

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Petra GABRIJELČIČ

**PRIMERNOST TOPLOTNE OBDELAVE MESA PRI
NIZKIH TEMPERATURAH**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij - 2. stopnja Živilstvo

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Petra GABRIJELČIČ

**PRIMERNOST TOPLOTNE OBDELAVE MESA PRI NIZKIH
TEMPERATURAH**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja Živilstvo

**THE SUITABILITY OF LONG TIME/LOW TEMPERATURE
THERMAL TREATMENT OF MEAT**

M. Sc. Thesis
Master Study Programmes: Field Food Science Technology

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa 2. stopnje Živilstvo. Praktični del je bil opravljen na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje je za mentorico magistrskega dela imenovala prof. dr. Leo Demšar, za somentorja doc. dr. Tomaža Polaka in za recenzentko doc. dr. Natašo Šegatin.

Mentorica: prof. dr. Lea Demšar

Somentor: doc. dr. Tomaž Polak

Recenzentka: doc. dr. Nataša Šegatin

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Ocena:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Peta GABRIJELČIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du2
DK UDK 637.5+664.9:641.52:543.2/.9(043)=163.6
KG meso / prašičje meso / goveje meso / topotna obdelava / vpliv temperature / fizikalnokemijske lastnosti / senzorične lastnosti
AV GABRIJELČIČ, Petra, dipl. inž. živ. in preh. (UN)
SA DEMŠAR, Lea (mentorica)/POLAK, Tomaž (somentor)/ŠEGATIN, Nataša (recenzentka)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2016
IN PRIMERNOŠT TOPLOTNE OBDELAVE MESA PRI NIZKIH TEMPERATURAH
TD Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja Živilstvo)
OP XI, 57 str., 12 pregl., 10 sl., 7 pril., 63 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI V nalogi smo ovrednotili fizikalno-kemijske, instrumentalne in senzorične lastnosti mesa, pripravljenega z dolgotrajno topotno obdelavo pri nizkih temperaturah. Dolge hrbtne mišice (*m. longissimus dorsi*) govejega in prašičjega mesa smo topotno obdelali na tri načine (*sous-vide*, v pari – postopek BIO in v suhi topoti – pečenje), pri dveh temperaturah (53 °C in 58 °C) za dve trajanji topotne obdelave (3 h in 20 h). Preučili smo, kako čas, temperatura in način topotne obdelave ter vrsta mesa vplivajo na vrednost pH, sestavo mesa (NIR), barvo (L* a* b*), teksturo (Warner-Bratzler shear force), senzorične parametre, kot so barva, tekstura in aroma (deskriptivna senzorična analiza), ter stopnjo oksidacije (peroksidno število in TBK) tako pripravljenega mesa. Med postopki topotne obdelave v večini opazovanih lastnosti značilno izstopa pečenje. Pri preučevanju vpliva režima topotne obdelave (T/t) opazimo, da ima trajanje topotne obdelave na večino opazovanih lastnosti nekoliko močnejši vpliv kot temperatura. Izgube mase so največje pri pečenju, sledi postopek BIO, najmanjše pa so pri postopku *sous-vide*. Glede na režim topotne obdelave se izgube povečujejo z višjo temperaturo in daljšim časom. Najbolj sočni so vzorci pripravljeni s postopkom *sous-vide* in pri režimu 53_3, medtem ko je mehkoba najbolj izrazita pri režimu 58_20. Oksidacija maščob je bolj intenzivna pri višjih temperaturah in daljem času, najbolj oksidirani so vzorci, pripravljeni s postopkom BIO. Barva površine mesa najbolj izstopa pri pečenih vzorcih, kjer prevladuje rdeča barva, na izraženost katere režim ne vpliva. Meso, pripravljeno s postopkom z BIO in *sous-vide*, ima sivoravo površino, kjer je prisotnost rjave v večji meri odvisna od trajanja topotne obdelave. Rožnat odtenek prereza je bolj izražen pri pečenih vzorcih kot pri postopkih *sous-vide* in BIO. Po senzoričnih ocenah je v povprečju najmanj rožnate prisotne na vzorcih, obdelanih po režimu 53_3, največ pri 58_3. Oksigenacija je najbolj obsežna pri režimu 53_3, najmanj pa pri režimu 58_20. Na splošno je barva pri govejem mesu bolj intenzivna v primerjavi s prašičjim mesom.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
DC UDC 637.5+664.9:641.52:543.2/.9(043)=163.6
CX meat / pork / beef / thermal treatment / influence of temperature / physico-chemical properties / sensory properties
AU GABRIJELČIČ, Petra
AA DEMŠAR, Lea (supervisor)/POLAK, Tomaž (co-advisor)/ŠEGATIN, Nataša (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2016
TI THE SUITABILITY OF LONG TIME/LOW TEMPERATURE THERMAL TREATMENT OF MEAT
DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes: Field Food Science & Technology)
NO XI, 57 p., 12 tab., 10 fig., 7 ann., 63 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In this study physico-chemical, instrumental and sensory properties of meat, cooked for prolonged times at low temperatures were evaluated. Three cooking methods (*sous-vide*, steam cooking – BIO and dry air cooking – roasting) at two temperatures (53 °C and 58 °C) for two durations (3 hours or 20 hours) were used to thermally treated *Longissimus dorsi* muscles from pigs and young bulls. The effects of time, temperature, cooking method and type of meat on the pH value, composition (NIR), colour ($L^* a^* b^*$), texture (Warner-Bratzler shear force), sensory parameters, like colour, texture, smell and flavour (descriptive analysis), as well as on oxidation rate (peroxide value and TBA) were studied. Among the cooking methods roasting stands out in most of the observed properties. Slightly stronger influence of time on the most of observed properties was observed. Cooking loss increases with increasing time and temperature. Roasted samples have the highest cooking loss and *sous-vide* samples the lowest. The juiciest samples were cooked *sous-vide* at regime 53_3 and the most tender samples were at 58_20. Lipid oxidation is more intense at higher temperatures and longer cooking time, among the cooking methods BIO samples seem to be the most oxidised. The surface of roasted meat is intensively red and there is no notable influence of the cooking regime on the surface colour of roasted meat. BIO and *sous-vide* cooked meat has the brown-grey colour on the surface, where the intensity of brown colour depends on cooking time. The pink colour on the cross-section is more intense in roasted samples compared to BIO and *sous-vide* ones. Based on sensory evaluation the pink is most intense in samples cooked at 58_3 and the least intense in 53_3 samples. The degree of oxygenation is highest in 53_3 samples and lowest in 58_20 ones. In general the colour is more intensive in beef compared to pork.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	IV
KEY WORDS DOCUMENTATION	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO PRILOG	X
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XI
1 UVOD	1
1.1 NAMEN NALOGE	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 TOPLOTNA OBDELAVA MESA	3
2.2 VRSTE TOPLOTNIH POSTOPKOV.....	3
2.2.1 <i>Sous-vide</i> postopek.....	4
2.2.2 Dolgotrajno kuhanje pri nizkih temperaturah	4
2.3 LASTNOSTI MESA IN TOPLOTNA OBDELAVA	5
2.3.1 Denaturacija.....	6
2.3.2 Izguba mase.....	7
2.3.3 Mehkoba	8
2.3.4 Encimi	9
2.3.5 Barva.....	9
2.3.6 Aroma	10
2.3.7 Oksidacija.....	11
2.3.8 WOF.....	13
3 MATERIALI IN METODE	14
3.1 MATERIAL.....	14
3.1.1 Toplotna obdelava	15
3.2 INSTRUMENTALNE METODE	15
3.2.1 Merjenje osnovne kemijske sestave	15
3.2.2 Merjenje vrednosti pH	16
3.2.3 Instrumentalno merjenje barve	16
3.2.4 Instrumentalno merjenje tekture	16
3.3 KEMIJSKE METODE	17
3.3.1 Število tiobarbiturne kisline (število TBK)	17
3.3.2 Peroksidno število	18
3.4 SENZORIČNA ANALIZA	19
3.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	20
4 REZULTATI.....	22
4.1 SESTAVA MESA PRED IN PO TOPLOTNI OBDELAVI.....	22

4.2	IZGUBA MASE MED TOPLITNO OBDELAVO	24
4.3	PEROKSIDNO ŠTEVILO	24
4.4	TIOBARBITURNO ŠTEVILO (TBK)	25
4.5	INSTRUMENTALNO IZMERJENA BARVA	26
4.5.1	INSTRUMENTALNO IZMERJENA STRIŽNA SILA	29
4.6	SENZORIČNE LASTNOSTI.....	30
4.6.1	Prisotnost sive barve na površini	33
4.6.2	Prisotnost rjave barve na površini.....	34
4.6.3	Prisotnost rdeče na površini	34
4.6.4	Prisotnost rožnate na prerezu	34
4.6.5	Prisotnost sive na prerezu.....	35
4.6.6	Obseg oksigenacije na prerezu	35
4.6.7	Vlažnost prereza	36
4.6.8	Sočnost	36
4.6.9	Mehkoba	36
4.6.10	Mesna aroma.....	37
4.6.11	Aroma po kuhanem	37
4.6.12	Aroma po pečenem	37
4.6.13	Aroma po postanem.....	38
4.6.14	Kisla aroma	38
4.6.15	Grenak priokus.....	38
4.7	MULTIVARIATNA ANALIZA	39
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	43
5.1	RAZPRAVA	43
5.1.1	Izguba mase	43
5.1.2	Tekstura.....	44
5.1.3	Oksidacija.....	45
5.1.4	Aroma	46
5.1.5	Barva.....	47
5.2	SKLEPI.....	49
6	POVZETEK	50
7	VIRI	52
ZAHVALA		
PRILOGE		

KAZALO SLIK

Slika 1: CIE L [*] a [*] b [*] barvni koordinatni sistem (Ozguven in Ozcelik, 2013).....	16
Slika 2: Umeritvena krivulja za določanje števila TBK	18
Slika 3: Fotografija oksigenirane površine pečenega (53_3) govejega in prašičjega mesa (levo) in prašičjega mesa po postopkih <i>sous-vide</i> in BIO (53_3, naključno pomešani) (desno).....	35
Slika 4: Projekcija spremenljivk v ravnini, definirani z analizo LDA.	40
Slika 5: Projekcija podatkov o instrumentalnih in senzoričnih parametrih govejega in prašičjega mesa v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA)....	41
Slika 6: Fotografija prereza govejega pečenega mesa (58_20)	41
Slika 7: Fotografija govejega (levo) in prašičjega (desno) mesa, pripravljenega s BIO (58_20).....	42
Slika 8: Fotografija govejega (levo) in prašičjega (desno) mesa, pripravljenega s postopkom <i>sous-vide</i> (58_20).....	42
Slika 9: Fotografija govejega (levo) in prašičjega (desno) pečenega mesa (53_3)	42
Slika 10: Temperaturni profil vzorca govejega mesa, 3 oz. 24 ur toplotno obdelanega pri temperaturi komore 53 °C po postopkih BIO, <i>sous-vide</i> in s pečenjem	43

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Opis vzorcev in načrt poskusa	14
Preglednica 2: Volumni standardne raztopine in število TBK za umeritveno krivuljo.....	17
Preglednica 3: Razlike v kemijski sestavi in vrednosti pH presnega govejega in prašičjega mesa	22
Preglednica 4: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na kemijsko sestavo (g/100 g) govejega in prašičjega mesa	23
Preglednica 5: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na izgubo mase (%) govejega in prašičjega mesa po toplotni obdelavi	24
Preglednica 6: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na peroksidno število govejega in prašičjega mesa	25
Preglednica 7: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na TBK govejega in prašičjega mesa po toplotni obdelavi.....	26
Preglednica 8: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na instrumentalno merjene parametre barve površine in prereza govejega mesa	27
Preglednica 9: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na instrumentalno merjene parametre barve površine in prereza prašičjega mesa.....	28
Preglednica 10: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na instrumentalno izmerjeno strižno silo (N) govejega in prašičjega mesa po toplotni obdelavi	29
Preglednica 11: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na senzorične lastnosti (vrednosti) govejega mesa	30
Preglednica 12: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na senzorične lastnosti (vrednosti) prašičjega mesa	32

KAZALO PRILOG

Priloga A: Vpliv vrste mesa na njegovo kemijsko sestavo po topotni obdelavi v odvisnosti od načina in režima topotne obdelave

Priloga C: Vpliv vrste mesa na instrumentalno merjene parametre barve površine in prerez ter tekture v odvisnosti od temperature/časa obdelave po postopku BIO

Priloga D: Vpliv vrste mesa na instrumentalno merjene parametre barve površine in prerez ter tekture v odvisnosti od temperature/ časa obdelave v suhi topoti (pečenje)

Priloga E: Vpliv vrste mesa na instrumentalno merjene parametre barve površine in prerez ter tekture v odvisnosti od temperature/ časa obdelave pri postopku *sous-vide*

Priloga F: Vpliv vrste mesa na senzorične lastnosti (vrednosti) v odvisnosti od temperature/časa obdelave po postopku BIO

Priloga G: Vpliv vrste mesa na senzorične lastnosti (vrednosti) v odvisnosti od temperature/ časa obdelave v suhi topoti (pečenje)

Priloga H: Vpliv vrste mesa na senzorične lastnosti (vrednosti) v odvisnosti od temperature/ časa obdelave in postopka *sous-vide*

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A ₅₃₂	absorbanca pri 532 nm
BHT	butiliran hidroksitoluen
BIO	postopek toplotne obdelave v vlažnem zraku
L*a*b*	koordinatni sistem podajanja instrumentalno izmerjene barve
LDA	linearna diskriminatna analiza (ang. Linear Descriptive Analysis)
n	število vzorcev
NIR	bližnja infrardeča svetloba (ang. near infrared)
nz	statistično neznačilen vpliv
OR	instrumentalno izmerjena barva oksigeniranega prereza
P	pečenje
p _{M/T-t/p}	značilnost vpliva mesa/režima/postopka
POV	instrumentalno izmerjena barva površine
PŠ	peroksidno število
ROOH	hidroperoksid
SEM	standardna napaka povprečja
SR	instrumentalno izmerjena barva svežega prereza
SV	način toplotne obdelave <i>sous-vide</i>
t	čas toplotne obdelave
TA	analiza tekture/strižna sila (ang. Texture Analyzer)
TBK	tiobarbiturna kislina
TO	toplotna obdelava
T _s	temperatura komore med toplotno obdelavo
WOF	aroma po postanem (womed over flavour)

1 UVOD

Toplotno obdelano meso je na jedilniku človeka že od prazgodovine. Nekatere tehnike toplotne obdelave mesa se od takrat niso bistveno spremenile, druge pa so rezultat sodobne znanosti in tehnologije. Ne glede na vrsto toplotne obdelave pa je cilj vedo enak: izboljšati senzorično in prehransko vrednost ter varnost mesa.

Meso je zaradi visoke prehranske vrednosti nepogrešljiv del prehrane človeka, saj vsebuje esencialne aminokisline, maščobne kisline, minerale in vitamine B skupine. S toplotno obdelavo se poveča prebavljivost beljakovin in izboljša prehranska vrednost mesa. Poleg tega je toplotna obdelava mesa nujna za varen izdelek, saj s povišanimi temperaturami v določenem obsegu uničimo prisotne mikroorganizme, tako kvarljivce kot tudi patogene. Sodobne prehranske smernice priporočajo zmanjšanje vnosa mesa, saj je meso ena glavnih sestavin vsakodnevnega jedilnika in navadno predstavlja osrednjo sestavino krožnika.

Toplotna priprava mesa ponuja veliko raznolikost v okusu, teksturi, videzu in ostalih lastnosti mesa. Profesionalni kuharji od nekdaj iščejo nove načine in tehnike, s katerimi bi dosegli najboljše senzorične lastnosti mesa. Običajno si pri uživanju mesa želimo mehak in sočen kos z značilno aromo po mesu, točneje z aromo pečenega mesa, ki je posledica Maillardove reakcije. Maillardova reakcija je reakcija med sladkorji in aminokisinami, ki poteka pri visokih temperaturah. Visoke temperature so lahko tudi vzrok za nastanek nekaterih neželenih, toksičnih spojin, kot so policiklični aromatični ogljikovodiki, heterociklični aromatski amini, produkti razgradnje maščob in nekateri drugi produkti Maillardove reakcije.

Priprava mesa pri nizkih temperaturah med 50 in 65 °C, ki traja več ur, je gastronomski tehnika, ki ponovno pridobiva na veljavi. Pri pripravi mesa s to tehniko je poudarek na mehkobi in sočnosti, aroma pa je nežnejša v primerjavi s klasičnimi postopki toplotne obdelave. Če želimo, da bo imelo tako pripravljeno meso barvo in aromo pečenega mesa, ga je potrebno dodatno popeči pri visoki temperaturi.

Zaradi počasne priprave na nižjih temperaturah, potekajo v mesu nekoliko drugačni procesi kot pri klasičnih načinih priprave. Zato lahko s to tehniko tudi nekoliko slabše kose mesa pripravimo do polpresne stopnje pečenosti, ti pa bodo kljub temu mehki in sočni.

Pri pripravi mesa pri nizkih temperaturah je meso sicer izpostavljeno nižjim temperaturam kot pri klasičnih postopkih, ampak je toplotna obdelava bistveno daljša (do 20 ur in več), kar lahko povzroči določene neprijetnosti, kot sta povečana oksidacija maščob in verjetno tudi beljakovin.

1.1 NAMEN NALOGE

V nalogi bomo ovrednotili kakovost govejega in prašičjega mesa, pripravljenega z dolgotrajno topotno obdelavo pri nizkih temperaturah. Preučili bomo kako na lastnosti tako pripravljenega mesa vplivajo čas, temperatura in način topotne obdelave ter vrsta mesa. Parametri kakovosti, ki jih bomo preverili so sestava mesa (NIR), barva ($L^*a^*b^*$), tekstura (Warner-Bratzler shear force), vrednost pH, stopnja oksidacije (peroksidno število in TBK) in senzorični parametri, kot so barva, tekstura ter aroma (deskriptivna senzorična analiza).

