH vrijednost dosegne izoelektričnu točku glavnine mišićnih proteina, posebice miozina, električni naboj proteina jednak je nuli, što znači da je broj pozitivnih i negativnih naboja na molekuli jednak (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.).

Pozitivne i negativne skupine na proteinu međusobno se privlače, a rezultat toga je smanjena količina vode koja se može privući i vezati na taj protein (Huff-Lonergan, 2010.).

#### Prostorni utjecaji

Najveći dio vode u živom mišiću nalazi se unutar miofibrila, koji čine 82-87 % volumena mišićnog vlakna, a pretpostavlja se da je čak 85 % vode mišićne stanice zadržano upravo unutar miofibrila (Huff-Lonergan, 2010.). Većina te vode vezana je kapilarnim silama koje proizlaze iz rasporeda tankih i debelih filamenata unutar miofibrila (Karolyi, 2004). Ulaskom mišića u *rigor mortis* dolazi do stvaranja veza između tankih i debelih filamenata, čime se smanjuje prostor u kojem se nalazi voda (Offer i Trinick, 1983.). Nadalje, dolazi do skraćivanja sarkomera, čime se također umanjuje prostor u kojem se nalazi voda unutar miofibrila (Huff-Lonergan, 2010.).

Kako navode Honikel i sur. (1986.), dokazano je postojanje linearne povezanosti gubitka mesnog soka i duljine sarkomera. Gubitak mesnog soka je veći smanjenjem duljina sarkomera mišićnog vlakna.

#### Genetski utjecaji, brzina pada pH vrijednosti i postupci sa životinjama prije klanja

Svi faktori poput genetskih čimbenika, postupaka sa životinjama i regulacije temperature *post mortem*, mogu imati veliki utjecaj na pad pH vrijednosti mesa i samim time na SZV (Huff-Lonergan, 2019.). Brzina pada pH vrijednosti mesa uvijek ima utjecaj na SZV, neovisno o tome da li meso pokazuje karakteristike BMV ili TČS mesa. Prebrzi pad pH vrijednosti i niska konačna pH vrijednost mesa povezani su sa niskom SZV i vrlo visokim gubicima mesnog soka (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.). Akutni stres neposredno prije klanja ubrzava glikogenolizu i glikolizu što rezultira pojavom BMV mesa (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.).

Kronični stres prije klanja vodi do pada koncentracije uskladištenog glikogena, čime je koncentracija glikogena za metaboličke procese *post mortem* nedovoljna te pH vrijednost mesa ostaje visoka što dovodi do pojave TČS mesa (Adzitey i Nurul, 2011.). TČS meso karakterizira tamna boja, suha površina i čvrsta, zatvorena struktura zbog koje ima vrlo visoku SZV.

Zbog prebrzog pada pH vrijednosti, dok je mišić još topao, dolazi do denaturacije brojnih proteina, uključujući i one koji su povezani sa zadržavanjem vode u mišiću (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.).

Najveći gubitak mesnog soka primjećuje se kod BMV mesa svinja koje su naslijedile mutaciju RYR1 gena na receptorima ryanodina/kanala za otpuštanje kalcija (tzv. halotan gen) u sarkoplazmatskom retikulumu (Fujii i sur., 1991.).

Prema Huff-Lonergan i Lonergan (2005.), mutacija rezultira nemogućnošću normalne funkcije kanala koji kontrolira otpuštanje iona kalcija u sarkoplazmu mišićnog vlakna, posebice u razdobljima visokog stresa životinja. Prebrzo otpuštanje kalcija uzrokuje brže kontrakcije, povećani rad mišićnog metabolizma i brzi pad pH vrijednosti (Bendall i Wismer-Pedersen, 1962.). Razvoj BMV mesa u najvećem je opsegu povezan sa genetskim faktorima te stresorima prije klanja koji uključuju npr. miješanje sa nepoznatim životinjama ili nepravilne postupke (Stajković i sur., 2019.). Životinje prije klanja mogu biti izložene raznim stresorima poput: grubog postupanja radnika, utovar i istovar, prijevoz od farme do klaonice, buka i vibracije, miješanje sa životinjama drugih farmi, manjak vode i hrane prilikom dužeg puta (Hall i Bradshaw, 1998.; Knowles, 1998.).

#### Temperaturni režim

Glavni razlog zašto brzi *post mortalni* pad pH vrijednosti ima tako poguban utjecaj na proteine mišića je taj što tkivo postaje kiselo dok je temperatura mišića još visoka (Huff-Lonergan, 2019.). Kako navodi Huff-Lonergan (2019.), kombinacija relativno kiselih uvjeta i temperatura sličnih tjelesnim dovode do denaturacije proteina. Način postupanja sa sirovinom, posebice uz postupak hlađenja (visoke temperature ubrzavaju metaboličke procese i pad pH vrijednosti), prilikom ulaska u *rigor mortis*, također igra ulogu u količini vlage koja će ostati zadržana u sirovini (Huff-Lonergan i Lonergan, 2005.). Zbog navedenog, trupove je bitno odmah ohladiti nakon klanja kako bi se spriječila denaturacija proteina i zadržala visoka SZV.

Usporavanjem brzine pada pH vrijednosti, smanjuje se opseg denaturacije bjelančevina i posljedično gubitak funkcionalnosti što poboljšava SZV u mesu (Karolyi, 2004.).

### 3.3.3. Faktori tijekom prerade koji utječu na SZV

#### *Vrijeme post mortem*

Vrlo je mala količina mesnog iscjetka iz mesa prije *rigor mortis-a*. Prema Jolley i sur. (1981.), kako vrijeme nakon klanja odmiče, mišić ulazi u *rigor mortis* te se povećava količina gubitka mesnog soka. Jedan od mogućih razloga je taj da ulaskom mišića u *rigor mortis* dolazi do stvaranja trajnih aktomiozinskih veza unutar miofibrila čime se smanjuje raspoloživi prostor za vodu (Karolyi, 2004.).

Nadalje, zahvaćanjem mišića *rigor mortisom*, pH vrijednost tkiva doseže blizinu izoelektrične točke većine proteina mišića. Kombinacija ta dva faktora ima veliki utjecaj na povećani gubitak mesnog soka. Brojna istraživanja pokazala su mogućnost razvoja većih prostora između mišićnih stanica i snopova iz kojih se gubi voda iz mišića za vrijeme *post mortem* perioda (Offer i sur. 1989., Offer i Cousins, 1992.). Navedeni prostori između mišićnih snopova primarni su putevi (kanali) putem koji se mesni sok gubi iz mesa; neki znanstvenici tim kanalima dali su ime "drip channels" (hrv. kanali gubitka mesnog soka) (Huff-Lonergan, 2010.).

#### Broj rezova i veličina komada mesa

Prilikom postupka hlađenja trupova gubitci mesnog soka do kojih dolazi su minimalni i do njih uglavnom dolazi uslijed isparavanja (Huff-Lonergan, 2019.). Međutim, rasijecanjem trupova na osnovne dijelove, a potom i samih mišića dolazi do povećanja količine izgubljenog mesnog soka. Veličina komada mesa ima utjecaj na postotak mase mesa koji se gubi putem iscjetka iz mesa (Karolyi, 2004.). Manji komadi mesa gube više mase putem iscjetka u odnosu na veće komade (Zarate i Zaritzky, 1985.). Karolyi (2004.), navodi da manja udaljenost do površine komada mesa, dovodi do većeg postotka iscjetka koji se gubi, premda apsolutna količina iscjednog gubitka može biti manja u usporedbi s većim komadima mesa. Huff-Lonergan (2019.) navodi da je to posebno naglašeno kada je najduži rez okomit na mišićne stanice, a ne paralelan s njima, budući da se voda kreće duž vlakana.

## Uvjeti skladištenja

Nekoliko faktora tijekom skladištenja može utjecati na SZV mesa. Jedan od njih je temperatura skladištenja (Huff-Lonergan, 2019.). Pri tome Huff-Lonergan (2019.) ističe važnost brzine snižavanja temperature trupova što je prije moguće nakon klanja i klaoničke obrade. Nadalje, važno je i održavanje niske temperature svježeg mesa, bez njegovog zamrzavanja, da bi se održala SZV. Primjerice, povećanje temperature skladištenja sa 0° C na 4° C može uzrokovati značajan gubitak mesnog iscjetka (Sayre i sur., 1964.).

## Zamrzavanje i odmrzavanje

Zamrzavanje i odmrzavanje svježeg mesa ima znatan utjecaj na gubitak vlage u obliku mesnog iscjetka. Kako navodi Penny (1975.), brojne studije pokazale su da zamrznuto pa onda odmrznuto meso može imati i dvostruko veće gubitke mesnog soka u odnosu na svježe svinjsko meso. Razlog tome je formiranje kristala leda unutar strukture mišića koji je oštećuju. Na temperaturi od -1° C započinje formiranje leda u mišiću, a padom temperature na -5° C čak je 75 % vode u mišiću pretvoreno u led. Najveća razina formiranja leda događa se na temperaturama oko -20° C kada je i do 92 % vode pretvoreno u led (Huff-Lonergan, 2019.). Ostalih 8 % otporno je na smrzavanje i na temperaturi od -35° C (Cooke i Wien, 1971.). Za tih 8 % vode smatra se da je frakcija vode koja je čvrsto vezana uz proteine tkiva. Pretvorba vode u led ima utjecaj i na kemijski sastav mesa. Stvaranjem leda, otopine unutar tkiva postaju zasićenije.

Kako navodi Karolyi (2004.), pri temperaturi mesa od -15° C procijenjeno je da je koncentracija otopina u tekućoj fazi mesa oko 2 M, što je nekoliko puta veća koncentracija nego u svježem mesu.

Brzina zamrzavanja mesa još jedan je od faktora koji mogu utjecati na povećani gubitak mesnog soka prilikom odmrzavanja. Ukoliko je meso zamrznuto vrlo brzo kvaliteta odmrznutog proizvoda je bolja i manji su gubitci mesnog soka, za razliku od proizvoda koji je zamrznut vrlo sporo. Razlog tome je formiranje kristala leda. Prilikom brzog zamrzavanja dolazi do formiranja većeg broja manjih kristala leda, za razliku od sporog zamrzavanja, koje dovodi do formiranja manjeg broja većih kristala leda koji veličinom oštećuju strukturu mišića.

Love i Haraldsson (1961.) navode da zbog "nazubljene", hrapave površine i oblika kristali leda mogu uzrokovati značajna oštećenja stanične membrane. Većina većih kristala nastaje izvan mišićnih stanica, budući da je koncentracija otopine u izvanstaničnom prostoru manja, čime je niža i točka ledišta (Bevilaqua i sur., 1979.).