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Predpostavili smo, da bodo:

- temperatura,
- čas topotne obdelave,
- način topotne obdelave in
- vrsta mesa

pomembno vplivali na:

- senzorične lastnosti (barva, aroma in tekstura),
- kemijsko sestavo,
- obseg oksidacije,
- instrumentalno izmerjene parametre barve in tekture.

2 PREGLED OBJAV

2.1 TOPOTNA OBDELAVA MESA

Pri topotni obdelavi mesa pride do različnih fizikalno-kemijskih sprememb, ki povzročijo izgubo mase, spremembo teksture in sposobnosti vezave vode, krčenje mišičnih vlaken ter spremembo barve in arome. Te spremembe so odvisne od lastnosti mišičnine, metode topotne obdelave ter razmerja med temperaturo in časom topotne obdelave (Bučar, 1997).

Med topotno obdelavo mesa potekata dva procesa, in sicer prenos toplote in prenos mase. Prenos toplote je bistvo topotnega postopka, gre za prenos toplote od topotnega vira na površino mesa in prevod toplote v notranjost. Prenos mase je posledica prenosa in prevoda toplote, zaradi denaturacije beljakovin, odpuščanja vode in topljenja maščob ter poteka v obratni smeri od prenosa toplote. Z izcejanjem maščobe in vode se iz mesa izločajo tudi vodotopne beljakovine in soli. Posledica tega je izguba mase med topotno obdelavo (Bučar, 1997).

Prenos toplote poteka najhitreje s strujanjem vode, počasneje z maščobo in paro, najpočasneje pa s suhim zrakom. Večina postopkov deluje le na površino mesa, kasneje pa toplota potuje v notranjost s prevodom, kar poteka relativno počasi. Hitrost prenosa toplote pa je poleg koeficiente prenosa v veliki meri odvisna tudi od temperature medija (Bučar, 1997).

Med topotno obdelavo mesa se temperatura znižuje proti notranjosti in je najnižja v središču kosa. Končna središčna temperatura je ena pomembnejših parametrov topotne obdelave mesa. Od končne središčne temperature je odvisna stopnja pečenosti mesa in z njeno vse ustrezne senzorične lastnosti, kot so barva, aroma, sočnost, tekstura... (Bučar, 1997).

2.2 VRSTE TOPOTNIH POSTOPKOV

Prenos toplote od vira na živilo fizikalno delimo na tri načine. S strujanjem oziroma konvekcijo, kjer se toplota prenaša preko prenosnika, ki je navadno vroč zrak (suh – pečenje, vlažen – parjenje), voda (kuhanje), ali maščoba (cvrenje, praženje). Prevajanje ali kondukcija je prenašanje toplote iz vira na živilo s kontaktom, brez prenosnika. V to skupino spada pečenje na plošči. Tretji način prenosa toplote je sevanje ali radiacija, kjer gre za prenos toplote brez medija, z infrardečim (žar) ali mikrovalovnim sevanjem.

Topotne postopke bolj pogosto delimo glede na medij prenosa toplote. Tako delimo postopke v štiri skupine, to so suhi, vlažni, mikrovalovni in sestavljeni postopki.

Pri suhih postopkih se toplota prenaša preko medija z nizkim parcialnim tlakom vode, navadno s suhim zrakom ali maščobo. Pri teh postopkih pride zaradi visokih temperatur in odsotnosti vode do Maillardove reakcije in izsuševanja na površini mesa. Posledica tega je značilna aroma in rjava barva pečenega mesa. Med suhe postopke spada pečenje, kjer se toplota od vira prenese na meso z vročim suhim zrakom, ki obkroža celoten kos.

Pri mokrih postopkih se toplota prenese na meso preko prenosnika z visokim parcialnim tlakom vode. Primer takega postopka sta kuhanje v vodi in kuhanje v pari (vlažnem zraku). Pri teh postopkih se površina ne izsuši, zaradi nižjih temperatur površina ne porjavi, prav tako se ne tvori jo intenzivnejše aroma, značilne za suhe postopke. Pri vlažnih postopkih se topne snovi izločajo v okolico – juho oziroma omako. Vlažni postopki so primernejši za trše kose z veliko veziva. Pri kuhanju v vodi gre za konvekcijo toplotne z vodo, pri parjenju pa za konvekcijo toplotne z mešanico zraka in vode, pri slednjem postopku je prenos toplotne počasnejši. Oba postopka potekata pri temperaturah okoli 90 °C (povrevanje, parjenje), kuhanje v vreli vodi poteka pri 100 °C (Bučar, 1997).

2.2.1 Sous-vide postopek

Postopek *sous-vide* so najprej uporabljali profesionalni kuharji, kasneje pa se je predvsem zaradi podaljšanja obstojnosti uporaba postopka razširila tudi v industriji. *Sous-vide* po francosko pomeni v vakuumu. Pri tej tehniki kuhanja se živila za določen čas toplotno obdelajo v vakuumskih vrečkah pri kontrolirani temperaturi. Toplotna obdelava poteka v vodni kopeli ali v parni pečici. Od tradicionalnih načinov toplotne obdelave se postopek *sous-vide* razlikuje v tem, da je temperatura natančno kontrolirana in v tem, da se presna hrana vakuumsko pakira in nato toplotno obdela (Baldwin, 2012). Vakuumiranje ima več prednosti. Omogoča boljši prenos toplotne z vode na živilo, pri tem pa preprečuje aromam in hranilnim snovem izločanje iz živila in s tem ohranja aromo in hranilno vrednost živila (Church in Parsons, 2000). Pomembna prednost vakuumskega pakiranja je tudi varnost, saj je hrana toplotno obdelana, nato pa hitro ohlajena in hranjena v isti vrečki do uporabe. S tem je kontaminacija živila po toplotni obdelavi praktično preprečena, med skladiščenjem izdelka je tudi preprečena oksidacija in vezava nezaželenih arom v izdelek. Nadzor temperature omogoča boljšo ponovljivost, natančnejšo stopnjo priprave (presno, polpresno, pečeno), pasterizacijo pri nižjih temperaturah in uporabo manj kakovostnih kosov mesa z več veziva, ki se tako lahko zmehčajo tudi pri blažji stopnji toplotne obdelave (Baldwin, 2012).

2.2.2 Dolgotrajno kuhanje pri nizkih temperaturah

Kuhanje pomeni dovanjanje toplotne z namenom spremeniti hrano do te mere, da bo primerna za uživanje. Nekatere spremembe med toplotno obdelavo so hitre, druge pa počasne. Tradicionalni načini toplotne obdelave večinoma povzročajo hitre spremembe. Z nadzorom temperature med toplotno obdelavo pa lahko v živilih zagotavljamo tudi počasnejše procese (Baldwin, 2012).

Na jedilno kakovost kuhanega mesa vplivata temperatura in trajanje toplotne obdelave. Med toplotno obdelavo pride do različnih sprememb v tkivu, najbolj pomembne so denaturacija beljakovin, krčenje vlaken in raztapljanje kolagena (Tornberg, 2005). Razen želiranja kolagena večina drugih sprememb na komponentah poveča trdoto mesa (Laakkonen in sod., 1970; Roldán in sod., 2013).

Priprava mesa z uporabo tehnologije dolgotrajnega kuhanja pri nizkih temperaturah se vse pogosteje uporablja v gostinstvu, saj ta postopek izboljša mehkobo, barvo in sočnost mesa, poleg tega so te lastnosti bolj enakomerno izražene čez celoten prerez mesa, zmanjša pa se

tudi izceja (Christensen in sod., 2011b, 2012). Tekstura in sočnost sta glavna dejavnika pri izbiri optimalnih parametrov topotne obdelave, okus pri taki pripravi pa je nevtralen (Christensen in sod., 2012).

Pri dolgotrajnem kuhanju pri nizki temperaturi se kolagen raztopi, tvori se gel, hkrati pa se vlakna ne skrčijo intenzivno, zato je tako pripravljeno meso mehkejše od mesa pripravljenega s klasičnimi metodami (del Pulgar in sod., 2012; Roldán in sod., 2013). Mehkoba mesa se s podaljševanjem časa in povišanjem temperature povečuje, sočnost pa se zmanjšuje. S podaljševanjem časa topotne obdelave površina mesa vedno bolj dobiva izgled po kuhanem in ne npr. po pečenem. Sočnost in mehkoba mesa sta obratno sorazmerna, zato je izbira kombinacije časa in temperature kompromis med sočnostjo in mehkobo (Christensen in sod., 2012). Trajanje in temperatura topotne obdelave sta odvisna od vrste mesa, želenih senzoričnih lastnosti in namena uporabe mesa (Roldán in sod., 2013).

2.3 LASTNOSTI MESA IN TOPLITNA OBDELAVA

Mišica je sestavljena iz 75 % vode, 20 % beljakovin, 3 % maščob in 2 % topnih neproteinskih snovi (vitamini, minerali, dušikove spojine, ogljikovi hidrati, anorganske spojine). Beljakovine ločimo na tri skupine, in sicer miofibrilarne beljakovine, ki predstavljajo 50-55 % vseh beljakovin, sarkoplazemske beljakovine 30-34 % in beljakovine vezivnega tkiva 10-15 % (Tornberg, 2005).

Mišično vezivo ločimo v tri komponente. Endomizij je tanka plast vezivnega tkiva, ki obdaja posamezna mišična vlakna. Gre za tanek, skoraj naključen preplet kolagenskih vlaken, ki se lahko prilagaja sprememjanju dolžine mišice (Purslow in Trotter, 1994). Perimizij je plast vezivnega tkiva, ki loči posamezne snope mišičnih vlaken znotraj mišice. V perimiziju so kolagenska vlakna diagonalno prekrižana pod kotom 45° na mišična vlakna, kar omogoča prilagajanje raztegovanju mišic (Rowe, 1981). Epimizij je plast veziva, ki obdaja in ločuje posamezne mišice. Navadno so kolagenska vlakna orientirana kot v perimiziju, v nekaterih mišicah pa so bolj gosto in vzdolžno razporejena, podobno kot v kitah (Purslow, 2005).

Perimizijske ovojnice ostanejo močne tudi pri topotno obdelanem mesu in so eden glavnih dejavnikov, ki prispevajo k trdoti. Posamezne mišice veliko bolj variirajo po količini perimizija kot epimizija (Light in sod., 1985). Debelina perimizija je eden glavnih dejavnikov trdote mesa, saj ta lahko variira za več kot dvakrat v različnih mišicah iste živali (Brooks in Savell, 2004).

S staranjem živali se mehkoba mesa slabša, to je posebno opazno v manj kakovostnih, s kolagenom bogatih kosih (Shorthose in Harris, 1990). Poveča se premer kolagenskih vlaken in delež medmolekularnih povezav, ki povečajo moč in zmanjšajo topnost kolagena (Purslow, 2005).

2.3.1 Denaturacija

Pri topotni obdelavi mesa gre predvsem za denaturacijo beljakovin. Kateri proteini bodo denaturali in v kakšnem obsegu, je odvisno od temperature in v manjši meri tudi od časa. Med segrevanjem se miofibrilarne beljakovine krčijo, sarkoplazemske koagulirajo in gelirajo, vezivno tkivo pa se krči in raztaplja. Denaturacija proteinov med topotno obdelavo pri nizkih temperaturah nastopi pri nekoliko nižji temperaturi kot pri klasični topotni obdelavi, najverjetneje zaradi počasnega segrevanja in dolgega časa obdelave, kar lahko povzroči spremembe v strukturi proteinov (Christensen in sod., 2013).

Pri hitrem naraščanju temperature velja, da se vlakna začnejo krčiti pri 35-40 °C ter da se obseg krčenja skoraj linearno povečuje do temperature 80 °C. Agregacija in geliranje sarkoplazemskih beljakovin poteka med 40 °C in 60 °C. Krčenje kolagena se začne pri temperaturi 60 °C in je bolj intenzivno pri temperaturah nad 65 °C. Počasne spremembe med topotno obdelavo najbolj vplivajo na mehkobo mesa, saj gre za raztapljanje kolagena in zmanjšanje trdnosti povezav med vlakni (Charley in Weaver, 1998; Baldwin, 2012).

Do 70 % miofibrilarnih proteinov predstavlja miozin in aktin. Vsebnost vode v mišici je odvisna predvsem od krčenja miofibrilarnih beljakovin, saj se okoli 80 % vode v mesu zadržuje znotraj miofibril, med aktinskimi in miozinskimi filamenti. Pri temperaturah med 40 °C in 60 °C poteka transverzalno krčenje, kar poveča vrzeli med vlakni, nad 60 °C pa pride do longitudinalnega krčenja, kar povzroči še izdatnejšo izgubo vode, sorazmerno z naraščanjem temperature (Baldwin, 2012).

Aktin navadno denaturira pri temperaturi okoli 75 °C, vendar pri dolgotrajni topotni obdelavi začne postopno denaturirati že pri nižjih temperaturah. Najverjetneje gre tudi tu za razgradnjo aktina s proteolitičnimi encimi, kar posledično zmanjša temperaturo denaturacije. Denaturacija aktina pri temperaturah med 63 °C in 73 °C poveča trdoto mesa (Martens in sod., 1982; Christensen in sod., 2013).

Sarkoplazemske beljakovine sestavlja okoli 50 komponent, večino predstavljajo encimi in mioglobin. Za razliko od mišičnih in vezivnih beljakovin se sarkoplazemske beljakovine s segrevanjem širijo. Agregacija in geliranje sarkoplazemskih beljakovin začne pri temperaturah okoli 40 °C in se nadaljuje do temperature 60 °C. Preden encimi popolnoma denaturirajo, pa lahko močno vplivajo na mehkobo mesa. Pomembno je tudi razmerje med mioglobinom, metmioglobinom in oksimiyoglobinom, ki vpliva na barvo pripravljenega mesa (Belitz in sod., 2004; Charley in Weaver, 1998).

Krčenje kolagena začne pri temperaturi okoli 60 °C, bolj intenzivno krčenje pa nastopi pri temperaturi nad 65 °C. Med denaturacijo trojna vijačnica kolagena razpade na posamezne kolagenske verige, ki so topne v vodi in tvorijo gel. Elastin ne denaturira s segrevanjem in hrani gumijasto teksturo tudi po topotno obdelavi, vendar ga je v mišicah veliko manj kot kolagena. Za kolagen ne obstaja določena temperatura, pri kateri denaturira, ampak gre za eksponentno večanje denaturacije s poviševanjem temperature (Baldwin, 2012). Raztapljanje kolagena ima pomembno vlogo pri mehkobi topotno obdelanega mesa (Christensen in sod., 2013).

Pri vezivnem tkivu sta pomembna tako vsebnost kolagena kot njegova topnost. Bolj aktivne mišice in mišice starejših živali vsebujejo več veziva in so bolj trde v primerjavi z manj aktivnimi mišicami oziroma mišicami mladih živali. Kolagen mladih živali je tudi bolj open, zaradi manjše stopnje medmolekularnih vezi med molekulami kolagena, kar posledično daje mehkejše meso (Baldwin, 2012).

2.3.2 Izguba mase

Izguba mase zaradi izcejanja vode in maščobe je med pomembnejšimi parametri toplotne obdelave, saj je odgovorna za sočnost in teksturo toplotno obdelanega mesa. Izguba mase je posledica denaturacije beljakovin in raztplavljanja maščobe in navadno med toplotno obdelavo narašča s temperaturo in časom (Christensen in sod., 2011b).

Več kot 90 % vode se nahaja znotraj miofibril in spremembe na teh strukturah močno vplivajo na razporeditev vode znotraj mesa (Christensen in sod., 2011b). Denaturacija beljakovin povzroči 20 do 40 % izgube mase in posledično tudi krčenje mesa, tudi do 30 %, odvisno od končne temperature (Tiwari in O'Donnell, 2012).

Izguba vode se povečuje z višanjem temperature obdelave. V mišici največ vode zadržijo miofibrilarne beljakovine, ki pri temperaturah med 40 °C in 90 °C denaturirajo, se krčijo in odpuščajo vodo (Vaudagna in sod., 2002; Tornberg, 2005). Krčenje mišičnih vlaken je lahko glede na smer vlaken transverzalno ali longitudinalno. Pri temperaturah do 60 °C se mišična vlakna krčijo transverzalno, kar povečuje prostor med vlakni, pri višjih temperaturah pa se krčijo longitudinalno, kar povzroči iztiskanje vode iz mišičnih vlaken in posledično odpuščanje vode iz mesa. Tudi daljši čas toplotne obdelave poveča izcejo, vendar ima trajanje obdelave manjši vpliv kot temperatura (Roldán in sod., 2013). Med denaturacijo beljakovine izgubijo sposobnost za vezanje vode, kar povzroči odpuščanje vode (Christensen in sod., 2011b).

Na izgubo vode močno vpliva tudi krčenje kolagena, do katerega pride pri temperaturah med 56 in 62 °C (Tornberg, 2005). Vodikove vezi med hidroksilnimi skupinami vode in hidroksiprolinom stabilizirajo strukturo kolagena. Med toplotno denaturacijo pa te vezi razpadajo in kolagen se skrči. Krčenje kolagena okoli miofibril nato povzroči stiskanje strukture in izrivanje vode (Christensen in sod., 2011b).

Vpliv denaturacije sarkoplazemskih beljakovin na strukturne spremembe in sposobnost za vezanje vode v kuhanem mesu je minimalen (Tornberg, 2005).

Pri tehniki dolgotrajnega kuhanja pri nizkih temperaturah se navadno uporablja temperature do okoli 60 °C, kar pomeni, da ne pride do longitudinalnega krčenja (Palka in Daun, 1999; Christensen in sod., 2011b). Pri daljšem času toplotne obdelave (do 20 ur) pa pride do denaturacije beljakovin že pri nižjih temperaturah od značilnih. Aktin navadno denaturira okoli 77 °C, pri dolgotrajnem kuhanju pa pride do delne denaturacije že pri precej nižjih temperaturah (53 °C), kar povzroči zmanjšanje premora vlaken in trasverzalno krčenje ter odpuščanje vode (Christensen in sod., 2011b).

Tudi krčenje kolagena je pri postopku dolgotrajnega kuhanja pri nizkih temperaturah manj obsežno. Pogoj za krčenje vezivnega tkiva je denaturacija molekul tropokolagena pri nizkih temperaturah. Razlaga za manjšo stopnjo krčenja kolagena med tovrstno topotno obdelavo je lahko, da je zaradi delovanja encimov mrežna struktura veziva delno razgrajena še preden pride do topotne denaturacije in krčenja in je zato moč veziva pri krčenju manjša. Izguba mase med kuhanjem je zato lahko celo manjša pri starejših živali, saj imajo pri teh zaradi višje temperature denaturacije kolagena encimi več časa za razgradnjo kolagena in je ob denaturaciji krčenje manjše, posledično pa tudi manjša izguba mase med topotno obdelavo v primerjavi z mesom mlajših živali (Christensen in sod., 2013).

2.3.3 Mehkoba

Mehkoba oziroma trdota mesa je med glavnimi parametri pri izbiri vrste mesa ter načina in stopnje topotne obdelave. Na trdoto mesa vplivata denaturacija miofibrilarnih beljakovin, ki poveča trdoto mesa na eni strani, in raztpljanje vezivnega tkiva, ki zmanjša trdoto mesa, na drugi strani. K trdoti pa doprinese tudi izguba vode med topotno obdelavo (Laakkonen in sod., 1970; Roldán in sod., 2013). Večinoma k trdoti največ prispeva kolagen, v nekaterih kosih pa imajo večjo vlogo miofibrilarne beljakovine (Baldwin, 2012).

Prvo povečanje trdote mesa nastopi pri temperaturah med 40 °C in 50 °C, drugi porast v trdoti mesa nastopi med 60 °C in 80 °C, med 50 °C in 60 °C pa se trdota mesa celo nekoliko zmanjša. Pri segrevanju prečiščenih komponent mesa se je izkazalo, da se moč perimizijskega vezivnega tkiva povečuje do temperature 50 °C, nato pa se zmanjša, kar nakazuje, da je za prvi porast trdote odgovorno vezivno tkivo. Drugi porast v trdoti mesa, ki nastopi pri temperaturah nad 60 °C, pa je najverjetneje posledica denaturacije miofibrilarnega tkiva. Zmanjšanje trdote mesa med 50 in 60 °C je posledica delne denaturacije in krčenja kolagenskih vlaken, predvsem perimizijskega tkiva (Lewis in Purslow, 1989; Mutungi in sod., 1996; Christensen in sod., 2000). Nekateri strokovnjaki so mnenja, da povečanje mehkobe mesa pri temperaturah med 50 °C in 60 °C ni posledica mehčanja vezivnega tkiva, ampak posledica pretvorbe sarkoplazemskih beljakovin. Pri segrevanju pride do denaturacije sarkoplazemskih beljakovin, ki pretvorijo tekočino med vlakni iz viskoelastične v elastično strukturo, nastali gel pa olajša trganje mišičnih vlaken med žvečenjem (Tornberg, 2005; Baldwin, 2012).

S postopkom dolgotrajne topotne obdelave pri nizkih temperaturah lahko izboljšamo mehkobo tudi kosom z večjo vsebnostjo vezivnega tkiva, ki je najpomembnejši parameter pri trdoti mesa (Bouton in Harris, 1981). Topotna stabilnost kolagena je odvisna od deleža termostabilnih medmolekularnih vezi znotraj kolagena, katerih koncentracija se povečuje s starostjo živali (Lepetit, 2007). Z dolgim kuhanjem pri nizkih temperaturah lahko zmehčamo tudi kose starejših živali, vendar ti potrebujemo več časa in nekoliko višje temperature v primerjavi s kosi mlajših živali. Pri mladih živalih ima glavni vpliv na mehkobo mesa temperatura priprave, medtem ko ima pri starejših živalih večji vpliv na mehkobo trajanje topotne obdelave (Bouton in Harris, 1981; Christensen in sod., 2013). Pri dolgotrajnem kuhanju pri temperaturi 60 °C nastane večja količina delno razgrajenega kolagena kot pri kuhanju pri temperaturi 80 °C za enak čas. Za nižjo temperaturo

denaturacije so najverjetnejše odgovorni proteolitični encimi, ki delno razgradijo kolagen (del Pulgar in sod., 2012).

2.3.4 Encimi

Aktivnost encimov se z višanjem temperature in podaljševanjem časa zmanjšuje, vendar je opazna aktivnost encimov prisotna tudi po 19 urni topotni obdelavi pri temperaturi 63 °C. To pomeni, da pri postopkih dolgotrajnega kuhanja pri nizkih temperaturah encimi ohranijo aktivnost in pripomorejo h mehčanju mesa z razgradnjo mišičnih beljakovin.

Katepsina B in L sta endopeptidazi, ki se v živali nahajata v lizosomih v mišicah in katalizirata hidrolizo notranjih peptidnih vezi v beljakovinah (Agarwal, 1990). Za delovanje v mesu se morajo katepsini najprej sprostiti v citosol, kar se zgodi pri zmanjšani vrednosti pH in med skladiščenjem/zorenjem/proteolizo mesa. Ker so katepsini vodotopni, se med topotno obdelavo izločijo z izcejenim mesnim sokom, v katerem so še vedno aktivni (Ertbjerg in sod., 1999). Aktivnost katepsinov se pri postopkih topotne obdelave pri nizkih temperaturah povečuje z višanjem temperature, trajanje obdelave manj vpliva na aktivnost. Na splošno lahko rečemo, da je mehkoba topotno obdelanega mesa sorazmerna encimski aktivnosti. Lizosomski encimi ohranijo aktivnost do temperaturo 63 °C, iz česar lahko sklepamo, da pomembno vplivajo na teksturo mesa, pripravljenega pri nizkih temperaturah (Christensen in sod., 2011a).

Poleg katepsinov ohranijo aktivnost tudi kolagenaze, ki so do šest ur aktivne pri temperaturah do 60 °C in razgradijo trojno vijačnico kolagena (Christensen in sod., 2011a). Razvijanje trojne vijačnice kolagena zaradi povišane temperature omogoči endopeptidazam lažji dostop do peptidnih vezi znotraj makromolekul, po drugi strani pa encimska razgradnja makromolekul na manjše peptide zniža temperaturo denaturacije vezivnega tkiva in poveča topnost (Agarwal, 1990; Christensen, in sod., 2011a). Poleg tega katepsin B razgraje tudi miofibrilarne beljakovine in s tem dodatno pripomore h mehčanju mesa (Baron in sod., 2004).

2.3.5 Barva

Barva presnega mesa je določena z mioglobinom, ki predstavlja 95 % delež barve mesa, 5 % barve mesa pa daje hemoglobin. Vsebnost hemoglobina je odvisna od stopnje izkrvavitve, medtem ko je vsebnost mioglobina odvisna od vrste živali, aktivnosti mišice, starosti živali in drugih dejavnikov. Mioglobin obstaja v treh oblikah. Nativni mioglobin ali deoksimioglobin je temno rdeče ali pururne barve in je navadno v notranjosti mišice, kjer ni kisika. Ko je meso izpostavljeno zraku, se na mioglobin reverzibilno veže kisik in nastane oksimioglobin. Temu pojavi rečemo oksigenacija, meso pa postane svetlejše, atraktivnejše barve. Tretja oblika je metmioglobin, ki nastane kot posledica oksidacije mioglobina in je sivo rjave barve (King in Whyte, 2006).

Med topotno obdelavo pride do sprememb barve, ki so posledica delovanja toplotne na mioglobin. Navadno velja, da je meso, pripravljeno do središčne temperature pod 60 °C presno pečeno in je v notranjosti mesno rdeče. Rdeča barva mesa izginja z višanjem temperature in daljšanjem časa priprave na določeni temperaturi (King in Whyte, 2006).

Čeprav so kosi pripravljeni do enake temperature po barvi zelo podobni, še vedno lahko pride do razlike v barvi med dvema kosoma, saj je barva odvisna tudi od tega, kako hitro je dosežena končna temperatura in kako dolgo se v središču kosa mesa le-ta vzdržuje. Hitreje kot je končna temperatura dosežena, bolj je meso rdeče, in dlje časa, kot je ta temperatura vzpostavljena, bolj postaja barva bleda (Charley in Weaver, 1998; Baldwin, 2012). Pri klasičnih postopkih priprave mesa, ko temperatura narašča hitro, denaturacija mioglobina in posledično izguba rdečkaste barve nastopi pri temperaturi okoli 60 °C (King in Whyte, 2006). Pri dolgotrajnem kuhanju pri konstantni temperaturi pa se rdeča barva izgublja že pri temperaturah med 50 °C in 60 °C. Spremembe v barvi mesa so večje pri mesu z večjo koncentracijo mioglobina. Tako so spremembe z višanjem temperature pri govejem mesu večje, kot spremembe v prašičjem mesu, najmanjše pa so pri piščančjem mesu (Rhee in Ziprin, 1987; Vaudagna in sod., 2002; Christensen in sod., 2012).

2.3.6 Aroma

Prepoznanih je že več kot 1000 komponent, odgovornih za aroma mesa. Vsako meso ima značilno aroma po mesu in aroma maščobe, poleg tega pa tudi značilno aroma glede na vrsto živali. Aroma pečenega ali praženega mesa se razlikuje od arome kuhanega in dušenega mesa. Vse te arome so pomembne za senzorično sprejemljivost in jedilno kakovost mesa (Mottram, 1994).

Surovo meso je nearomatično, prevladuje le okus po krvi, zato je toplotna obdelava nujna za razvoj želene arume. Med toplotno obdelavo pride do vrste reakcij, ki povzročijo pretvorbo nehlapnih komponent maščobe in mišičnine v hlapne komponente arume toplotno obdelanega mesa. Med prekurzorje arume v mesu sodijo proste aminokisline in peptidi, reducirajoči sladkorji, nukleotidi in ostale dušikove spojine. Med pomembnejšimi prekurzorji mesne arume sta cistein in riboza (Mottram, 1994).

Najpomembnejši reakciji razvoja arume sta Maillardova reakcija in razgradnja lipidov. Proizvodi teh reakcij so nato izpostavljeni nadaljnjam reakcijam. Hlapne komponente mesa lahko razdelimo v skupine, ki so odgovorne za določene arume. Proizvodi razgradnje lipidov so odgovorni za aroma po maščobi ter za določene arume, po katerih lahko ločimo meso glede na vrsto. Heterociklične spojine, proizvodi Maillardove reakcije, so odgovorne za aroma po pečenem. Žveplove spojine dajejo značilno mesno aroma, določeni furantioli ter furanovi disulfidi pa so odgovorni za značilno aroma po kuhanem mesu (Mottram, 1994).

Primarne reakcije vodotopnih komponent mesa, ki povzročijo nastanek hlapnih komponent, so piroliza aminokislín in peptidov, razgradnja ogljikovih hidratov, interakcije med sladkorji in aminokislínami oziroma peptidi ter razgradnja ribonukleotidov in tiamina (vitamin B1). Proizvodi primarnih reakcij nato lahko reagirajo med seboj in še povečajo raznolikost hlapnih komponent. Večina teh reakcij nastopi pri temperaturah nad vreljščem (Mottram, 1994).

Aroma mišičnine je odgovorna za aroma po mesu, saj ima vodotopni del zelo podobno aroma ne glede na vrsto živali. Karakteristična aroma posameznih vrst mesa izvira iz maščob ali iz interakcij maščob z drugimi komponentami mesa. Največji vpliv na aroma

glede na vrsto mesa naj bi imeli aldehydi. Odkrili so že več 100 hlapnih komponent arome mesa, ki izhajajo iz razgradnje maščob. Ena pomembnih poti nastanka komponent arome je oksidacija acilnih verig lipidov, ki je posledica povišanja temperature. Avtooksidacija nenasičenih maščobnih kislin je povezana z razvojem neželene žarke arome, ki nastane med skladiščenjem maščob. Obe vrsti oksidacije maščobnih kislin in nastanka hlapnih arom potekata po enakem postopku, vendar zaradi manjših razlik v reakcijah pride do različnih produktov. Poleg tega maščoba deluje kot topilo in nosilec za arome, ki lahko izvirajo iz mesa ali iz okolja. Fosfolipidi, ki so sestavni del vseh celičnih membran, tudi pomembno vplivajo na razvoj mesne arome (Mottram, 1994).

Ena najpomembnejših reakcij pri oblikovanju arome je Maillardova reakcija med sladkorji in aminokislinsami. Reakcija za potek ne potrebuje visokih temperatur, jo pa povišane temperature močno pospešijo. Čeprav reakcija poteka v vodni raztopini, ta poteka lažje pri suhih postopkih topotne obdelave, kot so pečenje, praženje in cvrenje (Mottram, 1994).

Dolgotrajna topotna obdelava pri nizkih temperaturah nima večjega vpliva na okus mesa. Na oblikovanje okusa po kuhanem mesu pri govedini in praščjem mesu bolj vpliva temperatura topotne obdelave kot pa čas. Meso obdelano pri nizkih temperaturah je blažjega okusa, brez intenzivnih arom, saj je aroma mesa večinoma posledica hlapnih komponent, ki se tvorijo pri višjih temperaturah. Poleg tega je bolj izrazit okus po mesu najverjetneje posledica odsotnosti drugih okusov, ki se navadno pojavi pri klasični topotni obdelavi. V praščjem in piščančjem mesu se lahko pojavi kovinski priokus, ki je bolj izrazit pri mesu, obdelanem na nižjih temperaturah (Bowers in sod., 1987; Mottram, 1998; Christensen in sod., 2012).

2.3.7 Oksidacija

Oksidacija lipidov je kompleksen proces, pri katerem iz večkrat nenasičenih maščobnih kislin nastajajo hidroperoksidi in ostali primarni produkti oksidacije. Primarni avtooksidaciji sledijo sekundarne reakcije, ki povzročijo nastanek različnih komponent, med katerimi so tudi hlapne snovi, ki povzročajo spremembe barve, vonja in okusa (Shahidi in Zhong, 2010). Poleg negativnega vpliva na senzorične lastnosti živila je glavni problem oksidacije lipidov tvorba toksičnih spojin, ki imajo negativen učinek na zdravje ljudi, predvsem pri koronarnih srčnih boleznih, aterosklerozi, raku in procesih staranja (Skvarča, 2000).

Najpomembnejši substrati lipolize in oksidacije lipidov so fosfolipidi, katerih vsebnost in sestava sta odvisni od metabolnega tipa mišice. Oksidativne mišice se oksidirajo hitreje kot glikolitične zaradi večje vsebnosti lipidov, fosfolipidov, prostih maščobnih kislin in hemovega železa (Sarraga in Garcia-Regueiro, 1999).

Obseg oksidacije v mesu je odvisen od več dejavnikov. Maščobnokislinska sestava mesa je med najpomembnejšimi dejavniki oksidacije. V maščobi mesa prezvekovalcev prevladujejo nasičene in enkrat nenasičene maščobne kisline (Hotchkiss in Parker, 1990), pri praščih in perutnini pa je maščobnokislinska sestava odvisna od prehrane živali (Skvarča, 2000).

Oksidacija maščob je odvisna tudi od prisotnosti antioksidantov v mišici. Antioksidanti upočasnijo potek oksidacije maščob in ščitijo celične sisteme pred vplivom prostih radikalov. Pomembna antioksidanta v mesu sta α -tokoferol (vitamin E) in β -karoten (vitamin A) (Rose in Bode, 1993). Sveže meso je dokaj stabilno proti oksidaciji, vendar zamrzovanje in tajanje lahko poškoduje celično strukturo in poveča oksidativni stres. Membrane lipidov v mesu so občutljive za oksidacijo zaradi relativno velike vsebnosti železa. Železo v hemoglobinu, mioglobinu in citokromu deluje kot katalizator in pospešuje razgradnjo lipidnih peroksidov v proste radikale. Oksidacija lipidov poteka tudi med skladiščenjem in zmrzovanjem mesa. Med skladiščenjem mesa lahko vplivamo na oksidacijo lipidov s temperaturo, pakiranjem in ostalimi zunanjimi pogoji, pri zmrzovanju pa je močno odvisna od temperature hranjenja zmrznenega mesa (Skvarča, 2000).

Toplotno obdelano meso je bolj podvrženo oksidaciji kot sveže meso. Toplotna obdelava namreč lahko denaturira antioksidativne encime in pospeši sproščanje katalitično aktivnega železa ali spremeni mesne pigmente v prooksidativne oblike. Na oksidacijo pa vplivajo trudi drugi postopki obdelave mesa ter dodatki (Morrissey in sod., 1998; Skibsted in sod., 1998). Termooksidacija, ki poteka med topotno obdelavo, je le nadaljevanje začetne faze oksidacije lipidov. Segrevanje pospešuje oksidacijo večkrat nenasíčenih maščobnih kislin, kar poveča število prostih radikalov, ki nato napadajo in oksidirajo tudi druge maščobne kisline, ki so manj nagnjene k oksidaciji in tako pospešuje tvorbo aldehidov (Elmore in sod., 1999). Oksidacija maščob med topotno obdelavo je odvisna od načina topotne obdelave, prisotnosti kisika, naraščanja temperature, sestave maščob in prisotnosti drugih spojin, s katerimi reagirajo prosti radikali. Merilo oksidacije lipidov po topotni obdelavi je količina malonaldehyda v mesu. Pri kuhanju nastajajo majhne koncentracije malonaldehyda, pri pečenju in cvrenju pa večje (Skvarča, 2000).

Spontano neencimsko oksidacijo maščob, izpostavljenim kisiku v zraku, imenujemo avtooksidacija, njen potek pa razdelimo na tri stopnje: začetna, razvojna in končna faza. V začetni fazi se zaradi svetlobe, topote in katalizatorjev nekaj molekul aktivira in cepi v nestabilne radikale. Radikal nato tvori peroksidni radikal, ki reagira z novo molekulo maščobe in pri tem nastane hidroperoksid in nov radikal, ki nadaljuje verižno reakcijo. Sledi razvojna faza, kjer relativno neobstojni hidroperoksi začnejo razpadati na proste radikale, ki se nato povezujejo med seboj in z drugimi spojinami. Pri tem nastajajo bolj stabilni sekundarni produkti oksidacije (aldehidi, ketoni, karbonili, alkoholi, kisline...), ki povzročajo žarko aroma. Z oksidacijo poteka tudi polimerizacija prostih radikalov avtooksidacije, ki tvorijo kemijsko nevtralne in stabilne spojine z veliko molekulsko maso. Rezultat polimerizacije je naravna prekinitev avtooksidacije (Skvarča, 2000).