### **3.4. Metode određivanja sposobnosti zadržavanja vode**

Budući da se gubitak mesnog soka ističe kao jedan od najvažnijih parametara procjene kvalitete mesa razvijeno je nekoliko metoda za procjenu (Filho i sur. 2017.). Prema Honikel (2004.) metode za određivanje SZV mogu se podijeliti u tri skupine: metode u kojima se ne primjenjuje vanjska sila, metode koje uključuju primjenu mehaničkog pritiska te metode u kojima se primjenjuje toplina. Nadalje, postoje i tzv. apsorpcijske metode (metoda filter papira, tampon metoda) te indirektna poput topivosti proteina. U posljednjem desetljeću došlo je do razvitka i potencijalno bržih, neinvazivnih metoda poput spektroskopije bliskog infracrvenog zračenja (engl. *NIRS - Near Infrared Spectroscopy*), nuklearne magnetske rezonancije (engl. *NMR - Nuclear Magnetic Resonance*) te metode biomarkera za mjerenje gubitka mesnog soka.

Još jedna od metoda koje se mogu primijeniti za procjenu gubitka mesnog soka, a možemo je uvrstiti u gravimetrijske metode, jednostavna je subjektivna vizualna procjena gubitka mesnog soka sa površine goveđih ili svinjskih trupova. Prema Warner (2014.), procjena se upisuje u obliku jednostavnog "Da" ili "Ne" odgovora, a moguće je zapisati i postotni gubitak od 0 do 100 %.

#### **3.4.1. Metode bez primjene vanjske sile**

Ova grupa obuhvaća metode u kojima se na meso ne primjenjuje nikakva vanjska sila. Gubitak mesnog soka utvrđuje se pod utjecajem gravitacije. Najčešće se takve metode nazivaju gravitacijske metode kojima se utvrđuje količina vlage/vode koja je izgubljena iz svježeg, nekuhanog mesa. U ovu skupinu spadaju metoda vrećice, metoda ladice i EZ-DripLoss metoda.

## Metoda vrećice

Metoda vrećice (Honikel, 1998.) je jedna od najčešće korištenih metoda za procjenu SZV mesa. Temelji se na principu u kojem se standardiziran komad mesa (veličine otprilike 30-100 grama) objesi unutar vrećice, bez dodirivanja stjenki, na vremenski period od 1 do 2 dana, na temperaturi od 1° do 4° C (Warner, 2014., slika 3.2.). Pri tome je vrlo važno da su svi izuzeti uzorci standardizirani u pogledu veličine i oblika uzorka, anatomske lokacije uzimanja uzorka itd.

Gubitak mesnog soka izračunava se kao razlika u težini uzorka prije i nakon stavljanja u vrećicu, a iskazuje se kao postotak od početke težine (Warner, 2017.).

Kako navodi Logan i sur. (2019.) masa uzoraka ima značajan utjecaj na postotak gubitka mesnog soka kod, na način da veći uzorci imaju veći gubitak mesnog soka od manjih.

Slika 3.2. Prikaz uzoraka prilikom mjerenja SZV mesa metodom vrećice



Izvor: Warner (2014.)



## EZ-DripLoss metoda

EZ-DripLoss metoda razvijena je kao jednostavnija, prikladnija i standardizirana varijacija postupka mjerenja gubitka mesnog soka (Warner, 2014.). Metoda se provodi na način da se standardiziranom cirkularnom sondom iz mesa uzima uzorak promjera 25 milimetara i visine 20 milimetara, pazeći pritom na orijentaciju mišićnih vlakana.

Uzorak se zatim stavlja u prethodno izvagane posebne spremnike opremljene poklopcem koji sprječava gubitak mesnog soka evaporacijom (Warner, 2014.). Ispod poklopca spremnika za uzorke nalaze se pregrade koje smanjuju dodirnu površinu uzorka i spremnika (slika 3.3.). Spremnik sa uzorkom čuva se tako 24 sata na temperaturi od 4-6° C.

Zatim se uzorak vadi iz spremnika, posuši papirnatim ubrusom te važe. Izračun gubitka masnog soka provodi se oduzimanjem mase spremnika s mesnim sokom od mase praznog spremnika te množenjem dobivene razlike sa 100.

Dobiveni broj dijeli se sa razlikom dobivenom oduzimanjem mase spremnika sa uzorkom i mesnim sokom od mase praznog spremnika. Kako navode Rasmussen i Andersson (1996.), EZ-DripLoss metoda jednostavna je za provođenje u uvjetima klaonice, rezultati su ponovljivi, ulaganja su minimalna te za provedbu nisu potrebne velike analitičke vještine.

Slika 3.3. Sonda i spremnici za uzorke mesa



Izvor: DMRI (2018.)

## Metoda ladice

Kako navodi Warner (2014.), mjerenje gubitka mesnog soka uključuje mjerenje gubitka težine uzorka tijekom određenog vremena. Sukladno tome, uzorak mesa se važe prije stavljanja u zatvorenu posudu te ponovno nakon vađenja iz iste. Prednost metode je mogućnost utvrđivanja gubitka mesnog soka unutar vakuumiranog pakiranja ili podložaka na kojima se prodaje, što je vrlo važno za potrošače koje od kupovine mesa može odvratiti velika količina mesnog soka unutar pakiranja (Warner, 2014.).

Slika 3.4. Prikaz uzoraka mesa na pladnjevima prilikom utvrđivanja SZV mesa metodom ladice



Izvor: Povše i sur. (2015.)

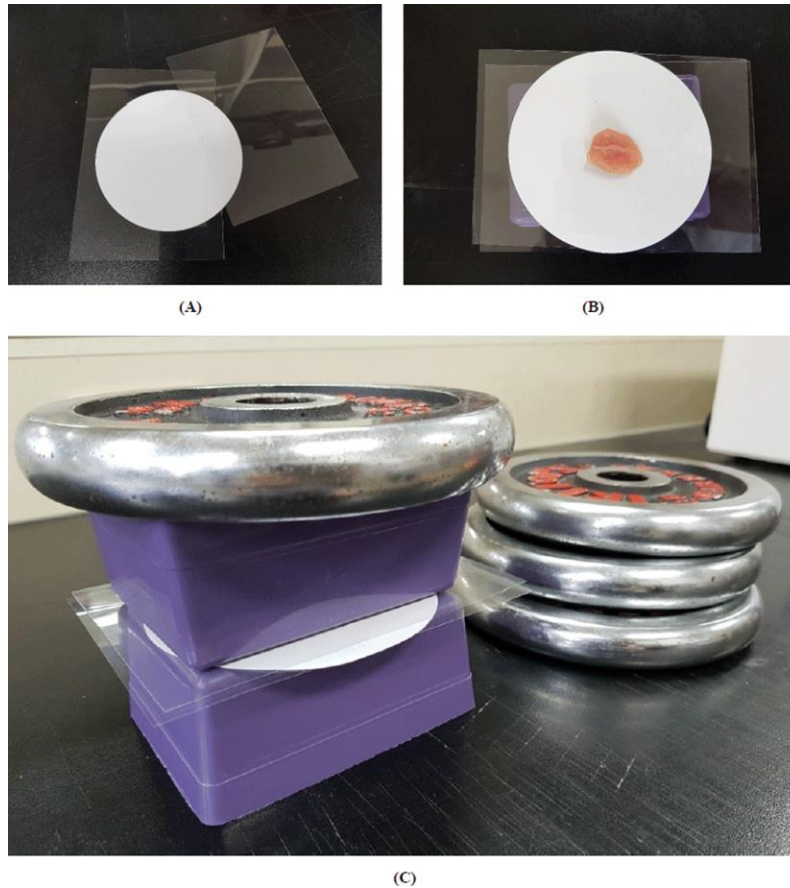
### 3.4.2. Metode s korištenjem vanjske sile

#### Metoda pritiska

Metoda pritiska je prva razvijena metoda utvrđivanja SZV. Okrugli uzorak mesa težine cca 30 grama postavlja se na filter papir između dva komada pločica pleksiglasa na koje se zatim primjenjuje određena jačina pritiska (Warner, 2014.). Voda istisnuta iz mesa upija se u filter papir. Istisnuta voda mjeri se indirektno kao "mokra" površina na papiru ili direktno vaganjem filter papira. Na slici 3.4. (A) prikazan je filter papir i dva komada pločica pleksiglasa, (B) prikazuje postavljeni uzorak mesa prije primjene pritiska, te slika (C) prikazuje primjenu pritiska utezima.

Kako navodi Warner (2014.), ova metoda više se ne primjenjuje u tolikoj mjeri budući da su rezultati podložni promjeni i ovisni o teksturi mesa.

Slika 3.5. Prikaz postupaka prilikom određivanja SZV metodom pritiska



Izvor: Joo (2018.)

### Metoda centrifuge

Centrifuga kao metoda utvrđivanja SZV provodi se na visokim ili niskim brzinama. Korištenje centrifuge visoke brzine podrazumijeva izlaganje uzoraka mesa težine do 20 grama centrifugalnim silama snage 6 do 40 kilograma. Gubitak vode određuje se vaganjem vode ili uzorka prije i nakon centrifuge. Zbog visokih brzina centrifuge ovom metodom iz uzoraka se uklanja više vode nego drugim metodama, koja se može ponovno upiti u meso zbog specifičnosti teksture mesa (Warner, 2014.).

Centrifuga niskih brzina je metoda kojom se uzorak mesa mase 3-15 grama podvrgava centrifugalnoj sili snage 2 do 50 kilograma na vremenski period od 15 do 30 minuta, nekada i dulje, te se mjeri gubitak mase uzorka ili masa izgubljene vode (Warner, 2014.).

Kako navodi Warner (2014.), prednost ove metode u odnosu na korištenje centrifuge visoke brzine je korištenje centrifugalnih cijevi sa rupičastim diskom u sredini koji omogućava otjecanje vode na dno, pri čemu se sprječava ponovna apsorpcija vlage u meso.

Glavni nedostatak ove metode je blokiranje membranskih pora, što se može spriječiti lijepljenjem uzroka na dno poklopca centrifugalne cijevi. Još jedna od prednosti ove metode je jednostavno provođenje, a uzorci se mogu centrifugirati relativno brzo (svakih 15 minuta). Ova metoda popularnost je stekla zahvaljujući dobroj korelaciji sa mjerenjima gubitka mesnog soka (Warner, 2014.). Na slici 3.6. prikazan je uređaj za provođenje centrifuge na uzorcima tkiva (meso, riblje meso, ljudsko tkivo) ili krvi. Uređaj koristi uzorke pohranjene u bočicama, epruvetama ili tanjurima. Koristi se za analize u području medicinske kemije, biotehnologije ili ostalih društvenih znanosti.