Hidroperoksi so primarni produkti oksidacije in nimajo vonja, z nadaljnjo razgradnjo pa se pretvorijo v številne hlapne in nehlapne produkte sekundarne oksidacije. Na pojav žarke arome imajo največji vpliv aldehidi, ki jih zaznamo že v majhnih koncentracijah, velik vpliv na žarko aroma pa imajo tudi nekateri drugi karbonili. Med skladiščenjem topotno obdelanega mesa se komponente želene arome po kuhanem mesu ne razgrajujejo ampak pride do prekrivanja teh arom z neželenimi, žarkimi aromami (Žlender, 2000).

2.3.8 WOF

Aroma po postanem – WOF (warmed over flavor) je napaka v aromi, ki se navadno pojavi v mesu, ki je bilo po topotno obdelavi ohlajeno in nato pogreto pred uživanjem. Ta pojav je najpogosteji v gotovih jedeh v menzah in bolnišnicah, kjer se meso zadržuje na konstantni temperaturi za daljša časovna obdobja (Kanner, 1994; Byrne in sod., 2002; Lepper-Blilie in sod., 2014).

WOF se razvije kot posledica oksidacije večkrat nenasičenih maščobnih kislin v fosfolipidih (Byrne in sod., 2002). Oksidacijo lahko sproži oziroma pospeši več dejavnikov, vključno s temperaturo, izpostavljenostjo kisiku ali svetlobi, prisotnost katalizatorjev, komponente hematina in lipoksiigenaze (Antony in sod., 2002). Trajanje in temperatura topotne obdelave vplivata na oksidacijo lipidov v mesu in razvoj WOF arome (Lepper-Blilie in sod., 2014). Glavni razlog za oksidacijo je segrevanje, ki uniči celično strukturo, hkrati pa inaktivira encime in omogoči sproščanje kisika iz oksimioglobina (Kanner, 1994; Rojas in Brewer, 2007).

WOF je pogosto prisoten v počasi kuhanji govedini, zaradi dolgotrajne izpostavljenosti povišani temperaturi (Kingston in sod., 1998). Govedina vsebuje več železa kot prašičje meso, in zato pride med segrevanjem do povečane oksidacije lipidov, saj hemsko železo pospešuje oksidacijo (Rhee in sod., 1996).

Kuhanje in skladiščenje v vakuumski vrečki zmanjša prisotnost WOF. Pri postopku počasnega kuhanja pri nizkih temperaturah je WOF lahko nekoliko večji problem, saj je meso pripravljeno s to metodo zelo blagega okusa in se neželene aroma zazna hitreje v primerjavi z drugimi, bolj aromatičnimi načini priprave mesa, ki lahko prekrijejo WOF aromo (Lepper-Blilie in sod., 2014).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 MATERIAL

Za nalogo smo uporabili dolge hrbtne mišice (*m. longissimus dorsi*) šestih prašičev in šestih mladih bikcev slovenske reje, zaklane v mesnici KZ Metlika z.o.o.. Meso je bilo kupljenko v lokalni mesnici in pred obdelavo ni bilo zorjeno.

Dolge hrbtne mišice bikcev smo razdelili v dve skupini glede na trajanje toplotne obdelave, (3 h in 20 h). Te smo nato razrezali na 7 delov, težkih okoli 500 g in jih naključno razdelili v skupine glede na temperaturo (53 °C in 58 °C) in način toplotne obdelave (*sous-vide*, BIO in pečenje). V vsaki eksperimentalni skupini je bilo torej 6 paralelk (šest živali). Iz hrbtne mišice vsake živali smo en kos shranili za analize na presnem mesu. Vzorce smo nato ustrezno označili, stehtali, vakuumsko zapakirali in shranili do toplotne obdelave. Vzorce za analize presnega mesa smo zamrznili do analiz. Enak postopek smo uporabili pri prašičjem mesu.

Preglednica 1: Opis vzorcev in načrt poskusa

vrsta mesa	lokacija	T _s	t	način TO	skupina	okrajšava	pred TO	po TO	analize po zmrzovanju	
<i>m. longissimus dorsi</i> (n=24, levi in desni)	levi, n=6	53 °C	3 h	BIO	9	G_B_53_3		senzorične lastnosti barvne vrednosti L*, a*, b*	strižna sila (TA) PŠ TBK NIR	
				P	7	G_P_53_3				
				SV	14	G_SV_53_3				
			20 h	BIO	5	G_B_53_20				
				P	1	G_P_53_20				
				SV	11	G_SV_53_20				
	goveji, n=12		presno		13		NIR, pH			
	58 °C	3 h	BIO	2	G_B_58_3		senzorične lastnosti barvne vrednosti L*, a*, b*	strižna sila (TA) PŠ TBK NIR		
			P	8	G_P_58_3					
			SV	10	G_SV_58_3					
		20 h	BIO	12	G_B_58_20					
			P	6	G_P_58_20					
			SV	4	G_SV_58_20					
	prašičji, n=12	desni, n=6	presno		3		NIR, pH			
			53 °C	3 h	BIO	9	P_B_53_3		senzorične lastnosti barvne vrednosti L*, a*, b*	strižna sila (TA) PŠ TBK NIR
				P	7	P_P_53_3				
				SV	14	P_SV_53_3				
				BIO	5	P_B_53_20				
				P	1	P_P_53_20				
		58 °C		SV	11	P_SV_53_20				
		3 h	presno	13		NIR, pH				
			BIO	2	P_B_58_3		senzorične lastnosti barvne vrednosti L*, a*, b*	strižna sila (TA) PŠ TBK NIR		
			P	8	P_P_58_3					
			SV	10	P_SV_58_3					
		20 h	BIO	12	P_B_58_20					
			P	6	P_P_58_20					
			SV	4	P_SV_58_20					
		presno		3		NIR, pH				

Legenda: t predstavlja čas toplotne obdelave (3 h in 20 h), Ts temperaturo komore (53 °C in 58 °C), način TO pomeni način toplotne obdelave (*sous-vide* - SV, v pari – BIO in pečenje v suhi toploti – P). Vzorci so po skupinah označeni po sistemu: vrsta mesa_postopek_temperatura_čas (npr. G_B_53_3).

Kot je bilo že omenjeno, smo z naključnim izborom kosov za določen postopek topotne obdelave poskušali izločiti vpliv lokacije vzorca v mišici (skupina: 1-14). Goveje meso smo do topotne obdelave hranili v hladilniku (4°C), prašičje meso pa je bilo zamrznjeno in kasneje odtajano dan pred topotno obdelavo (24 ur pri temperaturi hladilnika, 4°C). Pred topotno obdelavo smo vzorce za postopek BIO in pečenje vzeli iz vakuumskih vrečk, vzorce za *sous-vide* postopek pa smo topotno obdelali v istih vrečkah.

3.1.1 Topotna obdelava

Vzorce govejega in prašičjega mesa smo topotno obdelali na tri načine (SV, BIO, P), na dveh temperaturah ($T_s = 53^{\circ}\text{C}$ in 58°C) za dve trajanji topotne obdelave ($t = 3\text{ h}$ in 20 h). Vsako kombinacijo parametrov smo opravili v šestih ponovitvah.

Vzorce smo topotno obdelali v kuhalni komori Fessmann. S suhim zrakom pri temperaturi komore 53°C oz. 58°C smo hkrati topotno obdelali pečene vzorce govejega in prašičjega mesa z enakim časom in temperaturo topotne obdelave. Z vlažnim zrakom in pri temperaturi komore 53°C oz. 58°C pa smo hkrati topotno obdelali vzorce BIO in *sous-vide* enakih vrst mesa z enakimi parametri. Središčno temperaturo smo spremljali z vbodnim termometrom celoten čas topotne obdelave. Najprej smo topotno obdelali 3 urne vzorce in jih po topotno obdelavi senzorično ocenili, nato pa smo v komoro postavili vzorce za 20 urno topotno obdelavo, ki smo jih ocenili naslednje jutro.

Vzorci so bili topotno obdelani na predpisani temperaturi komore, zato je bila končna središčna temperatura navadno pod temperaturo komore. Odstopanje središčne temperature smo zasledili predvsem pri suhih postopkih, kjer je prenos topote počasnejši. Največje odstopanje središčne temperature od temperature TO smo opazili pri vzorci pečenih z režimom 58_3, ki v predvidenem času niso dosegli želene središčne temperature, zato je topotna obdelava teh vzorcev potekala 9,5 ur, kolikor je bilo potrebno za doseganje središčne temperature okoli 58°C .

Tako po topotni obdelavi smo vzorce stehiali in senzorično ocenili ter izmerili barvo, nato so bili vzorci zavakumirani in zamrznjeni do nadaljnji analiz.

3.2 INSTRUMENTALNE METODE

3.2.1 Merjenje osnovne kemijske sestave

Za določitev vsebnosti vode, beljakovin, maščob in kolagena v presnem in topotno obdelanem mesu smo uporabili hitro metodo določanja, ki temelji na uporabi bližnje infrardeče svetlobe (NIR), kar je še posebej uporabno pri analizi heterogenih vzorcev.

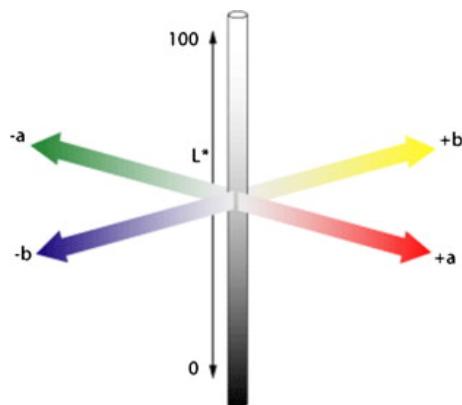
Homogenizirane vzorce smo prenesli v posebne, namenske okrogle pladnje (FOSS, 60000304), jih razmazali in zgladili površino vzorca. Osnovno kemijsko sestavo smo nato izmerili z aparatom Food ScanTM Meat Analyser (FOSS, Danska), ki je posebej namenjen za analizo mesa in mesnih izdelkov. Po meritvah smo vzorce ponovno shranili – ustrezno označili, vakuumsko zapakirali in shranili pri -18°C (Kakovič, 2013).

3.2.2 Merjenje vrednosti pH

Vzorce presnega mesa smo odtajali, ko so v središču dosegli temperaturo od 4 do 6 °C smo izmerili vrednost pH. Direktno merjenje vrednosti pH smo izvedli z vodno kombinirano stekleno gelsko elektrodo tipa 03 (Testo pH elektroda) opremljeno s temperaturnim tipalom (Testo, 0613 2211) priključeno na pH meter (Testo 230, Testo, Italija). Natančnost merjenja je bila $\pm 0,01$ enote. pH meter je bil umerjen na pH 4,00 in pH 7,00.

3.2.3 Instrumentalno merjenje barve

Barvo mesa smo določali instrumentalno s kromometrom Minolta CR-200 v CIE L^* a^* b^* sistemu, ki poda barvo v treh koordinatah L^* , a^* , b^* . L^* predstavlja svetlost in zajema vrednosti od 0 do 100, večja kot je vrednost, svetlejše je živilo. Parameter a^* označuje v pozitivnem območju intenzivnost rdeče barve, v negativnem pa zelene, medtem ko, b^* označuje v pozitivnem območju intenzivnost rumene barve, v negativnem pa modre. Minolta kromometer razdeli barvo vzorca na tri dele in jo prikaže kot točko v tridimenzionalnem prostoru (Lazaridou in sod., 2004; slika 1). Po topotni obdelavi smo izmerili barvo na površini mesa (POVL * , POVa * , POVb *) ter na svežem prerezu (SRL * , SRa * , SRb *) in oksigeniranem prerezu po 30 minutah (ORL * , ORa * , ORVb *), vsako v treh paralelkah.



Slika 1: CIE L^* a^* b^* barvni koordinatni sistem (Ozguven in Ozcelik, 2013)

3.2.4 Instrumentalno merjenje tekture

Strižno silo mišic smo merili z univerzalnim instrumentom za mehanično testiranje TAXT plus tekture analyser (Stable Micro Systems, Velika Britanija). Iz vzorcev, temperiranih na sobno temperaturo, smo izrezali 3 kvadre velikosti $1 \times 1 \times 6$ cm tako, da so mišična vlakna potekala vzporedno na višino kvadra. Strižno silo smo izmerili 2-krat na vsakem kvadru, pravokotno na mišična vlakna. Uporabili smo Warner-Brazler "V" glijotino debeline 3 mm, ki vsebuje trikotno odprtino s kotom 60°. Silo, ki je bila potrebna za strig valja, smo izrazili v N (Newton) (Lebarič, 2011).

3.3 KEMIJSKE METODE

3.3.1 Število tiobarbiturne kislina (število TBK)

Test s tiobarbiturno kislino uporabljamo za ugotavljanje oksidativnega kvara – žarkosti – maščob in živil, ki vsebujejo maščobe. Osnova temu testu je oblikovanje rdečega barvila, ki nastane iz tiobarbiturne kisline in malondialdehyda pri segrevanju. Malondialdehyd je produkt oksidacije večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Barvilo kaže značilni absorbcijski maksimum pri valovni dolžini 532 nm. Število TBK je definirano s številom mg malondialdehyda v 1000 g maščobe.

Postopek določanja števila TBK (Gašperlin in sod., 2011)

V suho Hachovo epruvetko smo zatehtali 0,100 g vzorca, dodali 1 ml 35 % raztopine triklorocetne kislina (Merck, 1.00807) ter 2 ml reagenta tiobarbiturne kisline (Sigma-Aldrich, T-550). Epruvete smo zamašili s pokrovčkom in 5 minut dobro stressali. Nato smo dodali še 1 ml 0,9 % BHT (Sigma-Aldrich, 81K0200) v heksanu (Fluka, 34484), premešali ter postavili zaprte epruvete v termo blok (100 °C) za 30 minut. Po ohladitvi smo dodali 1 ml led ocetne kislina (Merck, 1.00063) in 2 ml kloroform (Sigma-Aldrich, 32211), premešali in centrifugirali pri 3100 vrtljajih/minuto 10 minut. S pipeto smo prenesli zgornjo (vodno) plast v kiveto spektrofotometra in izmerili absorbanco pri valovni dolžini 532 nm. Vzporedno z vzorcem smo pripravili še slepi vzorec (namesto vzorca smo zatehtali 0,1 g vode).

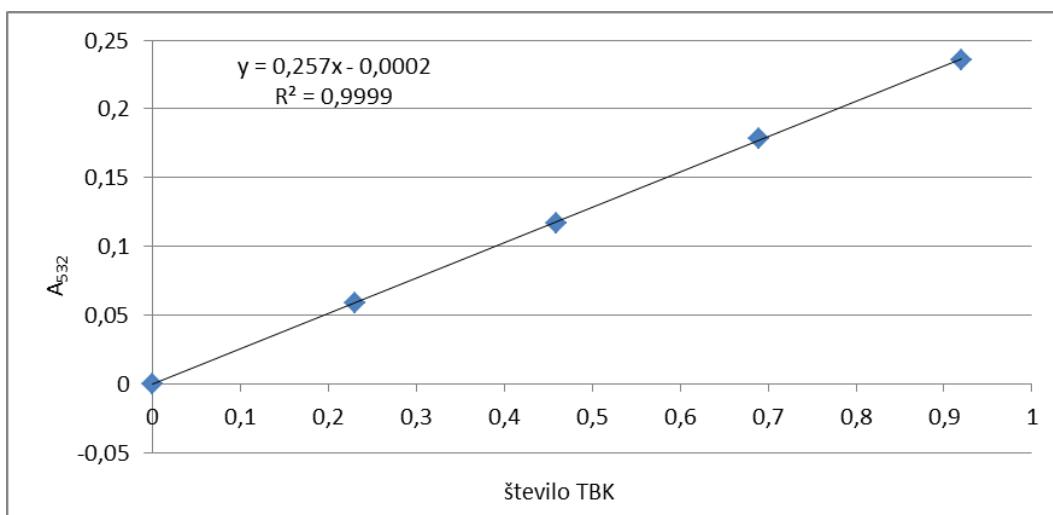
Za pripravo 0,36 % raztopine TBK smo v merilno bučko zatehtali 0,36 g 2-tiobarbiturne kislina in zatehtali do 100 g z 0,1 M vodno raztopino Na₂SO₄. Za pripravo 35 % raztopine triklorocetne kisline smo v erlenmajerico zatehtali 17,5 g triklorocetne kislina in 32,5 g destilirane H₂O. Za pripravo 0,9 % BHT v n-heksanu smo v merilno bučko zatehtali 0,045 g BHT in 49,955 g n-heksana.

Priprava umeritvene krivulje

Pripravili smo standardno raztopino 1,1,3,3 tetraetoksipropana (7,0 mg/100 ml heksana). V 100 ml merilno bučko smo zatehtali 7 mg 1,1,3,3 tetraetoksipropana in dopolnili do 100 ml s heksanom. Nato smo 10 ml te standardne raztopine odpipetirali v 100 ml bučko ter zopet do oznake dopolnili s heksanom. V suhe Hachove epruvete smo odpipetirali naslednje volumne 10-krat razredčene standardne raztopine (preglednica 2):

Preglednica 2: Volumni standardne raztopine in število TBK za umeritveno krivuljo

epruveta	1 – slepi vzorec	2	3	4	5
ml standardne raztopine	0	0,1	0,2	0,3	0,4
št.TBK	0	0,23	0,46	0,69	0,92
A ₅₃₂	0	0,059	0,117	0,178	0,236

**Slika 2: Umeritvena krivulja za določanje števila TBK**

3.3.2 Peroksidno število

S peroksidnim številom oz. peroksidno vrednostjo (mmol O₂/kg maščobe) merimo koncentracijo primarnih produktov hidroperoksidov, ki se tvorijo v procesu oksidacije maščob (Chopra in sod., 2010).