Slika 3.6. Uređaj za centrifugiranje uzoraka mesa



Izvor: Hettich (2021.)

### 3.4.3. Apsorpcijske (upijajuće) metode određivanja SZV

#### Metoda filter papira

Prema Warner (2014.), metoda filter papira oslanja se na kapilarne sile usisavanja postavljenog na površinu mesa. Metoda filter papira vrlo je brza metoda koja uključuje stavljanje filter papira na svježe rezanu površinu mesa (slika 3.6.) u određenom vremenskom periodu nakon rasijecanja, poravnavanje papira te određivanje gubitka mesnog soka procjenom vlažnosti papira ili vaganjem papira. Jedna od najvažnijih prednosti ove metode je mogućnost provedbe na usitnjenom i prerađenom mesu te manja potrebna veličina uzorka.

Slika 3.7. Postavljanje filter papira na površinu mesa



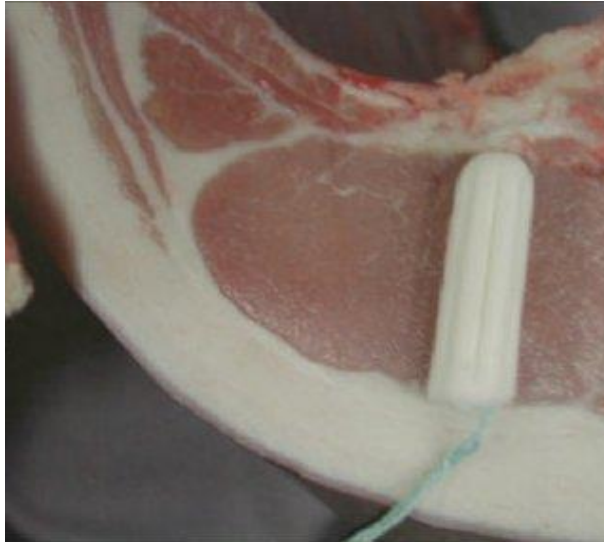
Izvor: Warner (2014.)

#### Tampon metoda

Tampon metoda utvrđivanja gubitka mesnog soka uključuje korištenje pamučnog apsorpcijskog materijala (tampona) koji se umeće kroz potkožni masni sloj (slika 3.8.), na posebno definiranoj anatomskej lokaciji (Walukonis i sur., 2002.). Tampon se ostavlja u mesu 15 minuta *post mortem* ili 24 sata *post mortem* na vremenski period od 15 minuta.

Osim toga, moguće je tampon prekriti uzorkom mesa i držati na temperaturi od 4° C u pokrivenoj posudi tijekom 3 sata (Walukonis i sur., 2002.). SZV se izračunava kao postotak dobivene mase upijajućeg materijala (Walukonis i sur., 2002.).

Slika 3.8. Prikaz načina umetanja apsorpcijskog materijala u meso



Izvor: Walukonis i sur. (2002.)

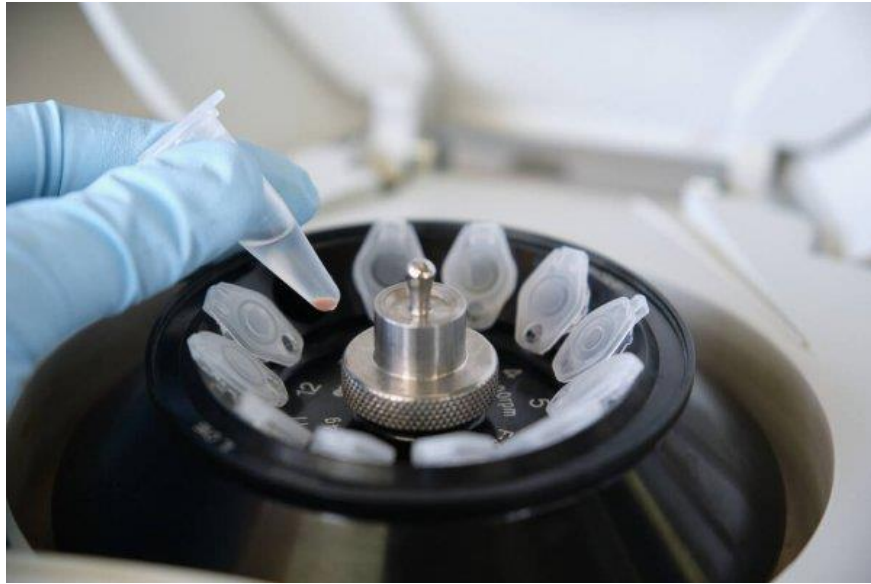
#### 3.4.4. Indirektna metoda i metode određivanja SZV primjenom topline

##### Indirektna metoda određivanja SZV

Indirektnom metodom se mjeri topivost miofibrilarnih i sarkoplazmatskih proteina (Warner, 2014.). Metoda se koristila godinama za detekciju i određivanje prisutnosti BMV mesa u svinjskim trupovima. Postupak uključuje ujednačavanje uzoraka mase 1-2 grama u puferima visoke i niske ionske snage te mjerenje koncentracije proteina u supernatatu nakon centrifugiranja snage 1500 grama na temperaturi od 4°C u trajanju od 20 minuta (Warner, 2014.). Supernatata je bistra tekućina koja se odvaja od sedimenta nakon centrifuge (slika 3.9.) (Žanetić, 2021.).

Kako navodi Warner (2014.), topivost miofibrilarnih proteina određuje se razlikom koncentracije proteina u puferima visoke i niske ionske snage.

Slika 3.9. Prikaz sedimenta i supernatata u spremniku nakon vađenja iz uređaja za centrifugu



Izvor: Ladanifer (2021.)

#### Metoda određivanja SZV korištenjem topline

Ovakav pristup određivanju SZV koji mjeri gubitak mesnog soka kuhanjem ima i praktičan pristup, usporedbi sa korištenjem metoda sa vanjskim pritiskom ili gravitacijskim metodama, budući da se meso najčešće konzumira nakon termičke obrade (Povše Prevolnik i sur., 2015.). Kako navode Wheeler i sur. (2005.) i Honikel (1998.), komad mesa zagrijava se na određenoj temperaturi (primjerice 72° C za svinjsko meso) pri čemu dolazi do denaturacije proteina, stanične strukture se raspadaju što dovodi do oslobađanja vode i smanjenja SZV mesa. Stanje mesa, veličina i oblik uzorka, metoda zagrijavanja (suho/vlažno kuhanje, pečenje) i dužina termičke obrade te temperatura postignuta u središtu uzorka sve su važni faktori koji utječu na SZV koja se definira kao gubitak kuhanjem (Povše Prevolnik i sur., 2015).

Ova metoda često se koristi kako bi se predvidio prinos kuhanih mesnih proizvoda. Uzorci se najprije važu, ujednačavaju, stavljaju u posude, kuhaju na definiranoj temperaturi te se zatim hlade i važu (Warner, 2014.).

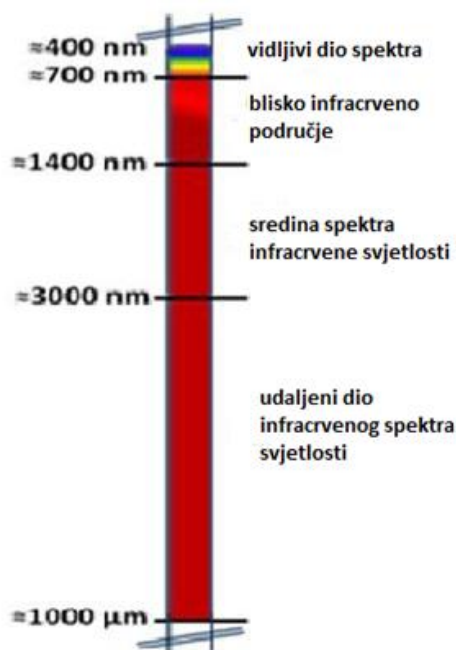
### 3.4.5. Neinvazivne metode

#### Spektroskopija bliskog infracrvenog zračenja (NIRS)

Spektroskopija bliskog infracrvenog zračenja (engl. *near infrared spectroscopy*, NIRS) je spektroskopska metoda koja koristi područje elektromagnetskog spektra od 700 do 3000 nm (slika 3.7.), a može mjeriti i vidljivi dio spektra od 400 do 700 nm (Hunt i sur., 2011.). Tehnologija NIRS-a podrazumijeva izlaganje uzoraka određenim svojstvima svjetla, pri čemu se određuje količina apsorbirane svjetlosti u uzorku koju reflektira instrument (Hunt i sur., 2011.). Prema Hunt i sur. (2011.), ovom tehnikom određuje se razlika između sastava (strukture) izvora svjetla instrumenta i sastava svjetlosti nakon izlaganja uzorku. Ova metoda djeluje na principu molekularnih veza uzoraka tkiva koje upijaju specifične valne duljine, odnosno energiju (Hunt i sur., 2011.). Temelji se na dva principa: blizini području infracrvenog spektra koji ima mogućnost prolaska kroz kožu, kosti i ostala tkiva, a drugo je odgovarajući izbor valnih duljina koji omogućava praćenje promjena u apsorpciji svjetla čime je moguće procijeniti i pratiti zastupljenost kisika u tkivu (Bogičević i sur., 2018.). Prednost ove metode jest mogućnost prodiranja dublje u tkivo, za razliku od tehnika koje koriste sredinu spektra infracrvene svjetlosti te činjenica da zahtjeva minimalnu ili nikakvu prethodnu pripremu uzoraka (Balabin i sur., 2007.). U agronomiji se koristi u svrhu procjene kvalitete i sastava zrna žitarica, kave, začina, voća i povrća, masti, ulja, mliječnih proizvoda, jaja i mesa (Burns i Ciurczak, 2007.). Široko se primjenjuje u svrhu procjene sastava poljoprivrednih proizvoda zbog svoje točnosti, brzine provođenja, jeftinijih troškova primjene i ne invazivnosti (Burns i Ciurczak, 2007.). Prema Hunt i sur. (2011.), ovom metodom moguće je korištenjem spektra svjetlosti u blizini infracrvenog spektra otkriti karakteristike uzoraka mesa vezane uz njegov kemijski sastav, SZV, kvalitetu te brojne druge osobine.



Slika 3.10. Skica spektra infracrvene svjetlosti



Izvor: Hunt i sur. (2011.)