Klasična jodometrična metoda (2I⁻ → I₂ + 2e⁻) temelji na redukciji hidroperoksidov (ROOH) z jodidom (I⁻). Količina sproščenega joda (I₂) je proporcionalna koncentraciji prisotnega peroksidu in jo določimo titrimetrično s standardno raztopino natrijevega tiosulfata (Na₂S₂O₃), ob dodatku indikatorja škrobovice (Shahidi in Wanasundara, 2008).

Peroxsidno število v našem primeru je število ml 0,001 M Na₂S₂O₃, ki je potrebno za vezanje tiste količine joda, ki ga iz KJ sprosti 1 g vzorca.

Postopek (Gašperlin in sod., 2011)

V erlenmajerico 100 ml zatehtamo približno 1 g vzorca ($\pm 0,005$ g). Dodamo 10 ml zmesi ledene ocetne kisline in kloroform, premešamo in takoj, ko je mast enakomerno stopljena, z bireto dodamo 0,2 ml raztopine kalijevega jodida. Nato točno eno minuto stresamo, razredčimo z 20 ml vode, dodamo 0,5 ml raztopine škroba in takoj titriramo z 0,01 M raztopino natrijevega tiosulfata do razbarvanja. Na analogen način opravimo tudi slepi poskus z reagenti, samo brez vzorca (Gašperlin in sod., 2011).

Račun:

$$\text{peroksidno število} = \frac{(V - V_{sl}) \times 5}{m} \times f \quad \dots(1)$$

V poraba 0,01 M Na₂S₂O₃ v glavnem poskusu (mL)

V_{sl} poraba 0,01 M Na₂S₂O₃ v slepem poskus (mL)

m masa vzorca (g)

$$f = \frac{c_{dejanska}}{c_{nazivna}} \quad \dots(2)$$

Priprava 0,01 M Na₂S₂O₃:

25 g Na₂S₂O₃ × 5H₂O raztopimo v 1 l H₂O. Tako dobimo približno koncentracijo 0,1 M. Vzamemo 100 ml 0,1 M in razredčimo do 1 l, da dobimo 0,01 M Na₂S₂O₃.

Točno koncentracijo 0,01 M Na₂S₂O₃ smo določali vsak dan pred analizami. V erlenmajerico smo odmerili četrte žličke (cca. 0,4 g) KJ, 2 ml H₂O, 1 ml zmesi iz enega dela H₂SO₄ in 4 delov H₂O in 2 ml KMnO₄. Erlenmajerico smo postavili v temo za 5 do 10 minut nato pa dodali 0,5 ml škroba in titrirali z 0,01 M Na₂S₂O₃. Ko tako pridobljeno dejansko koncentracijo Na₂S₂O₃ delimo z nazivno koncentracijo (0,01 M) dobimo faktor *f* za izračun peroksidnega števila.

Račun:

$$c_{KMnO_4} = \frac{V_{KMnO_4} \times N}{V_{Na_2S_2O_3}} \quad \dots(3)$$

c = točna koncentracija 0,01 M Na₂S₂O₃

V_{KMnO₄} = volumen KMnO₄ (mL)

N = normaliteta KMnO₄

V_{Na₂S₂O₃} = poraba Na₂S₂O₃ (mL)

3.4 SENZORIČNA ANALIZA

Z namenom opredelitev senzoričnih lastnosti mesa, pripravljenega z dolgotrajno topotno obdelavo pri nizkih temperaturah, smo sestavili senzorični panel treh preizkuševalcev, ekspertov s področja mesnih izdelkov. Panel so ves čas sestavljeni isti preizkuševalci. Na podlagi predhodnih testiranj smo določili pomembne senzorične lastnosti in deskriptorje pečenk in ustrezno metodo kvantitativne deskriptivne analize (Golob in sod., 2005). Ocenjevalna komisija je vzorce ocenjevala v za to namenjenem prostoru ob naravnih svetlobi. Ocenjevalci so najprej ocenili barvo površine celega kosa mesa, nato smo odrezali 1 cm debelo rezino in jo ponudili preizkuševalcem v oceno na belih krožnikih. Kose mesa in krožnike z rezinami vzorcev smo opremili s številko in na ta način zagotovili anonimnost vzorcev. Za nevtralizacijo okusa je imela komisija na razpolago sredico belega kruha in vodo.

Panel je pri ocenjevanju uporabil test točkovanja lastnosti iz skupine deskriptivnih analiz s strukturirano točkovno lestvico z vrednostmi od 0 do 4 (Golob in sod., 2005). Pri takem načinu ocenjevanja nam vsaka vrednost poda stopnjo izraženosti določene senzorične lastnosti. Tako 0 pomeni, da lastnost ni izražena, 1 opredeljuje rahlo izraženo lastnost, 2 srednje (močno) izraženo, 3 močno izraženo in 4 zelo močno izraženo lastnost vzorca. Panel je lahko uporabljal tudi polovične vrednosti (torej 0,5, 1,5, 2,5 in 3,5).

Skupina treh preizkuševalcev je določala naslednje senzorične lastnosti:

- prisnost sive na površini,
- prisotnost rjave na površini,
- prisotnost rdeče na površini,
- prisotnost rožnate na prerezu,

- prisotnost sive na prerezu,
- obseg oksigenacije na prerezu,
- vlažnost prereza,
- sočnost,
- mehkoba,
- mesna aroma,
- aroma po kuhanem,
- aroma po pečenem,
- aroma po postanem,
- kisla aroma,
- grenak priokus.

Prisotnost raznih barvnih odtenkov na površini in prerezu vzorca se ocenjuje vizualno. Obseg oksigenacije na prerezu se prav tako ocenjuje vizualno, po 30 minutah izpostavljanja rezine zraku (pokrito s za kisik prepustno folijo, temperatura hladilnika 4 °C). Vzorec lahko izgubi vrednost zaradi neizražene svetlordeče – oksigenirane barve. Tudi vlažnost se ocenjuje vizualno, vlažna in sijoča površina je vrednotena z najvišjimi vrednostmi, suha, nevlažna površina pa za najmanjšimi.

Mehkoba se ocenjuje med grizenjem izdelka v ustih. Vzorec je lahko optimalno mehak, brez trdih delcev veziva, lahko pa izgubi vrednost zaradi prečvrste, grobe tekture. Sočnost se ocenjuje med grizenjem, zaznava se večje ali manjše količino izločenega soka. Tudi hitrost odpuščanja je pomembna pri tej oceni.

Aromo vzorca oz. komponente aromе, kot so mesna aroma, aroma po kuhanem, pečenem, postanem in kislem, se vrednoti z okušanjem izdelka in retronazalnim vonjanjem. Redkeje se v aromi pojavljajo napake, ena od njih je grenkoba, grenak priokus.

3.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Rezultate, pridobljene iz analiz, smo pripravili in uredili s programom Microsoft Excel 2007. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1999). Analiza podatkov je bila izvedena s programsко opremo Statistical Analysis System (SAS) software, version 8.1 (SAS Institute, Cary, NC, ZDA). Eksperiment za vrednotenje fizikalno-kemijskih (izguba mase med topotno obdelavo, barvne vrednosti L*, a* in b*, peroksidno število, število TBK) in senzoričnih lastnosti pečenk je bil zastavljen kot faktorski poskus $2 \times 3 \times 4$ (2 vrste mesa (goveje in prašičje), 3 načini topotne obdelave (t.j. *sous-vide*, pečenje in postopek BIO) in 4 eksperimentalne skupine z ozirom na temperaturo in trajanje obdelave pri nizkih temperaturah prenosnika topote (53 °C/20 h, 53 °C/3 h, 58 °C/20 h in 58 °C/3 h). Interakcija načini topotne obdelave \times eksperimentalna skupina je bila statistično značilna ($p < 0,05$) in je bila vključena v statistični model.

Pričakovane povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane s testom LSM (least square means) in primerjane pri 5 % tveganju. Pearsonovi korelacijski koeficienti (r) med izmerjenimi parametri so bili izračunani s postopkom CORR (SAS Software, 1999). Povezave med parametri so bile analizirane z multivariatno metodo LDA (*Linear Descriptive Analysis*) (SPSS).

4 REZULTATI

4.1 SESTAVA MESA PRED IN PO TOPOTNI OBDELAVI

Vsebnost vode, beljakovin, maščob in kolagena v presnem in topotno obdelanem mesu smo določili z instrumentalno metodo, ki temelji na uporabi bližnje infrardeče svetlobe (NIR). Iz preglednice 3 vidimo, da se presno goveje in prašičje meso razlikujeta v vsebnosti vode ($p \leq 0,001$), maščob ($p \leq 0,01$) in kolagena ($p \leq 0,05$) z največjo standardno napako povprečja pri maščobah (1,24). Goveje in prašičje meso se po vsebnosti beljakovin in vrednosti pH ne razlikujeta. Tako je goveje meso v 100 g vsebovalo 74,08 g vode, 23,58 g beljakovin, 4,10 g maščobe in 0,61 g kolagena. Prašičje meso pa je v 100 g je vsebovalo 71,50 g vode, 23,34 g beljakovin, 5,99 g maščobe in 0,80 g kolagena. Vrednost pH je bila pri prašičjem mesu le za stotinko večja kot pri govejem mesu (5,56 vs. 5,55).

Preglednica 3: Razlike v kemijski sestavi in vrednosti pH presnega govejega in prašičjega mesa

Parameter/Meso	Goveje	Prašičje	p_M (SEM)
voda (g/100 g)	74,08 ^a	71,50 ^b	*** (0,97)
beljakovine (g/100 g)	23,58	23,34	nz (0,53)
maščobe (g/100 g)	4,10 ^b	5,99 ^a	** (1,24)
kolagen (g/100 g)	0,61 ^b	0,80 ^a	* (0,17)
pH	5,55	5,56	nz (0,06)

značilnost vpliva: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv, ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv, * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv, nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; p_M – statistična verjetnost vpliva vrste mesa; SEM, standardna napaka povprečja; vrednosti z različno nadpisano črko znotraj vrstice (^{a,b}) se statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$; značilnost razlik med vrstami mesa).

Po topotni obdelavi je opazen statistično značilen vpliv vrste in režima topotne obdelave na vsebnost vode in beljakovin, na vsebnost maščob in kolagena pa le izjemoma (preglednica 4). Rezultati vsebnosti maščobe znotraj skupin in med postopki močno variirajo ne glede na vrsto mesa (SEM do 3,23 %). Po topotni obdelavi (ne glede na način) se v vzorcih vsebnost vode zmanjša, vsebnost beljakovin pa poveča (preglednici 3 in 4). Zanimivo je, da se vsebnosti maščob in kolagena pri govejem mesu povečata, pri prašičjem pa zmanjšata. Največja vsebnost vode je v vzorcih obdelanih pri režimu 53_3, najmanjša pa pri režimu 58_20, ravno obratno je z vsebnostjo beljakovin. Najmanjša vsebnost kolagena je v povprečju pri vzorcih 53_20. Vsebnost maščobe v prašičjem mesu je večja pri vzorcih 20 urnih režimov in manjša pri 3 urnih režimih od vsebnosti v presnih vzorcih, vendar razlike niso vedno statistično značilne. Podatki o vplivu vrste mesa na kemijsko sestavo v odvisnosti od načina, časa in temperature topotne obdelave so podani v prilogi A.

Preglednica 4: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na kemijsko sestavo (g/100 g) govejega in prašičjega mesa

Meso	Parameter (mg/100 g)	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p _{T-t} (SEM)
goveje	voda	BIO	68,15 ^{Aa}	68,56 ^a	66,11 ^{Ab}	67,29 ^{Aba}	* (1,48)
	P	62,19 ^{Bc}	69,59 ^a	59,92 ^{Bd}	64,67 ^{Bb}	*** (1,42)	
	SV	68,50 ^A	68,59	66,66 ^A	67,91 ^A	nz (1,24)	
	p_P (SEM)	*** (1,16)	nz (1,09)	*** (1,64)	** (1,54)		
beljakovine	BIO	29,52 ^{Bb}	27,79 ^{Ac}	31,61 ^{Ba}	28,84 ^{Bcb}	*** (1,24)	
	P	35,01 ^{Aa}	26,20 ^{Bc}	36,23 ^{Aa}	30,95 ^{Ab}	*** (1,34)	
	SV	29,04 ^{Bb}	27,05 ^{BAc}	31,16 ^{Ba}	29,08 ^{Bb}	*** (1,01)	
	p_P (SEM)	*** (1,36)	* (0,91)	*** (1,24)	* (1,31)		
maščobe	BIO	4,44	4,37	4,74	4,57	nz (2,29)	
	P	4,36	3,98	5,31	4,90	nz (1,95)	
	SV	3,99	5,45	4,86	4,27	nz (2,20)	
	p_P (SEM)	nz (1,54)	nz (1,95)	nz (2,43)	nz (2,46)		
kolagen	BIO	0,76	0,87 ^B	1,08	0,87	nz (0,34)	
	P	0,78	1,23 ^{BA}	1,24	1,24	nz (0,52)	
	SV	0,81 ^b	1,44 ^{Aa}	0,71 ^b	0,97 ^b	* (0,35)	
	p_P (SEM)	nz (0,29)	* (0,30)	nz (0,59)	nz (0,41)		
prašičje	voda	BIO	64,85 ^b	67,33 ^{Ba}	63,70 ^{Ab}	66,62 ^{Aa}	*** (1,01)
	P	63,72 ^b	68,24 ^{Aa}	60,59 ^{Bc}	64,51 ^{Bb}	*** (1,87)	
	SV	66,22 ^b	68,21 ^{Aa}	64,29 ^{Ac}	67,33 ^{Aba}	** (1,47)	
	p_P (SEM)	nz (1,86)	** (0,49)	* (1,92)	** (1,22)		
beljakovine	BIO	31,15 ^{Bb}	29,80 ^c	33,06 ^a	31,34 ^{Bb}	*** (1,04)	
	P	33,21 ^{Aa}	29,35 ^b	33,71 ^a	33,06 ^{Aa}	* (2,71)	
	SV	30,64 ^{Bb}	30,08 ^b	32,86 ^a	30,60 ^{Bb}	** (1,09)	
	p_P (SEM)	** (1,08)	nz (0,75)	nz (3,26)	*** (0,71)		
maščobe	BIO	7,13 ^a	5,06 ^{ba}	6,87 ^{ba}	4,81 ^b	* (1,64)	
	P	6,11	3,99	7,53	5,55	nz (2,64)	
	SV	5,97	4,03	6,53	4,70	nz (2,23)	
	p_P (SEM)	nz (2,51)	nz (0,98)	nz (3,23)	nz (1,36)		
kolagen	BIO	0,55 ^{BA}	0,60	0,80	0,57	nz (0,19)	
	P	0,72 ^{Aba}	0,79 ^{ba}	1,00 ^a	0,49 ^b	* (0,28)	
	SV	0,46 ^B	0,50	0,54	0,78	nz (0,41)	
	p_P (SEM)	* (0,17)	nz (0,21)	nz (0,32)	nz (0,46)		

značilnost vpliva: *** $p \leq 0,01$ statistično zelo visoko značilen vpliv, ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv, * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv, nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; p_P – statistična verjetnost vpliva postopka toplotne obdelave; p_{T-t} – statistična značilnost vpliva časa in temperature toplotne obdelave; SEM, standardna napaka povprečja; vrednosti z različno nadpisano črko (^{a,b,c,d}) znotraj vrstice po parametru se statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$; značilnost razlik med različnimi časi in temperaturami med toplotno obdelavo); srednje vrednosti z različno črko (^{A,B,C}) znotraj stolpca po parametru se statistično značilno razlikujejo (značilnost razlik med postopki toplotne obdelave).

4.2 IZGUBA MASE MED TOPOTNO OBDELAVO

Med topotno obdelavo v mesu potečejo določeni procesi, ki imajo za posledico večjo ali manjšo izgubo mase. Iz preglednice 5 lahko povzamemo, da način topotne obdelave (postopek BIO, pečenje in postopek *sous-vide*) značilno ($p \leq 0,01$) vpliva na izgubo mase pri naslednjih režimih obdelave: 53_20, 58_20, 58_3 (govedina) ter 53_20 in 58_3 (prašičje meso). Na splošno lahko rečemo, da so največje izgube mase pri pečenem (govedina: 15,3-38,1 %; prašičje meso: 13,4-31,3 %) mesu. Izgube mase med postopkoma BIO in *sous-vide* so v podobnem obsegu ($p > 0,05$) pri govedini (BIO: 13,8-25,2%, *sous-vide*: 10,5-27,3 %), pri prašičjem mesu pa so izgube pri postopku *sous-vide* nekoliko manjše kot pri postopku BIO (BIO: 15,2-27,0%, *sous-vide*: 11,4-27,2 %).

Režim topotne obdelave (temperatura/časa obdelave) značilno vpliva na izgubo mase, ne glede na vrsto mesa in uporabljen način topotne obdelave. Pri govedini so največje izgube pri režimih 58_20 in 53_20 in najmanjše pri 53_3, ne glede na način topotne obdelave. Podobno lahko trdimo tudi za prašičje meso, izgube si po velikosti sledijo v naslednjem vrstnem redu: 58_20 > 53_20 \cong 58_3 > 53_3. Podatki o vpliv vrste mesa na peroksidno število in TBK v odvisnosti od temperature, časa in načina topotne obdelave so podani v prilogi B.

Preglednica 5: Vpliv načina in režima topotne obdelave na izgubo mase (%) govejega in prašičjega mesa po topotni obdelavi

Parameter	Meso	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p_{T-t} (SEM)
izguba mase (%)	goveje	BIO	20,59 ^{Ba}	13,79 ^b	25,19 ^{Ba}	21,56 ^{ABa}	** (4,6)
		P	34,34 ^{Aa}	15,34 ^c	38,09 ^{Aa}	27,08 ^{Ab}	*** (3,6)
		SV	18,08 ^{Bb}	10,48 ^c	27,27 ^{Ba}	14,68 ^{Bcb}	*** (5,5)
		p_p (SEM)	*** (2,8)	nz (3,6)	** (4,8)	** (5,3)	
prašičje		BIO	24,92 ^{Aab}	15,21 ^c	27,03 ^a	20,90 ^{Bb}	*** (3,4)
		P	24,96 ^{Ab}	13,44 ^c	31,33 ^a	23,82 ^{Ab}	*** (1,9)
		SV	17,83 ^{Bb}	11,38 ^c	27,23 ^a	17,54 ^{Cb}	*** (3,6)
		p_p (SEM)	** (2,9)	nz (2,6)	nz (3,5)	*** (1,3)	

Legenda: glej preglednica 4.

4.3 PEROKSIDNO ŠTEVIVO

Režim topotne obdelave statistično značilno vpliva ($p \leq 0,01$) na peroksidno število le pri postopku pečenja pri svinjini in pri postopku BIO pri govedini. Postopek značilno vpliva ($p \leq 0,05$) na ta parameter pri režimih 53_3 in 58_20 pri prašičjem mesu ter režimu 58_3 pri govejem mesu. Ostali rezultati se statistično značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$).

Iz rezultatov lahko vidimoочitno razliko v peroksidnem številu glede na vrsto mesa (preglednica 6 in priloga B). Povprečna vrednost peroksidnega števila za prašičje meso je 0,06 za govedino pa 1,30. Pri prašičjem mesu imajo najvišje peroksidno število vzorci, pečeni pri 53 °C in 3 ure (0,38), nekoliko višje peroksidno število imata še oba 20-urna

režima pri postopku *sous-vide* (0,15), ostali vzorci pa imajo število od 0 do 0,5. Govedina ima na splošno višja peroksidna števila (0,65-2,24).

V povprečju ima postopek BIO približno za tretjino manjše peroksidno število v primerjavi s pečenjem in postopkom *sous-vide*, ki imata podobni povprečni vrednosti. Od režimov topotne obdelave izstopa režim 58_20, ki ima nekoliko višjo peroksidno število od ostalih režimov, katerih rezultati so primerljivi.

Preglednica 6: Vpliv načina in režima topotne obdelave na peroksidno število govejega in prašičjega mesa

Parameter	Meso	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p _{T-t} (SEM)
peroksidno število	goveje	BIO	0,78 ^b	0,65 ^b	1,55 ^a	0,75 ^{Bb}	** (0,66)
		P	1,09	0,85	1,57	2,24 ^A	nz (1,37)
		SV	1,68	1,47	1,75	0,91 ^B	nz (1,72)
		p_P (SEM)	nz (1,01)	nz (0,94)	nz (1,94)	* (1,34)	
prašičje	BIO	0	0,05 ^B	0 ^B	0	nz (0,09)	
		P	0 ^b	0,38 ^{Aa}	0B ^b	0,03 ^b	** (0,31)
		SV	0,15	0 ^B	0,15 ^A	0	nz (0,29)
		p_P (SEM)	nz (0,29)	* (0,36)	* (0,15)	nz (0,06)	

Legenda: glej preglednico 4.

4.4 TIOBARBITURNO ŠTEVILLO (TBK)

Iz preglednice 7 lahko povzamemo, da način topotne obdelave (BIO, pečenje in *sous-vide*) značilno vpliva na število TBK pri obeh vrstah mesa ($p \leq 0,001$) in vseh režimih topotne obdelave ($p \leq 0,05$), z izjemo režima 58_20 pri prašičjem mesu, kjer je omenjen vpliv neznačilen ($p > 0,05$). Režim topotne obdelave (temperatura/časa obdelave) značilno ($p \leq 0,01$) vpliva na število TBK, ne glede na vrsto mesa in uporabljen način topotne obdelave.

Na splošno lahko rečemo, da so števila TBK tako pri govejem in prašičjem mesu, obdelanem s postopkom BIO praviloma najvišja (govedina: 0,65-1,57; prašičje meso: 0,99-1,63), nekoliko manjša in podobna so pri postopkih *sous-vide* (govedina: 0,51-1,33; prašičje meso: 0,66-1,37) in pečenju (govedina: 0,11-1,07; prašičje meso: 0,37-1,64).

Najvišja števila TBK smo opazili pri režimu 58_20 (govedina: 1,00-1,57; prašičje meso: 1,37-1,64), števila za režima 58_3 (govedina: 0,68-1,07; prašičje meso: 0,98-1,56) in 53_20 (govedina: 0,82-1,19; prašičje meso: 0,87-1,63) so skoraj enaka, pri režimu 53_3 (govedina: 0,11-0,65; prašičje meso: 0,37-0,99) pa so za polovico nižja od ostalih. Ugotovitve veljajo za obe vrsti mesa.

Pri topotno obdelanem govejem mesu so števila TBK v povprečju za četrtino nižja kot pri prašičjem mesu (preglednica 7 in priloga B).

Preglednica 7: Vpliv načina in režima topotne obdelave na TBK govejega in prašičjega mesa po topotni obdelavi

Parameter	Meso	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p _{T-t} (SEM)
TBK	goveje	BIO	0,95 ^{BAb}	0,65 ^{Ac}	1,57 ^{Aa}	1,00 ^{Ab}	*** (0,32)
		P	0,82 ^{Ba}	0,11 ^{Cb}	1,00 ^{Ba}	1,07 ^{Aa}	*** (0,31)
		SV	1,19 ^{Aa}	0,51 ^{Bb}	1,33 ^{Aa}	0,68 ^{Bb}	*** (0,30)
		p_P (SEM)	* (0,30)	*** (0,12)	*** (0,32)	** (0,30)	
prašičje	BIO		1,63 ^{Aa}	0,99 ^{Ab}	1,57 ^a	1,53A ^a	** (0,39)
		P	1,36 ^{Bb}	0,37 ^{Cc}	1,64 ^a	1,56 ^{Aba}	*** (0,26)
		SV	0,87 ^{Ccb}	0,66 ^{Bc}	1,37 ^a	0,98 ^{Bb}	*** (0,27)
		p_P (SEM)	*** (0,29)	*** (0,20)	nz (0,46)	*** (0,21)	

Legenda: glej preglednico 4.

4.5 INSTRUMENTALNO IZMERJENA BARVA

Iz preglednic 8 in 9 lahko povzamemo, da način topotne obdelave (BIO, pečenje in *sous-vide*) značilno ($p \leq 0,001$) vpliva na instrumentalno merjene parametre barve površine vzorcev pri obeh vrstah mesa ($p \leq 0,001$) in vseh režimih topotne obdelave ($p \leq 0,001$), z izjemo metode *sous-vide* pri prašičjem mesu, kjer je omenjen vpliv za vrednosti L* in b* neznačilen ($p > 0,05$). Režim topotne obdelave (temperatura/časa obdelave) značilno ($p \leq 0,01$) vpliva na vse instrumentalno merjene parametre barve, ne glede na vrsto mesa in uporabljen način topotne obdelave.

Instrumentalno izmerjena barva na površini pečenega govejega mesa se razlikuje od ostalih načinov topotne obdelave (mokri postopki), vrednosti L* in b* so manjše kot pri slednjih. Vrednosti a* pa so najmanjše pri metodi BIO, pečenje ima višje vrednosti pri krajših režimih, *sous-vide* pa pri daljših režimih.

Način topotne obdelave (BIO, pečenje in *sous-vide*) značilno ($p \leq 0,001$) vpliva na instrumentalno merjene parametre barve svežega in oksidiranega prereza vzorcev pri obeh vrstah mesa ($p \leq 0,001$) in večini režimov topotne obdelave (preglednici 8 in 9). Režim topotne obdelave (temperatura/časa obdelave) značilno ($p \leq 0,01$) vpliva na vse instrumentalno merjene parametre barve, ne glede na vrsto mesa in uporabljen način topotne obdelave, razen pri L* vrednosti svežega reza prašičjega mesa pri SV postopku, kjer režim značilno ne vpliva ($p > 0,05$).

Pri govejem mesu so na prerezu med režimi največje razlike pri parametru a*, ki opisuje rdečo barvo. Največje vrednosti imajo vzorci pri režimu 53_3, sledi 58_3, nato 53_20, mioglobin pa je najbolj denaturiral pri režimu 58_20. Po oksigenaciji se vrednosti a* in b* povečata pri vseh načinih topotne obdelave, najbolj pri režimu 53_3. Podatki o vpliv vrste mesa na instrumentalno izmerjeno barvo v odvisnosti od temperature, časa in načina topotne obdelave so podani v prilogah C, D in E.

Preglednica 8: Vpliv načina in režima topotne obdelave na instrumentalno merjene parametre barve površine in prereza govejega mesa

Vrednost	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p _{T-t} (SEM)
L[*], sveži rez	BIO	58,31 ^{Ab}	55,89 ^{Ac}	60,18 ^{Aa}	58,21 ^b	*** (2,71)
	P	55,47 ^{Bb}	45,30 ^{Bc}	57,87 ^{Ba}	57,69 ^a	*** (2,74)
	SV	58,35 ^{Aa}	53,63 ^{Ab}	59,54 ^{Aa}	56,93 ^a	** (4,65)
	p _{P(SEM)}	*** (2,09)	*** (4,52)	*** (1,40)	nz (2,53)	
a*, sveži rez	BIO	16,09 ^{Cc}	20,22 ^{Aa}	15,80 ^{Bc}	17,71 ^{Bb}	*** (1,64)
	P	18,12 ^{Ab}	21,23 ^{Aa}	16,57 ^{Ac}	18,28 ^{BAb}	*** (1,42)
	SV	16,99 ^{Bb}	19,09 ^{Ba}	15,17 ^{Bc}	19,28 ^{Aa}	*** (2,14)
	p _{P(SEM)}	*** (1,10)	*** (1,59)	*** (1,03)	* (1,51)	
b*, sveži rez	BIO	9,00 ^{Ab}	9,10 ^{Ab}	10,78 ^{Ba}	8,92 ^b	*** (1,11)
	P	8,08 ^{Bc}	5,66 ^{Bd}	10,37 ^{Ba}	9,25 ^b	*** (0,90)
	SV	9,06 ^{Ac}	8,46 ^{Ac}	11,33 ^{Aa}	9,53 ^b	*** (1,08)
	p _{P(SEM)}	** (1,00)	*** (1,44)	*** (0,67)	nz (0,84)	
L*, oksigeniran rez	BIO	57,24 ^{Ab}	55,50 ^{Ac}	59,54 ^{Aa}	60,58 ^{Aa}	*** (2,33)
	P	53,56 ^{Bb}	46,52 ^{Bc}	55,05 ^{Cb}	58,44 ^{Ba}	*** (2,81)
	SV	58,40 ^{Aa}	56,02 ^{Ab}	58,00 ^{Ba}	59,24 ^{Ba}	** (2,80)
	p _{P(SEM)}	*** (2,10)	*** (2,45)	*** (1,47)	*** (1,57)	
a*, oksigeniran rez	BIO	21,63 ^b	26,64 ^{Aa}	16,91 ^{Ac}	21,17 ^{Bb}	*** (2,45)
	P	22,07 ^b	24,20 ^{Ba}	17,15 ^{Ac}	21,55 ^{Bb}	*** (2,02)
	SV	21,05 ^b	25,93 ^{BAa}	15,39 ^{Bc}	22,36 ^{Ab}	*** (2,27)
	p _{P(SEM)}	nz (2,01)	* (2,64)	*** (1,32)	* (1,19)	
b*, oksigeniran rez	BIO	13,71 ^c	16,78 ^{Aa}	13,81 ^{Ac}	14,46 ^b	*** (0,99)
	P	13,42 ^b	13,24 ^{Bb}	13,09 ^{Bb}	14,75 ^a	*** (1,08)
	SV	13,49 ^c	16,61 ^{Aa}	13,52 ^{Ac}	14,78 ^b	*** (0,87)
	p _{P(SEM)}	nz (1,14)	*** (1,35)	** (0,63)	nz (0,50)	
L*, površina	BIO	45,67 ^{Ab}	51,29 ^{Ba}	45,28 ^{Ab}	47,13 ^{Bb}	*** (4,65)
	P	23,04 ^{Bb}	29,88 ^{Ca}	23,07 ^{Bb}	29,06 ^{Ca}	*** (1,87)
	SV	46,23 ^{Ab}	53,22 ^{Aa}	47,47 ^{Ab}	52,68 ^{Aa}	*** (5,18)
	p _{P(SEM)}	*** (4,48)	*** (1,48)	*** (4,36)	*** (3,70)	
a*, površina	BIO	5,52 ^{Bc}	14,04 ^{Ca}	5,74 ^{Cc}	8,86 ^{Cb}	*** (1,34)
	P	9,13 ^{Ac}	22,15 ^{Aa}	7,92 ^{Bd}	13,03 ^{Bb}	*** (1,40)
	SV	8,75 ^{Ac}	17,75 ^{Ba}	12,89 ^{Ab}	14,57 ^{Ab}	*** (2,58)
	p _{P(SEM)}	*** (2,02)	*** (1,87)	*** (1,35)	*** (1,88)	
b*, površina	BIO	13,86 ^{Bb}	12,73 ^{Bc}	15,03 ^{Aa}	10,85 ^{Bd}	*** (1,16)
	P	3,05 ^{Cc}	8,69 ^{Cb}	3,40 ^{Bc}	9,95 ^{Ca}	*** (0,76)
	SV	15,38 ^{Aa}	13,75 ^{Ab}	15,27 ^{Aa}	13,16 ^{Ab}	*** (1,43)
	p _{P(SEM)}	*** (1,18)	*** (0,82)	*** (1,20)	*** (0,95)	

Legenda: glej preglednico 4.

Preglednica 9: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na instrumentalno merjene parametre barve površine in prereza prašičjega mesa

Vrednost	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p_{T-t} (SEM)
L*, sveži rez	BIO	75,99 ^{Aba}	73,76 ^{Ab}	77,24 ^{Aa}	73,90 ^b	* (3,65)
	P	74,30 ^{Ba}	68,02 ^{Bb}	74,40 ^{Ba}	74,83 ^a	*** (3,16)
	SV	75,48 ^{Aba}	72,91 ^{Ab}	75,70 ^{BAa}	73,78 ^{ba}	nz (3,84)
	p_P (SEM)	* (1,65)	*** (3,82)	** (2,37)	nz (5,06)	
a*, sveži rez	BIO	7,17 ^a	7,65 ^a	6,33 ^{Bb}	7,46 ^{Ba}	** (1,13)
	P	7,58 ^b	8,65 ^a	7,03 ^{Ab}	8,68 ^{Aa}	*** (1,22)
	SV	7,26 ^b	8,49 ^a	6,33 ^{Bc}	7,60 ^{Bb}	*** (1,32)
	p_P (SEM)	nz (1,25)	nz (1,50)	* (0,94)	*** (0,93)	
b*, sveži rez	BIO	8,03 ^{Ab}	6,71 ^{Bd}	8,78 ^a	7,61 ^{Ac}	*** (0,60)
	P	6,89 ^{Bcb}	7,33 ^{Ab}	8,73 ^a	6,68 ^{Bc}	*** (0,81)
	SV	7,86 ^{Ab}	6,39 ^{Bc}	8,72 ^a	7,73 ^{Ab}	*** (0,70)
	p_P (SEM)	*** (0,47)	** (0,81)	nz (0,81)	*** (0,73)	
L*, oksigeniran rez	BIO	75,07 ^b	72,36 ^{Ac}	76,60 ^{Aa}	75,50 ^{Aba}	*** (2,04)
	P	73,85 ^a	68,81 ^{Bb}	73,72 ^{Ba}	74,02 ^{Ba}	*** (2,70)
	SV	74,25 ^b	73,63 ^{Ab}	75,97 ^{Aa}	74,82 ^{BAba}	* (2,17)
	p_P (SEM)	nz (1,87)	*** (3,23)	*** (2,04)	* (1,70)	
a*, oksigeniran rez	BIO	6,69 ^{Bb}	9,06 ^a	4,96 ^c	6,25 ^{Bb}	*** (1,18)
	P	7,03 ^{Bb}	9,02 ^a	5,06 ^c	7,07 ^{Ab}	*** (1,32)
	SV	7,88 ^{Ab}	9,50 ^a	5,07 ^d	7,08 ^{Ac}	*** (1,18)
	p_P (SEM)	* (1,19)	nz (1,60)	nz (0,84)	* (0,91)	
b*, oksigeniran rez	BIO	9,79 ^{Bb}	9,95 ^{Ab}	10,41 ^a	10,34 ^{Ba}	** (0,58)
	P	8,67 ^{Cc}	9,00 ^{Bc}	10,69 ^a	9,39 ^{Cb}	*** (0,51)
	SV	10,16 ^{Ab}	9,79 ^{Ab}	10,64 ^a	10,67 ^{Aa}	*** (0,69)
	p_P (SEM)	*** (0,52)	*** (0,64)	nz (0,53)	*** (0,48)	
L*, površina	BIO	69,84 ^{Aa}	67,05 ^{Ab}	69,68 ^{Aa}	67,94 ^{Aba}	* (3,41)
	P	39,81 ^{Bc}	48,58 ^{Ba}	39,91 ^{Cc}	44,98 ^{Cb}	*** (2,93)
	SV	67,84 ^{Aa}	66,85 ^{Aa}	66,00 ^{Ba}	65,14 ^{Ba}	nz (4,98)
	p_P (SEM)	*** (3,21)	*** (3,26)	*** (4,54)	*** (4,10)	
a*, površina	BIO	1,88 ^{Cc}	6,30 ^{Ca}	2,10 ^{Cc}	4,71 ^{Cb}	*** (0,83)
	P	23,36 ^{Aa}	14,68 ^{Ac}	22,62 ^{Aa}	16,11 ^{Ab}	*** (1,98)
	SV	6,43 ^{Bb}	9,79 ^{Ba}	6,62 ^{Bb}	9,45 ^{Ba}	*** (2,40)
	p_P (SEM)	*** (2,01)	*** (1,52)	*** (2,13)	*** (1,32)	
b*, površina	BIO	13,48 ^{Ab}	10,12 ^{Cc}	14,22 ^{Ba}	9,90 ^{Cc}	*** (0,78)
	P	11,69 ^{Bc}	14,83 ^{Ab}	15,38 ^{Ab}	17,44 ^{Aa}	*** (1,95)
	SV	12,55 ^{Ba}	12,41 ^{Ba}	13,04 ^{Ca}	12,49 ^{Ba}	nz (1,37)
	p_P (SEM)	** (1,36)	*** (1,82)	*** (1,68)	*** (1,31)	

Legenda: glej preglednico 4.