### Nuklearna magnetska rezonancija (NMR)

Nuklearna magnetska rezonancija (engl. *nuclear magnetic resonance*, NMR) je spektroskopska metoda za određivanje strukture (organskih) spojeva temeljena na apsorpciji energije jezgre u području radio-valova (102-105 m) (Pavia i sur., 2001.). Nedestruktivna je i neinvazivna metoda koja se bazira na korištenju magnetskih svojstava jezgara atoma (Kaliva i Vamvakaki, 2020.). Djeluje na principu interakcije elektromagnetske radijacije sa jezgrama atoma kada su izloženi jakom magnetskom polju (Kaliva i Vamvakaki, 2020.). Koristi se u kontroli kvalitete te u određivanju sastava i čistoće uzoraka te njegove molekularne strukture (Mohamed i sur., 2020.). Važno je sredstvo za određivanje polimernih struktura i prisutnost funkcionalnih skupina u lancima polimera (Madhav i sur., 2019.). Pruža informacije o strukturi i dinamici procesa unutar promatranog materijala, odnosno uzorka (MacKenzie i Smith, 2002.).

Kao metoda određivanja SZV, NMR pruža brzo i neinvazivno provođenje analize distribucije i kretanja vode u mesu, što bi u budućnosti značilo uvođenje manje, lakše i ekonomičnije NMR opreme već na linije klanja unutar pogona za proizvodnju (Hunt i sur., 2011.).

### Biomarkeri

Kako navode Hunt i sur. (2011.) biomarkeri su geni ili produkti gena stvoreni interakcijom gena životinje i okolišnih uvjeta. U biološko medicinskom smislu biomarkeri se smatraju mjerljivim indikatorom biološkog stanja (Hirsch i Watkins, 2020.). Procjenjuju se i mjere korištenjem uzoraka krvi, urina ili mekog tkiva (Hirsch i Watkins, 2020.). Najčešće se koriste u analizama bioloških i patogenih procesa te u farmaceutskoj industriji u svrhu procjene djelovanja pojedinih lijekova (Siderowf i sur., 2018.). U humanoj medicini biomarkeri se koriste za provedbu procjene kliničkog stanja poput krvnog tlaka ili razine kolesterola (Mandal, 2019.). Praćenjem promjena gena, transkripcije gena, promjena na proteinima i metabolizmu moguće je otkriti biomarkere koji su u korelaciji sa parametrima kvalitete mesa, koji uključuju i SZV (Hunt i sur., 2011.). Mesna industrija korištenjem biomarkera može poboljšati genetske linije i sustave proizvodnje što na posljertku ima povoljan učinak na poboljšanje kvalitete mesa i samim time SZV (Hunt i sur., 2011.). Biomarkeri se mogu koristiti i u kombinaciji sa NMR-om. Metoda NMR-a može pomoći u otkrivanju biomarkera koji bi izolirali svojstva mesa vezana uz SZV (Hunt i sur., 2011.).

## 4. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na uzorku od 40 pilećih prsa izuzetih nakon standardnih i važećih postupaka klanja i klaoničke obrade tovnih pilića Ross 308 u dobi od 35 dana. Prosječna masa trupova tovnih pilića iznosila je  $1,765 \pm 0,180$  kg. Nakon 24-satnog hlađenja na  $+4$  °C, prsno mišićje odvojeno je s trupova te je prosječna masa izuzetih pilećih prsa bez kosti iznosila  $525,45 \pm 0,180$  g.

Uz pomoć posebne sonde (slika 4.1.) nakon 24 sata prikupljeni su uzorci prsnog mišićja (*m. pectoralis superficialis*) u svrhu određivanja SZV. Svi uzorci mesa čuvani su u hladnjaku na temperaturi od  $+4$  °C. U istraživanju su primijenjene dvije različite metodologije utvrđivanja SZV. U prvoj (standardiziranoj) uzorci (n=40) nisu vagani prilikom izuzimanja, a za izračun se koristila masa praznog spremnika, masa spremnika sa mesom i mesnim sokom te masa spremnika sa mesnim sokom. Svaki pojedinačni uzorak mesa stavljen je u poseban, prethodno izvagan (Model P1200, Mettler Toledo, Švicarska) i označen spremnik (slika 4.2.).

Za izračun SZV standardiziranom EZ-DripLoss metodom nakon 24, 48 i 72 sata skladištenja u hladnjaku izvagana je ukupna masa uzorka sa spremnikom (slika 4.3.). Nakon vaganja spremnika sa uzorkom mesa i mesnim sokom, pincetom je izvađen uzorak mesa kako bi se izvagao spremnik sa mesnim sokom (slika 4.4.). Gubitak mesnog soka mesa pilećih prsa prema standardiziranoj metodi izračunata je prema slijedećoj formuli:

$$EZ_{st(\%)} = \frac{(M_t - M_p) \times 100}{M_{mt} - M_p}$$

gdje je:

$M_t$  = masa spremnika sa mesnim sokom

$M_p$  = masa praznog spremnika

$M_{mt}$  = masa spremnika sa mesom i mesnim sokom

Prema drugoj (modificiranoj) metodi uzorci su vagani nakon izuzimanja te stavljeni u prethodno pripremljene spremnike, a za izračun se koristila njihova početna i završna masa. Gubitak mesnog soka mesa pilećih prsa prema modificiranoj metodi izračunata je prema slijedećoj formuli:

$$EZ_m = \frac{M_p - M_z}{M_p} \times 100$$

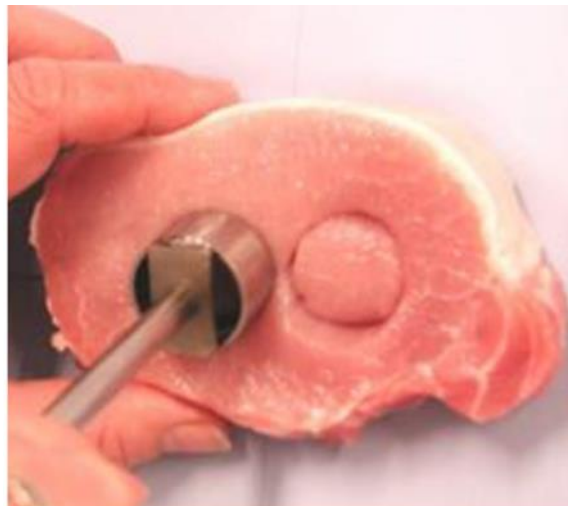
gdje je:

$M_p$  = početna masa uzorka

$M_z$  = završna masa uzorka

Dobiveni podaci su obrađeni primjenom statističkog paketa SAS v.9.4. (SAS, 2012) korištenjem procedura PROC MEANS za izračunavanje opisne statistike (aritmetička srednja vrijednost, standardna devijacija, koeficijent varijabilnosti, minimum i maksimum), dok je povezanost SZV utvrđena standardiziranom i modificiranom EZ-Driploss metodom analizirana procedurom PROC CORR metodom korelacije po Pearsonu. Dodatno, za usporedbu srednjih vrijednosti između mjerenja SZV utvrđenih standardiziranom i modificiranom EZ-Driploss metodom korišten je upareni t-test (PROC TTEST).

Slika 4.1. Izdvajanje uzoraka posebnom sondom



Izvor: DMRI (2018.)

Slika 4.2. Skladištenje uzoraka u prethodno označenim spremnicima



Izvor: Žanetić (2021.)

Slika 4.3. Vaganje uzoraka mesa sa spremnikom



Izvor: DMRI (2018.)

Slika 4.4. Vađenje uzorka mesa pincetom, kako bi se izvagao spremnik sa mesnim sokom



Izvor: DMRI (2018.)

## 5. Rezultati i rasprava

U tablici 5.1. prikazani su osnovni statistički pokazatelji SZV pilećeg mesa utvrđeni standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24, 48 i 72 sata.

Prosječna vrijednost gubitka mesnog soka pilećeg mesa utvrđena standardiziranom EZ-DripLoss ( $EZ_S$ ) metodom nakon 24 sata je 0,95. Koeficijent varijabilnosti za SZV  $EZ_S$  metodom unutar 24 sata iznosi 88,51 %. Utvrđena najveća vrijednost SZV unutar 24 sata nije utvrđena (0,00). Utvrđena najmanja vrijednost SZV unutar 24 bila je 3,84. U istraživanju na svinjskom mesu Correa i sur. (2006.) su utvrdili gubitak mesnog soka od 3,54 nakon 24 sata, korištenjem standardizirane EZ metode. Correa i sur. (2006.) su utvrdili da je najmanja vrijednost SZV unutar 24 sata bila 0,14, a najveća vrijednost bila je 10,56. Žilić i sur. (2016.) su u istraživanju na mesu turopoljske svinje utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka od 1,40 nakon 24 sata korištenjem standardizirane EZ metode. Najveća utvrđena vrijednost SZV unutar 24 sata iznosila je 0,65, dok je najmanja vrijednost bila 3,39 (Žilić i sur., 2016.). Grabec i sur. (2016.) su u istraživanju na pilećem mesu utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka od 2,38 unutar 24 sata korištenjem standardizirane EZ metode, dok su najveće i najmanje vrijednosti bile u rasponu od 0,43 do 9,90.

Prosječna vrijednost gubitka mesnog soka pilećeg mesa utvrđena  $EZ_S$  metodom predmetnog istraživanja nakon 48 sati bila je 1,30. Koeficijent varijabilnosti za SZV  $EZ_S$  metodom unutar 48 sata bio je 70,50%. Utvrđena najveća vrijednost SZV unutar 48 sati bila je 0,13, dok je najmanja utvrđena vrijednost bila 3,83. Correa i sur. (2006.) su u istraživanju na svinjskom mesu utvrdili gubitak mesnog soka od 4,66 nakon 48 sati korištenjem standardizirane EZ metode. Isti autori su utvrdili najveću vrijednost SZV unutar 48 sati od 0,40, a najmanju 10,74. Correa i sur. (2006.) navode veće prosječne vrijednosti gubitka mesnog soka nakon 48 sati u odnosu na 24 sata. Hertog-Meischkel i sur. (1997.) navode kako povećani gubitak mesnog soka tijekom vremena nije neuobičajen budući da je gubitak mesnog soka spor proces, tijekom kojega se voda istisnuta iz miofibrila nakuplja u mišićima. Otto i sur. (2004.) su u istraživanju na svinjskom mesu, korištenjem standardizirane EZ-DripLoss metode utvrdili prosječne vrijednosti gubitka mesnog soka unutar 48 sati od 4,97.

Graberec i sur. (2016.) su u istraživanju na pilećem mesu utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka, korištenjem standardizirane EZ-DripLoss metode, od 2,74 unutar 48 sati. Najveće i najmanje utvrđene vrijednosti bile u rasponu od 0,72 do 10,15. Žilić i sur. (2016.) su u istraživanju na mesu turopoljske svinje utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka, korištenjem standardizirane EZ-DripLoss metode, od 1,94 nakon 48 sata. Najmanja utvrđena vrijednost SZV unutar 48 sata iznosila je 0,98, dok je najveća vrijednost bila 4,98 (Žilić i sur., 2016.). Zorinić i Margeta (2020.) su u istraživanju na mesu crne slavonske svinje modificiranom EZ-DripLoss metodom utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka od 4,68 nakon 48 sata.