Tudi pri prašičjem mesu so razlike med načini topotne obdelave vidne le na površini, kjer pečenje izstopa z najmanjšimi vrednostmi L^* in največjimi vrednostmi a^* . Na prerezu so razlike med režimi najbolj vidne pri parametru a^* , in sicer na oksigeniranem prerezu, kjer ima največje vrednosti režim 53_3 in najmanjše režim 58_20. Obraten vzorec, le nekoliko manj izrazit, vendar še vedno opazen, je tudi pri vrednostih L^* in b^* svežega in oksigeniranega prereza.

4.5.1 INSTRUMENTALNO IZMERJENA STRIŽNA SILA

Režim topotne obdelave statistično zelo visoko značilno vpliva na izmerjeno strižno silo pečenih vzorcev govejega mesa, značilno na *sous-vide* obdelano meso, na meso, obdelano s postopkom BIO, pa režim ne vpliva značilno ($p > 0,05$). Postopek topotne obdelave značilno ($p \leq 0,001$) vpliva na strižno silo le pri režimu 53_3, pri ostalih treh režimih vpliv ni statistično značilen ($p > 0,05$). Pri prašičjem mesu režim statistično zelo visoko značilno vpliva na strižno silo vzorcev, ne glede na postopek topotne obdelave. Postopek topotne obdelave statistično zelo visoko značilno vpliva na strižno silo vzorcev prašičjega mesa, obdelanega pri obeh 3 urnih režimih, visoko značilno pri režimu 53_20, na strižno silo pri režimu 58_20 pa ne vpliva značilno ($p > 0,05$).

Preglednica 10: Vpliv načina in režima topotne obdelave na instrumentalno izmerjeno strižno silo (N) govejega in prašičjega mesa po topotni obdelavi

Parameter	Meso	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	pT-t (SEM)
strižna sila (N)	goveje	BIO	48,0	48,5 ^A	44,1	37,4	nz (19,6)
		P	51,9 ^a	33,6 ^{Bb}	47,3 ^a	37,9 ^b	*** (16,0)
		SV	47,2 ^a	47,9 ^{Aa}	43,9 ^{ba}	35,2 ^b	* (18,5)
		p_P (SEM)	nz (22,3)	*** (12,9)	nz (23,5)	nz (11,0)	
prašičje	BIO		38,3 ^{Ab}	60,8 ^{Aa}	23,1 ^c	35,0 ^{Ab}	*** (8,2)
		P	36,4 ^{Ab}	49,8 ^{Ba}	21,6 ^d	28,3 ^{Bc}	*** (9,5)
		SV	31,5 ^{Bc}	56,0 ^{Aa}	20,1 ^d	39,0 ^{Ab}	*** (9,4)
		p_P (SEM)	** (7,8)	*** (11,2)	nz (6,9)	*** (9,6)	

Legenda: glej preglednico 4.

V povprečju je bila strižna sila govejega mesa nekoliko višja (33,6-51,9 N) v primerjavi s prašičjim mesom (20,1-60,8 N) (preglednica 10, priloge C-E). Tudi med režimi so pri govedini manjše razlike, kjer so si rezultati različnih režimov blizu, le z režimom 58_3 smo pridobili vzorce z manjšo strižno silo. Pri prašičjem mesu so vidne razlike med režimi, pri čemer so vzorci obdelani z režimom 53_3 (49,8-60,8 N) najtrši, sledita režima 58_3 in 53_20 s podobnimi rezultati (28,3-39,0 N), najmanjšo strižno silo za prerezanje potrebujemo pri vzorcih, obdelanih pri režimu 58_20 (20,1-23,1 N). Pri režimu 53_3 je prašičje meso v povprečju za okoli 10 N trše od govedine, pri režimu 58_3 sta v povprečju enako trda/mehka, pri režimu 53_20 je prašičje za več kot 10 N mehkejše, pri 20 urni obdelavi na 58 °C pa že za več kot 20 N mehkejše od govejega mesa. Najmehkejšo (33,6 N) govedino dobimo s pečenjem pri režimu 53_3, bistveno tršo pa s postopkom BIO in SV (48,5 N in 47,9 N). Pri drugih režimih ni značilnih razlik med postopki topotne obdelave. Pri krajsi topotni obdelavi pridobimo najmehkejše prašičje meso (49,8 N in 28,3 N) s pečenjem, pri dolgotrajno obdelavi pa s postopkom *sous-vide* (31,5 N in 20,1 N).

4.6 SENZORIČNE LASTNOSTI

Preglednica 11: Vpliv načina in režima topotne obdelave na senzorične lastnosti (vrednosti) govejega mesa

Lastnost (0-4)	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p _{T-t} (SEM)
pristnost sive na površini	BIO	2,4 ^{Ba}	1,9 ^{Ab}	1,0 ^{Bc}	2,4 ^{Ba}	*** (0,4)
	P	3,2 ^{Aa}	0 ^{Cd}	3,0 ^{Ab}	2,6 ^{Ac}	*** (0,2)
	SV	1,5 ^{Ca}	1,1 ^{Bb}	0,9 ^{Bb}	1,1 ^{Cb}	** (0,4)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,3)	*** (0,5)	*** (0,2)	*** (0,2)	
prisotnost rjave na površini	BIO	1,3 ^{Bb}	1,1 ^{Bb}	1,6 ^{Ba}	1,1 ^{Bb}	** (0,4)
	P	0 ^C	0 ^C	0 ^C	0 ^C	- (0,0)
	SV	2,8 ^{Aa}	1,5 ^{Ac}	2,2 ^{Ab}	2,1 ^{Ab}	*** (0,4)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,3)	*** (0,4)	*** (0,3)	*** (0,3)	
prisotnost rdeče na površini	BIO	0 ^B	0 ^B	0 ^B	0 ^B	- (0,0)
	P	4,0 ^{Aa}	4,0 ^{Aa}	4,0 ^{Aa}	3,8 ^{Ab}	** (0,2)
	SV	0 ^B	0 ^B	0 ^B	0 ^B	- (0,0)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,0)	*** (0,0)	*** (0,0)	*** (0,2)	
prisotnost rožnate na prerezu	BIO	2,0 ^{Aa}	0,7 ^{Bc}	1,4 ^{Bb}	1,5 ^{Bb}	*** (0,3)
	P	1,3 ^{Cd}	1,6 ^{Ac}	2,0 ^{Ab}	2,4 ^{Aa}	*** (0,3)
	SV	1,7 ^{Ba}	1,0 ^{Bcb}	1,3 ^{Cb}	0,9 ^{Cc}	*** (0,5)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,4)	*** (0,4)	*** (0,2)	*** (0,4)	
prisotnost sive na prerezu	BIO	0,8 ^{Ab}	1,8 ^{Aa}	0,5 ^{Bc}	0,5 ^{Bc}	*** (0,3)
	P	0,6 ^{BAc}	0,9 ^{Bb}	1,3 ^{Aa}	1,1 ^{Aba}	*** (0,4)
	SV	0,4 ^{Bb}	1,6 ^{Aa}	0,5 ^{Bb}	0,5 ^{Bb}	*** (0,3)
	<i>p_P (SEM)</i>	* (0,4)	*** (0,5)	*** (0,2)	*** (0,3)	
obseg oksigenacije na prerezu	BIO	2,7 ^{Aa}	2,5 ^{Ba}	0,4 ^{Bc}	1,2 ^{Cb}	*** (0,5)
	P	2,0 ^{Bb}	3,3 ^{Aa}	1,1 ^{Ac}	3,1 ^{Aa}	*** (0,5)
	SV	2,8 ^{Aa}	2,7 ^{Ba}	0,1 ^{Cc}	1,6 ^{Bb}	*** (0,6)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,5)	*** (0,4)	*** (0,2)	*** (0,3)	
vlažnost prereza	BIO	1,2 ^{Ac}	3,0 ^{Aa}	0,8 ^{Ad}	2,3 ^{Ab}	*** (0,5)
	P	0,5 ^{Bc}	1,6 ^{Ba}	0,5 ^{Bc}	0,9 ^{Bb}	*** (0,5)
	SV	1,4 ^{Ac}	2,9 ^{Aa}	0,6 ^{BAd}	2,5 ^{Ab}	*** (0,5)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,5)	*** (0,5)	* (0,3)	*** (0,6)	
sočnost	BIO	2,3 ^{Bb}	2,8 ^a	1,9 ^{Ac}	2,8 ^a	*** (0,5)
	P	2,1 ^{Bc}	3,1 ^a	0,9 ^{Bd}	2,6 ^b	*** (0,5)
	SV	2,7 ^{Ab}	3,1 ^a	2,0 ^{Ac}	2,6 ^b	*** (0,5)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,4)	nz (0,5)	*** (0,5)	nz (0,4)	

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 11: Vpliv načina in režima toplotne obdelave na senzorične lastnosti (vrednosti) govejega mesa

Lastnost (0-4)	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p_{T-t} (SEM)
mehkoba	BIO	3,2 ^{Aba}	3,2 ^{Aa}	3,3 ^{Aa}	2,9 ^{Bb}	* (0,4)
	P	2,6 ^{Bb}	2,6 ^{Bb}	3,4 ^{Aa}	3,4 ^{Aa}	*** (0,5)
	SV	3,3 ^{Aa}	3,4 ^{Aa}	2,8 ^{Bb}	3,3 ^{Aa}	*** (0,4)
	p_P (SEM)	*** (0,3)	*** (0,5)	*** (0,3)	*** (0,3)	
mesna aroma	BIO	3,0 ^{Bba}	3,1 ^{Aa}	3,2 ^{Aa}	2,9 ^b	* (0,3)
	P	3,3 ^{Aa}	2,4 ^{Bc}	3,0 ^{Bb}	3,0 ^b	*** (0,2)
	SV	2,9 ^B	3,1 ^A	3,2 ^A	3,0	nz (0,4)
	p_P (SEM)	*** (0,3)	*** (0,4)	** (0,2)	nz (0,3)	
aroma po kuhanem	BIO	2,9 ^{Bb}	2,8 ^{Ab}	3,2 ^{Aa}	2,8 ^{Ab}	*** (0,3)
	P	0,3 ^{Cc}	1,9 ^{Ba}	0,3 ^{Bc}	1,0 ^{Bb}	*** (0,4)
	SV	3,1 ^{Aba}	2,9 ^{Abc}	3,2 ^{Aa}	2,7 ^{Ac}	* (0,5)
	p_P (SEM)	*** (0,2)	*** (0,3)	*** (0,5)	*** (0,5)	
aroma po pečenem	BIO	0 ^B	0 ^C	0 ^B	0 ^B	- (0,0)
	P	3,2 ^{Aa}	1,1 ^{Ac}	2,9 ^{Ab}	2,9 ^{Ab}	*** (0,4)
	SV	0 ^{Bb}	0,4 ^{Ba}	0 ^{Bb}	0,1 ^{Bba}	* (0,4)
	p_P (SEM)	*** (0,2)	*** (0,3)	*** (0,4)	*** (0,4)	
aroma po postanem	BIO	1,4 ^{Aa}	0 ^{Ab}	1,0 ^{Ba}	0 ^{Bb}	*** (0,6)
	P	0 ^{Bcb}	0 ^{Ac}	1,9 ^{Aa}	0,3 ^{Ab}	*** (0,5)
	SV	0,3 ^{Ba}	0 ^{Ab}	0 ^{Cb}	0 ^{Bb}	** (0,3)
	p_P (SEM)	*** (0,6)	0	*** (0,7)	** (0,3)	
kisla aroma	BIO	0,7	0,8	0,3 ^B	0,6	nz (0,6)
	P	0,4 ^b	1,0 ^a	0,2 ^{Bb}	0,3 ^b	*** (0,4)
	SV	0,7	0,7	0,8 ^A	0,4	nz (0,6)
	p_P (SEM)	nz (0,5)	nz (0,6)	*** (0,4)	nz (0,5)	
grenak priokus	BIO	0	0	0	0	- (0,0)
	P	0	0	0,2	0,1	nz (0,3)
	SV	0	0	0	0	- (0,0)
	p_P (SEM)	- (0)	- (0,0)	nz (0,3)	nz (0,1)	

Legenda: glej preglednico 4.

Preglednica 12: Vpliv načina in režima topotne obdelave na senzorične lastnosti (vrednosti) prašičjega mesa

Lastnost (0-4)	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p _{T-t} (SEM)
pristnost sive na površini	BIO	0,8 ^{Aa}	0,5 ^b	0,4 ^{Bb}	0,6 ^b	*** (0,3)
	P	0,6 ^B	0,6	0,5 ^A	0,5	nz (0,6)
	SV	0,5 ^B	0,5	0,5 ^A	0,5	- (0,0)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,2)	nz (0,6)	** (0,1)	nz (0,2)	
prisotnost rjave na površini	BIO	0,5 ^{Bb}	0,2 ^c	0,7 ^{Aa}	0,3 ^{Ac}	*** (0,2)
	P	0 ^C	0	0 ^B	0 ^B	- (0,0)
	SV	0,9 ^{Aa}	0,1 ^b	0,8 ^{Aa}	0,1 ^{Bb}	*** (0,3)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,2)	nz (0,2)	*** (0,3)	*** (0,2)	
prisotnost rdeče na površini	BIO	0 ^B	0 ^B	0 ^B	0 ^B	- (0,0)
	P	2,9 ^{Aa}	2,5 ^{Ab}	2,6 ^{Ab}	2,9 ^{Aa}	*** (0,2)
	SV	0 ^B	0 ^B	0 ^B	0 ^B	- (0,0)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,1)	*** (0,2)	*** (0,1)	*** (0,1)	
prisotnost rožnate na prerezu	BIO	0,7 ^{Aa}	0,4 ^b	0,6 ^a	0,1 ^{Cc}	*** (0,2)
	P	0,5 ^{Bb}	0,4 ^b	0,5 ^b	1,8 ^{Aa}	*** (0,4)
	SV	0,5 ^B	0,5	0,5	0,4 ^B	nz (0,3)
	<i>p_P (SEM)</i>	** (0,2)	nz (0,3)	nz (0,1)	*** (0,5)	
prisotnost sive na prerezu	BIO	0,6 ^b	0,4 ^{Bc}	0,5 ^{BAcb}	0,8 ^{Aa}	*** (0,2)
	P	0,6 ^a	0,7 ^{Aa}	0,6 ^{Aa}	0,2 ^{Cb}	*** (0,3)
	SV	0,7 ^a	0,2 ^{Cc}	0,4 ^{Bb}	0,5 ^{Bb}	*** (0,2)
	<i>p_P (SEM)</i>	nz (0,2)	*** (0,3)	** (0,1)	*** (0,3)	
obseg oksigenacije na prerezu	BIO	0,5 ^b	1,4 ^{Aa}	0 ^c	0,2 ^{Bc}	*** (0,4)
	P	0,5 ^b	1,0 ^{Ba}	0 ^c	0,6 ^{Ab}	*** (0,2)
	SV	0,4 ^b	1,3 ^{Aa}	0 ^c	0,5 ^{Ab}	*** (0,2)
	<i>p_P (SEM)</i>	nz (0,3)	** (0,4)	- (0,0)	*** (0,1)	
vlažnost prereza	BIO	1,4 ^{Ac}	2,6 ^{Ba}	0,4 ^{Ad}	2,1 ^{Ab}	*** (0,7)
	P	0,8 ^{Bb}	3,3 ^{Aa}	0,1 ^{Bc}	0,8 ^{Bb}	*** (0,3)
	SV	1,4 ^{Ab}	2,8 ^{Ba}	0,6 ^{Ac}	2,5 ^{Aa}	*** (0,5)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,3)	*** (0,4)	** (0,4)	*** (0,8)	
sočnost	BIO	2,8 ^{Aa}	2,8 ^a	0,5 ^{Bb}	2,9 ^{Aa}	*** (0,3)
	P	1,8 ^{Bc}	3,0 ^a	0,6 ^{Bd}	2,3 ^{Bb}	*** (0,3)
	SV	2,9 ^{Aa}	2,9 ^a	1,7 ^{Ab}	2,8 ^{Aa}	*** (0,4)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,4)	nz (0,2)	*** (0,4)	*** (0,2)	

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 12: Vpliv načina in režima topotne obdelave na senzorične lastnosti (vrednosti) prašičjega mesa

Lastnost (0-4)	TO/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3	p _{T-t} (SEM)
mehkoba	BIO	3,4 ^{Ab}	2,6 ^d	3,7 ^a	3,0 ^{Bc}	*** (0,4)
	P	3,0 ^{Bc}	2,8 ^c	3,9 ^a	3,6 ^{Ab}	*** (0,3)
	SV	3,5 ^{Aa}	2,7 ^b	3,7 ^a	2,9 ^{Bb}	*** (0,4)
	<i>p_P (SEM)</i>	** (0,4)	nz (0,5)	nz (0,3)	*** (0,3)	
mesna aroma	BIO	3,2	3,2 ^A	3,1	3,1 ^A	nz (0,3)
	P	3,4 ^a	2,8 ^{Bb}	2,8 ^b	2,7 ^{Bb}	*** (0,5)
	SV	3,2	3,1 ^{BA}	3,0	3,0 ^A	nz (0,4)
	<i>p_P (SEM)</i>	nz (0,3)	* (0,4)	nz (0,5)	* (0,4)	
aroma po kuhanem	BIO	3,0 ^{Ab}	2,1 ^{Ac}	3,2 ^{Aa}	3,0 ^{Ab}	*** (0,2)
	P	0,2 ^{Bc}	1,9 ^{Ba}	0 ^{Bd}	0,9 ^{Bb}	*** (0,2)
	SV	3,0 ^{Ab}	2,0 ^{BAc}	3,2 ^{Aa}	3,0 ^{Ab}	*** (0,2)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,2)	* (0,2)	*** (0,2)	*** (0,2)	
aroma po pečenem	BIO	0 ^{Bb}	0 ^{Bb}	0,1 ^{Ba}	0 ^{Bb}	* (0,1)
	P	3,4 ^{Aa}	1,4 ^{Ac}	3,2 ^{Aa}	1,9 ^{Ab}	*** (0,4)
	SV	0 ^B	0 ^B	0 ^B	0 ^B	- (0,0)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,3)	*** (0,3)	*** (0,2)	*** (0,3)	
aroma po postanem	BIO	0,8 ^{Bb}	0 ^d	1,3 ^{Aa}	0,5 ^{Bc}	*** (0,5)
	P	0 ^C	0	0,06 ^B	0 ^C	nz (0,1)
	SV	1,3 ^{Aa}	0 ^b	1,1 ^{Aa}	1,3 ^{Aa}	*** (0,7)
	<i>p_P (SEM)</i>	*** (0,5)	- (0,0)	*** (0,8)	*** (0,3)	
kislota aroma	BIO	0,4 ^{Bb}	1,3 ^{Aa}	0,2 ^c	0,6 ^b	*** (0,4)
	P	0,4 ^B	0,4 ^B	0,5	0,5	nz (0,5)
	SV	1,0 ^{Aa}	1,1 ^{Aa}	0,2 ^b	0,8 ^a	*** (0,5)
	<i>p_P (SEM)</i>	** (0,5)	*** (0,4)	nz (0,4)	nz (0,4)	
grenak priokus	BIO	0,5 ^b	1,4 ^{Aa}	0 ^{Bc}	0 ^{Bc}	*** (0,7)
	P	0,5	0,4 ^B	0,3 ^A	0,9 ^A	nz (0,8)
	SV	0,6 ^b	1,2 ^{Aa}	0 ^{Bc}	0 ^{Bc}	*** (0,7)
	<i>p_P (SEM)</i>	nz (0,7)	* (1,1)	* (0,3)	*** (0,5)	

Legenda: glej preglednico 4.