Prosječna vrijednost gubitka mesnog soka pilećeg mesa utvrđena  $EZ_S$  metodom u predmetnom istraživanju nakon 72 sata bila je 1,38. Koeficijent varijabilnosti za SZV  $EZ_S$  metodom unutar 72 sata bio je 72,83 %. Utvrđena najveća vrijednost SZV unutar 72 sata bila je 0,27, dok je najmanja utvrđena vrijednost bila 4,26. Otto i sur. (2006.) u istraživanju na svinjskom mesu navode prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka, korištenjem standardizirane EZ-DripLoss metode od 4,71.

Prosječna vrijednost gubitka mesnog soka pilećeg mesa utvrđena modificiranom EZ-DripLoss ( $EZ_M$ ) metodom u predmetnom istraživanju nakon 24 sata je 1,72. Koeficijent varijabilnosti za SZV  $EZ_M$  metodom unutar 24 bio je 64,39 %. Utvrđena najveća vrijednost SZV unutar 24 sata bila je 0,40. Utvrđena najmanja vrijednost SZV unutar 24 bila je 4,76. U istraživanju na svinjskom mesu Correa i sur. (2006.) su utvrdili gubitak mesnog soka od 5,40 nakon 24 sata, korištenjem modificirane EZ-DripLoss metode. Utvrđena najveća vrijednost SZV unutar 24 sata bila je 1,29, a najmanja vrijednost iznosila je 14,68 (Correa i sur., 2006.). Kaić i sur. (2020.) su korištenjem modificirane EZ-DripLoss metode za određivanje SZV ovčjeg mesa utvrdili prosječne vrijednosti gubitka mesnog soka od 0,65 nakon 24 sata. Pri tome su autori utvrdili najveću vrijednost SZV unutar 24 sata od 0,02, a najmanju od 1,69. Zorinić i Margeta (2020.) su u istraživanju na mesu crne slavonske svinje utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka od 2,49 nakon 24 sata korištenjem modificirane EZ-DripLoss metode. Pri tome su autori utvrdili najveću vrijednost SZV unutar 24 sata od 0,73, najmanju od 7,25.



Prosječna vrijednost gubitka mesnog soka pilećeg mesa utvrđena  $EZ_M$  metodom u predmetnom istraživanju nakon 48 sati bila je 2,70. Koeficijent varijabilnosti za SZV  $EZ_M$  metodom unutar 48 bio je 43,52 %. Utvrđena najveća vrijednost SZV unutar 48 sati bila je 0,90. Utvrđena najmanja vrijednost SZV unutar 48 sati bila je 5,45. Kaić i sur. (2020.) su u istraživanju na ovčjem mesu, korištenjem modificirane EZ-DripLoss metode, utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka unutar 48 sati od 0,91. Pri tome su autori utvrdili najveću vrijednost SZV unutar 48 sati od 0,17, a najmanju od 1,70. Zorinić i Margeta (2020.) su u istraživanju na mesu crne slavonske svinje utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka od 4,68 nakon 48 sata, korištenjem modificirane EZ-DripLoss metode. U istraživanju na svinjskom mesu Correa i sur. (2006.) su utvrdili gubitak mesnog soka od 6,36 nakon 48 sati, korištenjem modificirane EZ-DripLoss metode. Utvrđena najveća vrijednost SZV unutar 48 sati bila je 1,47, a najmanja vrijednost iznosila je 13,90 (Correa i sur., 2006.).

Prosječna vrijednost gubitka mesnog soka pilećeg mesa utvrđena  $EZ_M$  metodom nakon 72 sata bila je 3,62. Koeficijent varijabilnosti za SZV  $EZ_M$  metodom unutar 72 sata iznosi 40,12 %. Utvrđena najveća vrijednost SZV unutar 72 sata bila je 1,20. Utvrđena najmanja vrijednost SZV unutar 72 sata bila je 7,20. Holman i sur. (2020.) u istraživanju na janječem mesu modificiranom EZ-DripLoss metodom utvrdili prosječnu vrijednost gubitka mesnog soka od 0,96 unutar 72 sata.

**Tablica 5.1. Osnovni statistički pokazatelji SZV pilećeg mesa utvrđeni standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 sata, 48 sata i 72 sata**

Metoda određivanja SZV/ vremenski period		$\bar{x}$	SD	CV, %	Min	Max
<b>EZ<sub>S</sub></b>	<b>24 h</b>	0,95	0,840	88,51	0,00	3,84
	<b>48 h</b>	1,30	0,917	70,50	0,13	3,83
	<b>72 h</b>	1,38	1,003	72,83	0,27	4,26
<b>EZ<sub>M</sub></b>	<b>24 h</b>	1,72	1,105	64,39	0,40	4,76
	<b>48 h</b>	2,70	1,176	43,52	0,90	5,45
	<b>72 h</b>	3,62	1,451	40,12	1,20	7,20

EZ<sub>S</sub>: standardizirana EZ-DripLoss metoda; EZ<sub>M</sub>: modificirana EZ-DripLoss metoda;  $\bar{x}$ : aritmetička srednja vrijednost; SD: standardna devijacija; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost

Rezultati predmetnog istraživanja prikazani u tablici 5.2. potvrđuju vrlo jaku pozitivnu korelaciju ( $p < 0,0001$ ), odnosno povezanost SZV pilećeg mesa utvrđenog standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 sata, 48 sata i 72 sata. Tako je iz rezultata u tablici 5.2. vidljiva jaka pozitivna korelacija SZV pilećeg mesa između standardizirane i modificirane EZ-DripLoss metode utvrđene nakon 24 h ( $r = 0,95$ ), 48 h ( $r = 0,92$ ), odnosno nakon 72 h ( $r = 0,86$ ). Dobiveni rezultati ukazuju na jaku povezanost, odnosno neznatne razlike u rezultatima SZV neovisno o odabiru standardizirane ili modificirane EZ-DripLoss metode. Izuzev toga, iz rezultata je vidljivo da tijekom vremena, unatoč jakoj pozitivnoj vezi, koeficijenti korelacije SZV pilećeg mesa između standardizirane i modificirane EZ-DripLoss metode imaju neznatno manje vrijednosti.

**Tablica 5.2. Korelacije SZV pilećeg mesa utvrđene standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 sata, 48 sata i 72 sata**

	<b>EZ<sub>M</sub>_24</b>	<b>EZ<sub>S</sub>_24</b>	<b>EZ<sub>M</sub>_48</b>	<b>EZ<sub>S</sub>_48</b>	<b>EZ<sub>M</sub>_72</b>	<b>EZ<sub>S</sub>_72</b>
<b>EZ<sub>M</sub>_24</b>	1,00					
<b>EZ<sub>S</sub>_24</b>	<b>0,950***</b>	1,00				
<b>EZ<sub>M</sub>_48</b>	0,890***	0,793***	1,00			
<b>EZ<sub>S</sub>_48</b>	0,921***	0,905***	<b>0,920***</b>	1,00		
<b>EZ<sub>M</sub>_72</b>	0,736***	0,622***	0,946***	0,838***	1,00	
<b>EZ<sub>S</sub>_72</b>	0,840***	0,836***	0,906***	0,954***	<b>0,864***</b>	1,00

EZ<sub>S</sub>: standardizirana EZ-DripLoss metoda; EZ<sub>M</sub>: modificirana EZ-DripLoss metoda; \*\*\* $p < 0,0001$

Tablica 5.3. prikazuje usporednu analizu srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa utvrđenih standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 h, 48 h i 72 h dobivenu uparenim t-testom. Predmetnim istraživanjem je utvrđeno da su razlike utvrđene uparenim t-testom između SZV pilećeg mesa dobivenih standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 h, 48 h i 72 h bile statistički značajne ( $p < 0,0001$ ). Izuzev toga, svakako je važno napomenuti kako se dobivene razlike znatno povećavaju s vremenom izuzimanja, odnosno mjerenja.

Gubitak mesnog soka neprekidan je proces koji uključuje prelazak vode iz miofibrila u izvanstanični prostor, a pod utjecajem je strukturnih karakteristika mišićnog tkiva (Sundrum, 2007.). Kako navodi Fischer (2007.), gubitak mesnog soka ovisi o skraćivanju sarkomera koje je regulirano interakcijom mišićne temperature i razvojem *rigor mortis*-a.

Kombinacija *post mortem* promjena, poput pada pH vrijednosti i nastupa *rigor mortisa*-a, značajno utječe na povećanje gubitka mesnog soka (Huff-Lonergan, 2006.). Prema Warner (2017.), veličina površine uzoraka može utjecati na rezultate, odnosno veći gubitak mesnog soka. Smjer mišićnih vlakana tijekom skladištenja uzoraka također ima veliki utjecaj na gubitak mesnog soka (Filho, 2017.). Kako navodi Huff-Lonergan (2009.) gubitak mesnog soka ovisi o vremenu skladištenja, odnosno gubitci mesnog soka veći su prilikom duljeg skladištenja. Prilikom mjerenja gubitka mesnog soka potrebno je uzeti u obzir: temperaturu skladištenja uzoraka (veća temperatura skladištenja uvjetuje povećani gubitak mesnog soka), skladištenje u različitim posudama, kontejnerima ili vrećicama (posude s manjom količinom zraka uvjetuju veći gubitak mesnog soka zbog većeg pritiska na uzorak) te volumen uzorka (manji i tanji uzorci gube više mesnog soka od debljih uzoraka) (Huff-Lonergan, 2009.). Očekivano je povećanje gubitka mesnog soka kroz dulje vrijeme skladištenja, budući da je gubitak mesnog soka spor proces koji može trajati danima (Den Hertog-Meische i sur., 1997.).

Uz to, podaci ukazuju kako su vrijednosti SZV utvrđene modificiranom EZ-DripLoss metodom tijekom 24 h, 48 h i 72 sata veće negoli iste utvrđene standardiziranom EZ-Driploss metodom. Dobiveni rezultat treba uzeti u obzir kod uspoređivanja sa rezultatima drugih istraživanja, pri čemu je svakako potrebno uzeti u obzir korištenu metodu utvrđivanja SZV na pilećem mesu. Varijabilnost među uzorcima moguće je pripisati razlikama pri manipulaciji s mesom prilikom uzorkovanja, primjerice izuzimanje uzoraka (Grabec i sur., 2016.). Christensen (2003.) i Otto i sur. (2004.) su u istraživanju na svinjskom mesu EZ-DripLoss metodom dokazali značajno veći gubitak mesnog soka ventralne strane leđnog mišića (*m. longissimus dorsi*) u odnosu na dorzalnu stranu. Kako navodi Christensen (2003.) razlog tome mogu biti razlike u strukturi vlakana mišića, odnosno povećanoj heterogenosti kranijalnog dijela leđnog mišića, iako se još uvijek radi o istom mišiću. Prema Otto i sur. (2004.) dobiveni rezultati ukazuju na potrebu standardizacije lokacije izuzimanja uzoraka.

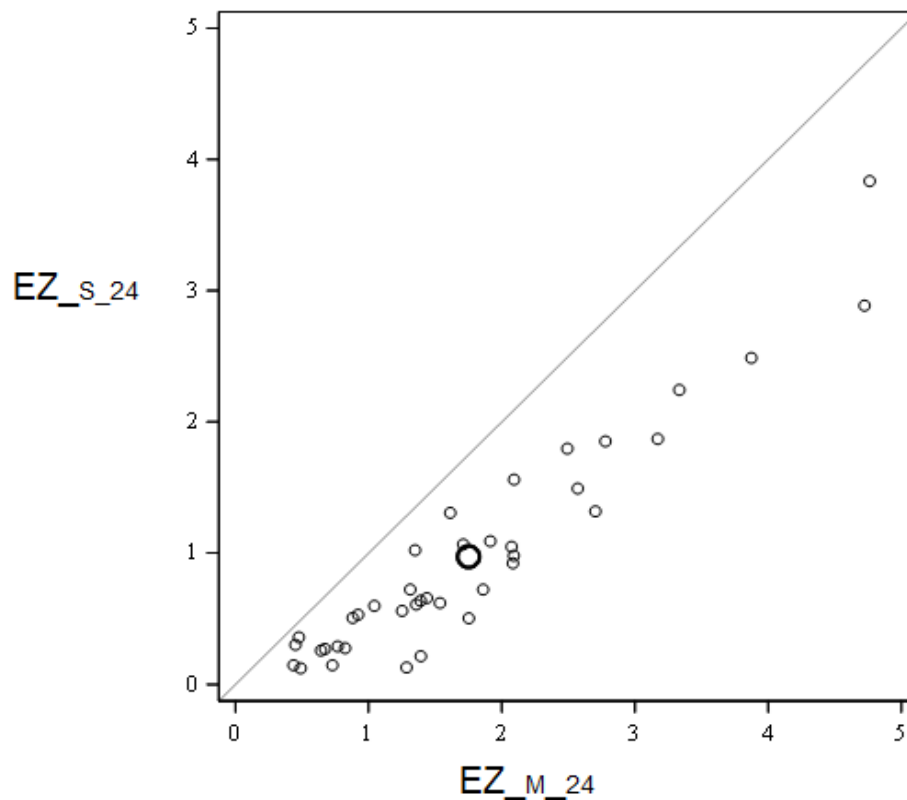
**Tablica 5.3. Usporedna analiza srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa utvrđenih standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 sata, 48 sata i 72 sata dobivena t-testom**

Svojtvo	$\bar{x}$	DF	t- vrijednost	p- vrijednost	Sig.
<b>EZ<sub>M_24</sub>– EZ<sub>s_24</sub></b>	0,776	39	12,15	<.0001	***
<b>EZ<sub>M_48</sub>– EZ<sub>s_48</sub></b>	1,400	39	18,10	<.0001	***
<b>EZ<sub>M_72</sub>– EZ<sub>s_72</sub></b>	2,237	39	18,35	<.0001	***

EZ<sub>S</sub>: standardizirana EZ-DripLoss metoda; EZ<sub>M</sub>: modificirana EZ-DripLoss metoda;  $\bar{x}$ : aritmetička srednja vrijednost razlika standardiziranih i modificiranih EZ-DripLoss mjerenja SZV u pilećem mesu; DF: stupnjevi slobode; Sig.: razina značajnosti; \*\*\*  $p < 0,0001$

U grafikonu razlika 5.1. prikazane su pojedinačne vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 24 sata, te njihova aritmetička srednja vrijednost dobivena uparenim t-testom. Dijagonalna linija grafa predstavlja sve uzorke koji su imali iste vrijednosti SZV dobivene standardnom i modificiranom EZ-DripLoss metodom. Dakle, sva mjerenja koja padaju na liniju ili u njenu neposrednu blizinu ukazuju na nepostojanje razlika u pojedinačnim mjerenjima SZV dobivenih standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom. Iz grafikona 5.1. je vidljivo da se pojedina mjerenja ne nalaze na dijagonalnoj liniji čime nam ukazuju na postojanje značajnih razlika u vrijednostima dobivenim standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom. S obzirom da su u predmetnom istraživanju pojedine vrijednosti SZV pilećeg mesa grupirane ispod dijagonalne linije (grafikon 5.1.), dobiveni prikaz ukazuje da su značajno veće vrijednosti SZV utvrđene nakon 24 sata modificiranom EZ-DripLoss metodom.

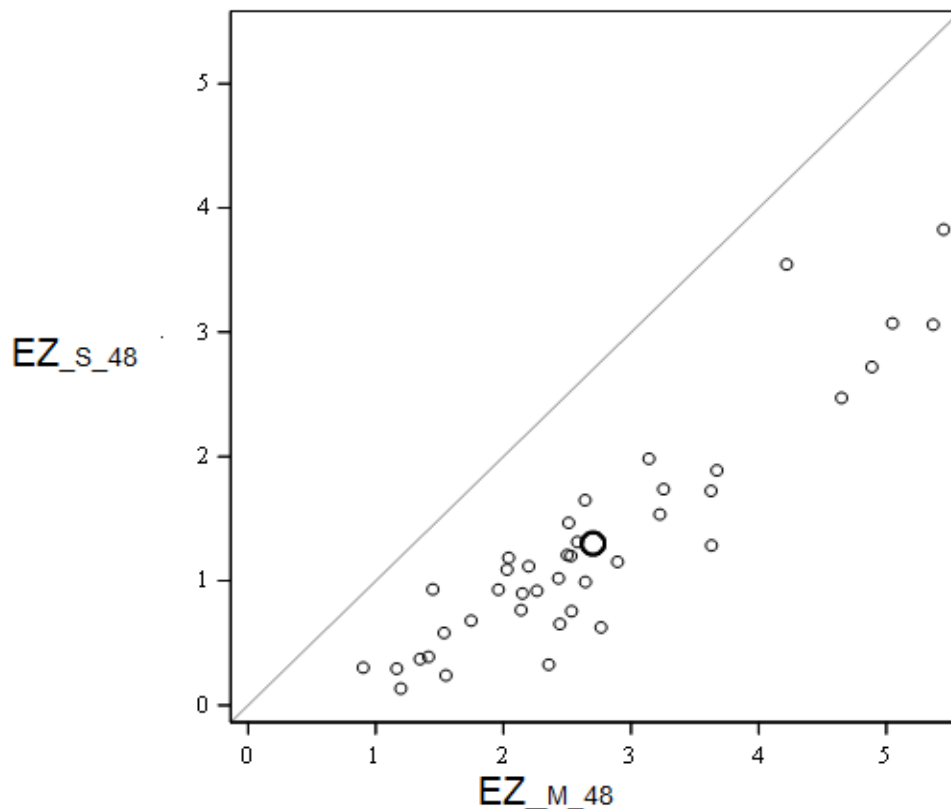
Grafikon 5.1. Razlike srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 24 h



EZ\_S\_24: standardizirana EZ-DripLoss metoda; EZ\_M\_24: modificirana EZ-DripLoss metoda; **O**: aritmetička srednja vrijednost uparenih mjerenja; o: pojedina mjerenja vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivena modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 24 sata

U grafikonu razlika 5.2. prikazane su pojedinačne vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 48 sati, te njihova aritmetička srednja vrijednost dobivena uparenim t-testom. Iz grafikona 5.2. također je moguće zaključiti postojanje značajnih razlika u vrijednostima dobivenim standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom, budući da se pojedina mjerenja ne nalaze na dijagonalnoj liniji. Pojedine vrijednosti predmetnog istraživanja grupirane su ispod dijagonalne linije (grafikon 5.2.) što ukazuje na to da su značajno veće vrijednosti SZV utvrđene nakon 48 sati modificiranom EZ-DripLoss metodom.

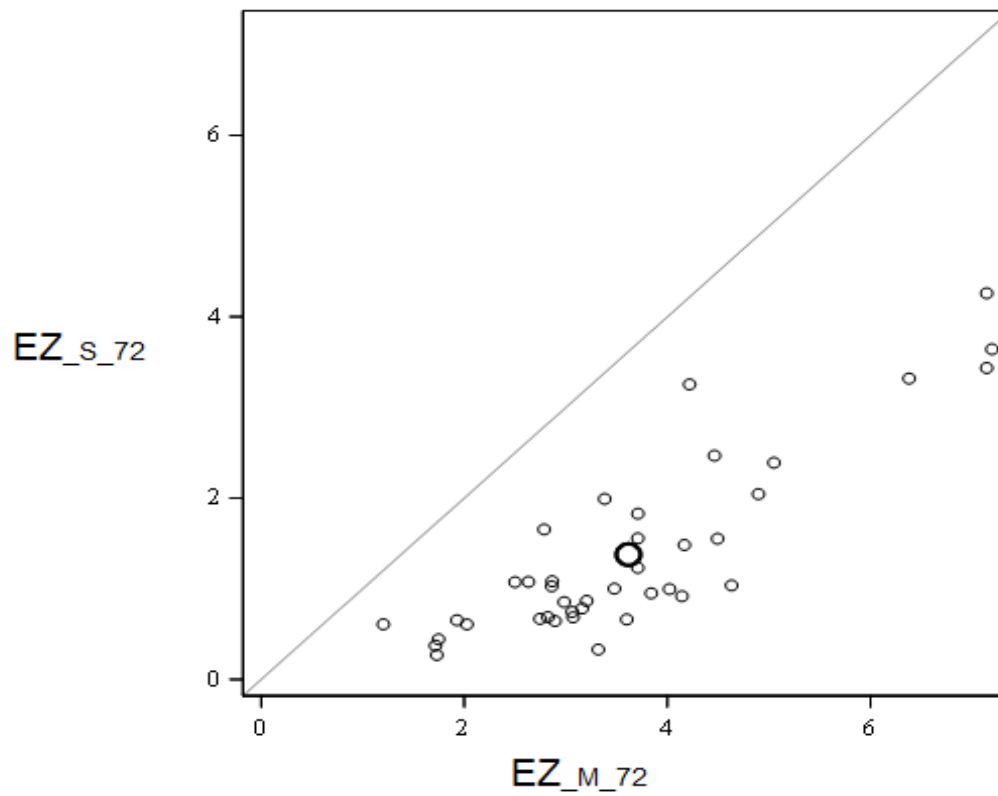
Grafikon 5.2. Razlike srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 48 sata



EZ\_S\_48: standardizirana EZ-DripLoss metoda; EZ\_M\_48: modificirana EZ-DripLoss metoda; O: aritmetička srednja vrijednost uparenih mjerenja; o: pojedina mjerenja vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivena modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 48 h

U grafikonu razlika 5.3. prikazane su pojedinačne vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 72 sata, te njihova aritmetička srednja vrijednost dobivena uparenim t-testom. Grafikon 5.3. prikazuje da se pojedina mjerenja ne nalaze na dijagonalnoj liniji, čime se može zaključiti postojanje značajnih razlika u vrijednostima dobivenim standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom. Grupiranje pojedinih mjerenja ispod dijagonalne linije (grafikon 5.3.) ukazuje na to da su vrijednosti SZV dobivene modificiranom EZ-DripLoss metodom tijekom 72 sata veće negoli iste utvrđene standardiziranom EZ-DripLoss metodom.

Grafikon 5.3. Razlike srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 72 sata



$EZ\_S\_72$ : standardizirana EZ-DripLoss metoda;  $EZ\_M\_72$ : modificirana EZ-DripLoss metoda;  $\bullet$ : aritmetička srednja vrijednost uparenih mjerenja;  $\circ$ : pojedina mjerenja vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivena modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 72 sata

## 6. Zaključak

Predmetnim istraživanjem je utvrđeno da gubitak mesnog soka izmjeren primjenom standardizirane i modificirane EZ-DripLoss metode raste s vremenom mjerenja.

Nadalje, potvrđena je jaka pozitivna korelacija, odnosno povezanost procjena SZV pilećeg mesa utvrđenih standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 sata, 48 sati i 72 sata.

Unatoč tome, razlike utvrđene uparenim t-testom između SZV pilećeg mesa utvrđenih standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24, 48 i 72 sata statistički su značajne ( $p < 0,0001$ ). Iz rezultata je također vidljivo da su vrijednosti utvrđene modificiranom EZ-DripLoss metodom tijekom 24, 48 i 72 sata veće negoli iste utvrđene standardiziranom EZ-DripLoss metodom.

Rezultati predmetnog istraživanja ukazuju da je kod usporedbe pojedinih rezultata istraživanja svakako potrebno uzeti u obzir korištenu metodu utvrđivanja SZV na pilećem mesu, njihovu statističku obradu i prikaz dobivenih rezultata.



## 7. Popis literature

1. Adzitey F., Nurul H. (2011.). Pale, soft, exudative (PSE) and dark, firm, dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences- a mini review. *International food research journal*. 18: 11-20.
2. Andersen H.J. (2000.). What is pork quality? U: *Quality of meat and fat in pigs as effected by genetics and nutrition* (Ur. Wenk C., Fernandez J.A., Dupuis M.). EAAP Scientific Series. Švicarska. 15-26.
3. Balabin R.M., Safieva R.Z., Lomakina E.I. (2007.). Comparison of linear and nonlinear calibration models based on near infrared (NIR) spectroscopy data for gasoline properties prediction. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 88(2): 183-188.
4. Bendell J.R., Wismer-Pedersen J. (1962.). Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. *Journal of food science*. 27: 144-159.
5. Bevilacqua A., Zaritzky N.E., Cavelo A. (1979.). Histological measurements of ice in frozen beef. *Journal of food technology*. 14: 237-251.
6. Bogičević L., Verhoeven M., van Baar A. (2018.). Evaluation of the human newborn infant. U: *Handbook of developmental neurotoxicology* (Ur. Slicker W., Paule M.G., Wang C.). Academic press. London. UK. 351-362.
7. Bowker B., Zhuang H. (2015.). Relationship between water-holding capacity and protein denaturation in broiler breast meat. *Poultry science*. 94: 1657-1664.
8. Brewer M.S. (2004). Water-holding capacity. U: *Encyclopedia of meat sciences* (Ur. Dikeman M., Devine C.). Elsevier, Ltd. Oxford. 242-243.
9. Brewer M.S., Zhu L.G., Bidner B., Meisinger D.J., McKeith F.K. (2001.). Measuring pork color: effect of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat science*. 57: 169-176.
10. Burns D., Ciurczak E. (2007.). *Handbook of near-infrared spectroscopy analysis (practical spectroscopy)*. CRC press. 349-369.
11. Christensen L.B. (2003.). Drip loss sampling in porcine *m. longissimus dorsi*. *Meat science*. 63: 469-477.

12. Correa J.A., Methot S., Faucitano L. (2006.). A modified meat juice container (EZ-DripLoss) procedure for a more reliable assessment of drip loss and related quality changes in pork meat. *Journal of muscle foods*. 18: 67-77.
13. Den Hertogh-Meischke M.J.A., van Laack R., J.L., M., Smulders F., J., M. (1997.). The water-holding capacity of fresh meat. *Veterinary quarterly*. 19(4): 175-181.
14. DMRI (2018.). Instruction manual for EZ-DripLoss. Danish meat research institute (DMRI).
15. Fennema O.R. (1985.). *Water and ice. U: Food chemistry*. Marcel Dekker, Inc. New York.
16. Filho R.d.A., Cazedey H.P., Fontes P.R., Ramos A.d.L.S., Ramos E.M. (2017). Drip loss assessment by different analytical methods and their relationships with pork quality classification. *Journal of Food Quality*. 1–8.
17. Fischer K. (2007.). Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of animal breeding and genetics*. 1: 12-18.
18. Fujii J., Otsu K., Zarzato F., DeLeon S., Khanna V.K., Weiler J.E., O'Brien P.J., MacLennan D.H. (1991.). Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*. 253 (5018): 448-451.
19. Graberec I., Bedeković D., Janječić Z., Pintar J., Kaić A. (2016.). Utjecaj dodatka ortofosforne kiseline na osnovna fizikalna svojstva mesa komercijalnih pilića Ross 308. *Krmiva: časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*. 58(1): 9-15.
20. Grau R., Hamm G. (1953.). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Die Naturwissenschaften*. 40 (1): 29-30.
21. Hall S.J.G., Bradshaw R.H. (1998.). Welfare aspects of the transport by road of sheep and pigs. *Journal of applied animal welfare science*. 3: 235-254.
22. Hertogh-Meischkel M.J.A., Smulders F.M.J., Laack R.J.L.M. (1997.). The water-holding capacity of fresh meat. *Veterinary quarterly*. 19: 175-181.
23. Hirsch M.S., Watkins J. (2020.). A comprehensive review of biomarker use in the gynecologic tract including differential diagnoses and diagnostic pitfalls. *Advances in anatomic pathology*. 27(3): 164-192.
24. Hoffman K. (1994.). What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. *Meat focus international*. 3(2).

25. Holman B.W.B., Alvarenga T.I.R.C., Hopkins D.L. (2020.). The effect of fibre orientation, measurement interval and muscle on lamb meat drip loss values. *Meat Science*. 161: 107959.
26. Honikel H.O. (2004.). Water-holding capacity of meat. U: Muscle development of livestock animals: physiology, genetics and meat quality. (Ur. te Pas M.F., Everts M.E., Haagsman H.P.). Cambridge, MA. CABI Publishing. 389-400.
27. Honikel K.O. (1987.). The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*. 67: 1098-1102.
28. Honikel K.O. (1997.). Reference method supported by OECD and their use in mediterranean meat products. *Food chemistry*. 59: 573-582.
29. Honikel K.O. (1998.). Reference methods for the assesement of physical characteristics of meat. *Meat science*. 49: 447-457.
30. Honikel K.O., Hamm R., Roncales P. (1986.). Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. *Meat science*. 16: 267-282.
31. Honikel K.O., Kim C.J. (1986.). Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirtschaft*. 66: 349-353.
32. Huff-Lonergan E. (2009.). Fresh meat water-holding capacity. U: Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat (Ur. Kerry J.P., Ledward D.). Woodhead publishing limited.
33. Huff-Lonergan E. (2002.). Water holding capacity of fresh meat. National pork board. DES Moines, IA. USA.
34. Huff-Lonergan E. (2006.). Water holding capacity of fresh meat. National Pork Board/American Meat Science Association Fact Sheet. <https://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/07/water-holding-capacity-of-fresh-meat1.pdf> -pristup 25.05.2021.
35. Huff-Lonergan E. (2010.). Chemistry and biochemistry of meat. U: Handbook of meat processing (Ur. Toldra F.). Blackwell Publishing. Iowa. USA.
36. Huff-Lonergan E., Lonergan S. (2005.). Mechanisms of whc of fresh meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat science*. 71(1), 194-297.
37. Hunt M.C., Honikel K., Poulanne E., Kapper C., Klont R., Young J.F., Algiers A. (2011.). Fundamentals of water holding capacity (whc) of meat. Learning resource 6, Q-PorkChains.

38. Jense W.K., Devine C., Dikeman M. (2004.). Encyclopedia of Meat Sciences. Elsevier Ltd. PA. USA.
39. Jolley P.D., Honikel K.O., Hamm R. (1981.). Influence of temperature on the rate of postmortem metabolism and whc of bovine neck muscles. Meat science. 5: 99-107.
40. Kaić A., Kasap A., Širić I. Mioč, B. (2020). Drip loss assessment by EZ and bag methods and their relationship with pH value and color in mutton. Archives animal breeding. 163: 277–281.
41. Kaić A., Janječić Z., Žanetić A., Kelava Ugarković N., Potočnik K. (2020.) EZ-DripLoss assessment in chicken breast meat using different sample areas, fiber orientation and measurement intervals. Animals. 11(4): 1095.
42. Kaliva M., Vamvakaki M. (2020.). Nanomaterials characterization. U: Polymer science and nanotehnology: fundamentals and applications (Ur. Narain R.). Elasevier. Amsterdam. Nizozemska. 401-433.
43. Karolyi D. (2005.). Građa skeletnog mišića. Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu. 6(3): 9-10.
44. Karolyi D. (2004.). Sposobnost vezanja vode u mesu. Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu. 6(6): 26–30.
45. Kauffman R.G., Eikelenboom G., van der Wal P.G., Merkus G., Zaar M. (1986.). The use of filter paper to estimate drip loss in porcine musculature. Meat science. 18(3): 191-200.
46. Kim, Y. H. B., Warner, R.D., and Rosenvold, K.: Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality. Animal production science. 54: 375–395.
47. Knowles T. G. (1998.). A review of the road transport of slaughter sheep. Veterinary record. 143: 212-219.
48. Kovačević D. (2001.). Kemija i tehnologija mesa i ribe. Prehrambeno-tehnološki faklutet Osijek, Osijek.
49. Logan, B.G., Bush, R.D., Biffin, T.E., Hopkins, D.L., Smith, M.A. (2019). Measurement of drip loss in alpaca (*Vicugna pacos*) meat using different techniques and sample weights. Meat Science. 151: 1-3.
50. Love R.M., Haraldsson S.B. (1961.). The expressible fluid to fish fillets. XI. Ice crystal formation and cell damage in cod muscle frozen before *rigor mortis*. Journal of the science of food and agriculture. 12: 442-449.

51. MacKenzie K., Smith M.E. (2002.). Multinuclear solid state NMR of inorganic materials. U: Pergamon materials series (Ur. Cahn R.W.). Pergamon. Oxford. UK. 3-19.
52. Madhav H., Singh N., Jaiswar G. (2019.). Thermoset, bioactive, metal-polymer composites for medical applications. U: Materials for biomedical engineering: organic micro and nanostructure (Ur. Grumezescu V., Grumezescu A.). Elsevier. Amsterdam. Nizozemska. 105-143.
53. Manaye T. (2019.). Influence of transportation and use of effective microorganisms treated feeds on growth, carcass yield and meat quality of arsi-bale and afar sheep. Addis Ababa University.
54. Mandal A. (2019.). What is a biomarker? News medical life sciences. <https://www.news-medical.net/health/What-is-a-Biomarker.aspx> -pristup 21.07.2021.
55. Mohamed M.A., Hir Z.A.M., Mokthar W.N.A.W., Osman N.S. (2020.). Features of metal oxide colloidal nanocrystal characterization. U: Colloidal metal oxide nanoparticles: synthesis, characterization and applications (Ur. Thomas S., Sunny A.T., Velayudham P.). Elsevier. Amsterdam. Nizozemska. 83-122.
56. Offer G., Cousins T. (1992.). The mechanism of drip production formation of Z compartments of extra-cellular space in muscle postmortem. Journal of the science of food and agriculture. 58: 107-116.
57. Offer G., Knight P. (1988.). The structural basis of water holding capacity in meat. U: General principles and water uptake in meat processing. Developments in meat science. New York. Elsevier applied science. 61-171.
58. Offer G., Knight P., Jeacocke R., Almond R., Cousins T., Elsey J., Parsons N., Sharp A., Starr R., Purslow P. (1989.). The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat-products. Food microstructure. 8: 151-170.
59. Offer G., Trinick J. (1983.). On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. Meat science. 8(4): 245-281.

60. Otto G., Roehe R., Looft H., Thoelking L., Henning M., Plastow G.S., Kalm E. (2006.). Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs. *Meat science*. 72: 680-687.
61. Otto G., Roehe R., Looft H., Thoelking L., Kalm E. (2004). Comparison of different methods for determination of drip loss and their relationships to meat quality and carcass characteristics in pigs. *Meat Science*. 68(3): 401–409.
62. Paria D.L., Lampaman G.M., Kriz G.S. (2001.). Introduction to spectroscopy. Brooks/Cole Thomson learning. Australia.
63. Povše Prevolnik M., Potokar-Čandek M., Gispert M., Le bret B. (2015.). PH value and water-holding capacity. U: A handbook of reference methods for meat quality assessment (Ur. Font-i-Furnols M., Čandek-Potokar M., Maltin C., Povše Prevolnik M., Maltin C.). SRUC. Edinburgh. 22-32.
64. Rassmussen A.J., Andersson M. (1996.). Newmethod for determination of drip loss in porkmuscles. U: 42nd International congress of meat science and technology (ICoMST '96.). Lillehammer. Norway. 286-287.
65. Saelin S., Wattanachant S., Youravong W. (2017.). Evaluation of water holding capacity in broiler breast meat by electrical conductivity. *International food research journal*. 24(6): 2593-2598.
66. SAS (2012). SAS Version 9.4. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
67. Savage A.W.J., Warriss P.D., Jolley P.D. (1990.). The amount and composition of the proteins in drip form stored pig meat. *Meat sciences*. 27: 289-303.
68. Sayre R.N., Kiernat B., Briskey E.J. (1964.). Processing characteristics of porcine muscle related to pH and temperature during *rigor mortis* development and to gross morphology 24 hr *post mortem*. *Journal of food science*. 29: 175-181.
69. Siderowf A., Aarslamd D., Mollenhauer B., Goldman J.G., Ravina B. (2018.). Biomarkers for cognitive impairment in lewy body disorders: status and relevance for clinical trials. *Movement disorders (review)*. 33(4): 528-536.
70. Smaters M. O. (2018.). Importance of water in animal life. *Sciencing*. <https://sciencing.com/importance-water-animal-life-6292820.html>  
-pristup 19.05.2021.

71. Stajković S., Vasilev D., Teodorović V., Karabasil N. (2019.). Postmortem glycolysis and pork quality. IOP Conf. series: Earth and environmental science 333 (2019) 012032
72. Sundrum A. (2007.). Quality in organic, low-input and conventional pig production. U: Handbook of organic food safety and quality (Ur. Cooper J., Niggli U., Leifert C.). Woodhead Publishing Limited. 144-177.
73. Swatland H.J. (2002.). On-line monitoring of meat quality. U: Meat processing, improving quality. CRC press LCC, Woodhead publishing ltd. 215.
74. Walukonis C.J., Morgan T., Gerrard D.E., Forrest J.C. (2002.). A technique for predicting water-holding capacity in early postmortem muscle. U: Purdue swine research reports. West Lafayette, IN. Purdue university. 110-117.
75. Warner R. (2014.). Measurements of whc capacity and color: objective and subjective. U: Encyclopedia of meat sciences (Ur. Dikeman M., Devine C.). Elsevier, Ltd. Oxford. 164-171.
76. Warner R.D. (2017.). The eating quality of meat- IV Water-holding capacity and juiciness. U: Lawrie's meat science (Ur. Lawrie R.A., Ledward D.A.). Woodhead publishing limited. Cambridge. Engleska.
77. Warriss P.D. (2000.). Meat science: An introductory text. CABI publishing. Wallingford Oxon. UK.
78. Wheeler T.L., Shackelford S.D., Koohmaraie M. (2005.). Shear force procedures for meat tenderness measurement. Roman L. Hruska U. S. Meat animal research center. United States Department of Agriculture. Clay Center, NE. USA.
79. Zarate J.R., Zaritzky N.E. (1985.). Production of weep in packaged refrigerated beef. Journal of food science. 50: 155-159,191.
80. Zorinić I., Margeta V. (2020.). Klaonička svojstva crne slavonske svinje utovljenih žirom. Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR. NSK Zagreb. Hrvatska.
81. Žilić J., Kaić A., Luković Z., Karolyi D. (2016.). Određivanje sposobnosti vezanja vode u mesu turopoljskih svinja EZ metodom. Stočarstvo: časopis za unapređenje stočarstva. 70(1): 43-48.

## **8. Popis priloga**

### **8.1. Popis slika**

Slika 3.1. Građa skeletnog mišića .....	5
Slika 3.2. Prikaz uzoraka prilikom mjerenja SZV mesa metodom vrećice .....	15
Slika 3.3. Sonda i spremnici za uzorke mesa .....	16
Slika 3.4. Prikaz uzoraka mesa na pladnjevima prilikom utvrđivanja SZV mesa metodom ladice .....	17
Slika 3.5. Prikaz postupaka prilikom određivanja SZV metodom pritiska .....	18
Slika 3.6. Uređaj za centrifugiranje uzoraka mesa .....	19
Slika 3.7. Postavljanje filter papira na površinu mesa .....	20
Slika 3.8. Prikaz načina umetanja apsorpcijskog materijala u meso.....	21
Slika 3.9. Prikaz sedimenta i supernatata u spremniku nakon vađenja iz uređaja za centrifugu.....	22
Slika 3.10. Skica spektra infracrvene svjetlosti .....	24
Slika 4.1. Izdvajanje uzoraka posebnom sondom.....	27
Slika 4.2. Skladištenje uzoraka u prethodno označenim spremnicima .....	28
Slika 4.3. Vaganje uzoraka mesa sa spremnikom .....	28
Slika 4.4. Vađenje uzoraka mesa pincetom, kako bi se izvagao spremnik sa mesnim sokom.....	29



## 8.2. Popis tablica

Tablica 5.1. Osnovni statistički pokazatelji SZV pilećeg mesa utvrđeni standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 sata, 48 sata i 72 sata.....	32
Tablica 5.2. Korelacije SZV pilećeg mesa utvrđene standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 sata, 48 sata i 72 sata .....	33
Tablica 5.3. Usporedna analiza srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa utvrđenih standardiziranom i modificiranom EZ-DripLoss metodom nakon 24 sata, 48 sata i 72 sata dobivena t-testom.....	34

### **8.3. Popis grafikona**

Grafikon 5.1. Razlike srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 24 h ..... 36

Grafikon 5.2. Razlike srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 48 sata..... 36

Grafikon 5.3. Razlike srednjih vrijednosti SZV pilećeg mesa dobivene modificiranom i standardiziranom EZ-DripLoss metodom tijekom 72 sata..... 37

## Životopis

Karla Golub, rođena je 27. Kolovoza 1994. godine u Zagrebu. Odrasla je i živi u Zagrebu. Godine 2001. započinje školovanje u osnovnoj školi Gustava Krkleca u Zagrebu. Završila je 2006. godine osnovnu glazbenu školu Zlatka Balokovića, smjer violončelo. Kroz sve razrede osnovne škole bila je odličan učenik te 2009. godine upisuje IX. Gimnaziju u Zagrebu u kojoj je maturirala 2013. godine. Tijekom srednjoškolskog obrazovanja bila je članica Kluba volontera i Literarne skupine. Godine 2016. upisuje preddiplomski studij „Animalne znanosti“ na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, koji uspješno završava 2019. godine te potom na istom fakultetu upisuje diplomski studij „Proizvodnja i prerada mesa“. Korisnik je C2 razine govora, čitanja te pisanja engleskog jezika i razine B2 čitanja i pisanja njemačkog jezika. Završila je dvogodišnji tečaj španjolskog jezika te je korisnik A1 razine čitanja i pisanja te B1 govora. Tijekom osnovnoškolskog obrazovanja bila je član stolnoteniskog kluba TIS te se tijekom istog razdoblja rekreativno bavi plivanjem. Članica je Volonterskog Centra Zagreb od 2010. godine te članica Greenpeace-a Hrvatska.