4.6.1 Prisotnost sive barve na površini

Postopki topotne obdelave in režimi statistično visoko značilno vplivajo na prisotnost sive na površini govejega mesa (preglednica 11). Na sivo površino prašičjega mesa vpliva značilno ($p \leq 0,001$) režim le pri postopku BIO, postopek topotne obdelave pa vpliva na prisotnost sive barve na površini pri obeh 20 urnih režimih ($p \leq 0,01$) (preglednica 12). Ostali režimi in postopki ne vplivajo statistično značilno na omenjeno lastnost ($p > 0,01$).

Ocenjevalci so na vzorcih govejega mesa v povprečju ocenili za več kot eno enoto večje vrednosti sive barve na površini kot pri prašičjem mesu. Najmanj sive barve na površini se oblikuje med postopkom *sous-vide* (0,5-1,5) v primerjavi z ostalima postopkoma (0,4-2,4

za BIO in 0-3,2 za pečenje). Glede prisotnosti sive na površini si režimi sledijo v naslednjem zaporedju: 53_20 > 58_3 > 58_20 > 53_3, kar se lepo vidi predvsem pri govejem mesu.

4.6.2 Prisotnost rjave barve na površini

Način toplotne obdelave vpliva na prisotnost rjave barve na površini ($p \leq 0,01$) ne glede na režim toplotne obdelave in vrsto mesa. Pri pečenih vzorcih ocenjevalci niso zaznali rjave barve na površini.

Preskuševalci so ocenili na površini vzorcev govedine, pripravljene po postopkih *sous-vide* in BIO, bistveno intenzivnejšo (povprečno 1,7) rjavu barvo kot na površini vzorcev prašičjega mesa (povprečno 0,5) (prilogi F in H). Pri prašičjem mesu trajanje toplotne obdelave opazno vpliva na oblikovanje rjave barve na površini, pri 20-urnem režimu je rjava bolj opazna (0,5-0,9) kot pri 3-urnem režimu (0,1-0,3), medtem ko pri govedini vpliv ni tako očiten (1,3-2,8, 20-urni režim vs. 1,1-2,1, 3-urni režim). Vzorci govejega in prašičjega mesa, obdelani do višjih temperatur in s postopkom BIO 20 ur, izkazujejo bolj rjavu barvo na površini kot tisti, obdelani do 53 °C, pri 3-urni obdelavi razlike niso značilne. Pri postopku *sous-vide* temperatura toplotne obdelave na to lastnost manj vpliva kot trajanje.

4.6.3 Prisotnost rdeče na površini

Rdeča barva na površini je bila prisotna le pri pečenih vzorcih. Pri obeh vrstah mesa režim toplotne obdelave statistično značilno vpliva ($p \leq 0,01$) na omenjeno lastnost. Pri govedini 58_3 je rdeča barva na površini manj opazna (3,8), pri ostalih režimih je enako izražena (4,0). Pri prašičjem mesu pa sta primerljiva odtenka rdeče na površini vzorcev, obdelanih po režimih 53_20 (2,9) in 58_3 (2,9) ter 53_3 (2,5) in 58_20 (2,6). Pri vseh režimih ima govedina višje vrednosti (3,8-4,0) kot prašičje meso (2,5-2,9).

4.6.4 Prisotnost rožnate na prerezu

Način toplotne obdelave in režim vplivajo ($p \leq 0,001$) na prisotnost rožnate barve na prerezu govejega mesa. Na rožnat odtenek prereza prašičjega mesa vpliva režim značilno ($p \leq 0,001$) pri postopku BIO in pečenju, pri postopku *sous-vide* razlike niso statistično značilne ($p > 0,05$). Postopek toplotne obdelave pa vpliva na prisotnost rožnate na prerezu pri režimih 58_3 in 53_20 ($p \leq 0,01$), pri režimih 53_3 in 58_20 pa razlike niso statistično značilne ($p > 0,05$) (preglednica 12).

Preskuševalci so ocenili na prerezu govejih vzorcev v povprečju za eno enoto večje vrednosti rožnate (preglednice 11 in 12, priloge F-H) kot pri prašičjem mesu. Opazili so tudi nekoliko bolj izražen rožnat odtenek pri pečenih vzorcih kot pri postopkih *sous-vide* in BIO. V povprečju so preskuševalci najmanj rožnate opazili na vzorcih, obdelanih po režimu 53_3, največ pa pri pečenju pri 58 °C za 3 ure (prašičje, 1,8; goveje, 2,4).

4.6.5 Prisotnost sive na prerezu

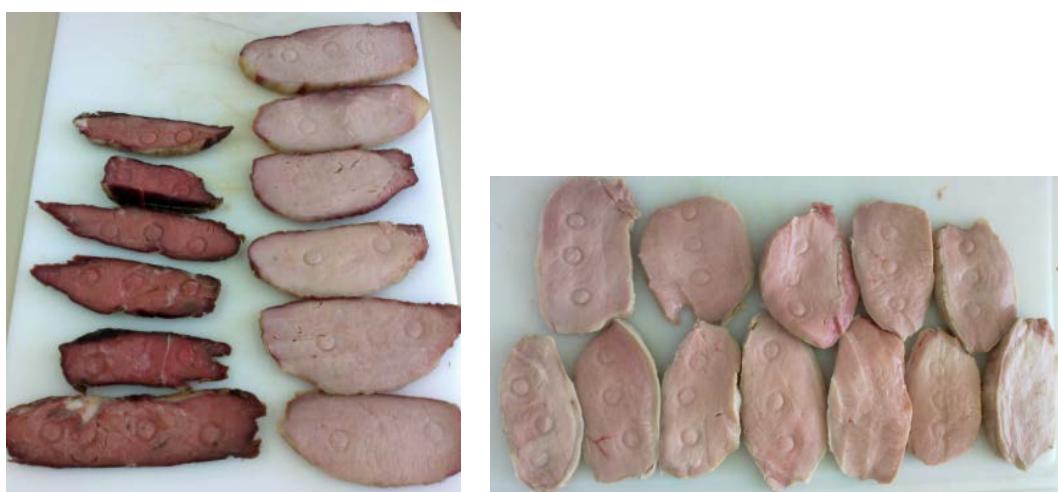
Na prisotnost sivega odtenka na prerezu značilno vplivajo postopki ($p \leq 0,001$) in režimi topotne obdelave ($p \leq 0,05$) pri obeh vrstah mesa (preglednici 11 in 12) z nekaterimi izjemami (način topotne obdelave pri režimu 53_20 ne vpliva značilno na omenjeno lastnost).

Ocenjevalci so na vzorcih govejega mesa v povprečju ocenili, da je bila siva najmanj izražena pri vzorcih *sous-vide*. Med režimi izstopa režim 53_3, kjer so vzorci govedine dobili precej višje rezultate (0,9-1,8) v primerjavi z govedino pri ostalih režimih (0,4-1,3). Zanimivo je, da si ocene za to lastnost pri govedini in prašičjem mesu nasprotujejo glede na način topotne obdelave. Kjer so vzorci govejega mesa ocenjeni z večjimi vrednostmi, so vzorci prašičjega mesa ocenjeni z manjšimi in obratno.

4.6.6 Obseg oksigenacije na prerezu

Pri govedini način in režim topotne obdelave značilno ($p \leq 0,001$) vplivata na obseg oksigenacije na prerezu. Pri prašičjem mesu režim statistično značilno ($p \leq 0,001$) vpliva na oceno obsega oksigenacije pri vseh postopkih topotne obdelave. Način topotne obdelave pa značilno vpliva na to lastnost pri režimih 53_3 ($p \leq 0,01$) in 58_3 ($p \leq 0,001$). Pri režimu 58_20 barva vzorcev prašičjega mesa ni oksigenirala, zato so jo preskuševalci ocenili z vrednostjo 0, pri režimu 53_20 pa način topotne obdelave ne vpliva značilno ($p > 0,05$) na to lastnost, na vseh vzorcih so preskuševalci opazili le komaj opazno oksigenacijo barve (0,4-0,5).

Obseg oksigenacije je pri govejem mesu bistveno večji kot pri prašičjem mesu (povprečje: 1,9; prašičje: 0,5; prilog F-H). Med postopki ima pečenje nekoliko višjo povprečno oceno, kjer najbolj izstopa rezultat režima 58_3 pri govejem mesu (3,06), kjer je rezultat občutno višji od rezultatov za BIO (1,22) in *sous-vide* postopek (1,61). Najvišje ocene za oksigenacijo prereza so prejeli vzorci režima 53_3 (1,0-3,31), najnižjo pa pri režimu 58_20 (0-1,08).



Slika 3: Fotografija oksigenirane površine pečenega (53_3) govejega in prašičjega mesa (levo) in prašičjega mesa po postopkih *sous-vide* in BIO (53_3, naključno pomešani) (desno)

4.6.7 Vlažnost prereza

Način in režim topotne obdelave statistično značilno ($p \leq 0,05$) vplivata na vlažnost prereza pri obeh vrstah mesa (preglednici 11 in 12).

Ocenjevalci so ocenili, da v vlažnosti prereza med postopkoma BIO in *sous-vide* ni večjih razlik, očitno pa se razlikuje vlažnost pečenih vzorcev, kjer površina bistveno bolj suha v primerjavi z ostalima postopkoma. V vlažnosti prereza se svinjina in govedina v povprečju ne razlikujeta. Zanimivo je, da je pri pečenju in režimih z nižjo temperaturo (53 °C) vlažnost prereza pri prašičjem mesu manjša kot pri govedini (goveje: 0,5, 1,6; prašičje: 0,8, 3,3), pri režimih z višjo temperaturo pa večja (goveje: 0,5, 0,9; prašičje: 0,1, 0,8). Pri *sous-vide* in BIO postopku se vrsti mesa v tej lastnosti ne razlikujeta (prilog F-H).

Ocenjevalci so prav tako opazili velike razlike med režimi topotne obdelave. Največjo vlažnost prereza so ocenjevalci opazili pri režimu 53_3 s povprečno vrednostjo 2,7, sledi režim 58_3 s povprečjem 1,8, nato 53_20 z 1,1, najmanjšo vlažnost površine pa zagotavlja režim 58_20 s povprečjem 0,5 (podatki niso prikazani v preglednicah).

4.6.8 Sočnost

Režim topotne obdelave značilno ($p \leq 0,001$) vpliva na oceno sočnosti vzorcev pri vseh načinih topotne obdelave pri obeh vrstah mesa. Način topotne obdelave značilno ($p \leq 0,001$) vpliva pri 20 urnih režimih pri obeh vrstah mesa in pri režimu 58_3 pri prašičjem mesu. Pri režimu 53_3 pri obeh vrstah mesa in režimu 58_3 pri govejem mesu pa način topotne obdelave na sočnost ne vpliva ($p > 0,05$) (preglednici 11 in 12).

Med postopki topotne obdelave v povprečju v sočnosti ni velikih razlik (povprečja: 2,0-2,6), vendar lahko zaključimo, da s postopkom *sous-vide* praviloma pridobimo sočnejše vzorce, sledita postopka BIO in pečenje. Trije režimi topotne obdelave (povprečja: 2,4-3,0) zagotavljajo približno enako sočnost (razlike praviloma niso značilne), izstopa le režim 58_20, s katerim pridobimo za več kot eno vrednost manjšo sočnost (povprečje: 1,3) kot pri ostalih režimih. Rezultati za govedino in prašičje meso so primerljivi (prilog F-H), večje odstopanje med vrstami mesa so ocenjevalci opazili pri postopku BIO pri režimu 58_20, kjer je prašičje meso (0,5) bistveno manj sočno od govejega mesa (1,9).

4.6.9 Mehkoba

Režim topotne obdelave statistično vpliva ($p \leq 0,05$) na mehkobo pri vseh postopkih topotne obdelave. Način topotne obdelave vpliva ($p \leq 0,001$) na zaznavo mehkobe pri vseh režimih pri govedini, pri prašičjem mesu pa pri režimih 53_20 in 58_3 ($p \leq 0,01$) (preglednici 11 in 12).

Višja ocena pomeni bolj izraženo lastnost, torej bolj mehko meso. Ocenjevalci so v povprečju ocenili, da je mehkoba najbolj izrazita pri vzorcih prašičjega mesa, obdelanih po režimu 58_20 (3,7-3,9), sledita režima 53_20 in 58_3 s podobno izrazitostjo, najtrši pa so bili vzorci obdelani pri pogojih 53_3 (2,6-2,8). Pri govedini ni opaznega vzorca.

Mehkoba govejega mesa se najbolje ohrani s postopkom BIO in *sous-vide*, predvsem pri obdelavi pri nižjih temperaturi, 53 °C, pri višji temperaturi (58 °C) pa je mehkoba pečenih vzorcev primerljiva z ostalima postopkom. Podobno lahko trdimo tudi za prašičje meso.

4.6.10 Mesna aroma

Režim toplotne obdelave najbolj vpliva ($p \leq 0,001$) na izraženost mesne aromе pri pečenju obeh vrst mesa, manj pa pri postopku BIO pri govedini ($p \leq 0,05$). Pri *sous-vide* postopku pri obeh vrstah mesa, ter postopku BIO pri prašičjem mesu pa režim toplotne obdelave ne vpliva ($p > 0,05$) na mesno aroma (preglednici 11 in 12). Ocenjevalci so opazili, da način toplotne obdelave pri govedini, pri vseh režimih, razen pri režimu 58_3, vpliva ($p \leq 0,01$) na izraženost mesne aromе. Tudi pri prašičjem mesu način toplotne obdelave vpliva ($p \leq 0,05$) na mesno aroma, vendar je opazen le pri režimih 53_3 in 58_3, pri ostalih dveh režimih (53_20 in 58_20) pa je neznačilen ($p > 0,05$). Na splošno lahko iz prilog F-H povzamemo, da ima prašičje meso rahlo močnejše izraženo mesno aroma kot goveje, vendar so razlike med vrstama mesa pri večini režimov toplotne obdelave neznačilne.

Pri pečenih vzorcih so ocenjevalci ocenili, da je mesna aroma najbolj izražena pri režimu 53_20, pečeni vzorci pa imajo v povprečju nekoliko manj izraženo mesno aroma v primerjavi s *sous-vide* in BIO postopkom.

4.6.11 Aroma po kuhanem

Način in režim toplotne obdelave (temperatura/časa obdelave) značilno vplivata ($p \leq 0,05$) na aroma po kuhanem pri obeh vrstah mesa (preglednici 11 in 12).

Na splošno lahko rečemo, da so ocenjevalci aroma po kuhanem mesu v najmanjšem obsegu zaznali pri pečenem govejem in prašičjem mesu (goveje: 0,3-1,9; prašičje: 0-1,9). Močno aroma po kuhanem mesu so ocenjevalci v podobnem obsegu zaznali pri postopkih BIO (govedina: 2,8-3,2; prašičje meso: 2,1-3,2) in *sous-vide* (govedina: 2,7-3,2; prašičje meso: 2,0-3,2).

Panel je ocenil najbolj izraženo aroma po kuhanem v mesu obdelanem po režimu 58_20 (3,2), sledita 53_20 in 58_3 (govedina: 3,2-2,9; prašičje meso: 3,0), najmanj pa pri 53_3 (govedina: 1,9-2,8; prašičje meso: 1,9-2,1). Pri pečenju, kjer je ta aroma v primerjavi z ostalima postopkoma najmanj izražena, je kljub temu najbolj opazna pri režimu 53_3, sledi 58_3, pri režimih 53_20 in 58_20 pa je ta aroma komaj zaznavna (0-0,3). Pri režimu 53_3 je ta aroma pri vseh treh postopkih podobno izražena, pri ostalih režimih pa so vrednosti aromе po kuhanem pri pečenih vzorcih opazno manjše v primerjavi s postopkom *sous-vide* in BIO.

4.6.12 Aroma po pečenem

Iz preglednic 11 in 12 lahko povzamemo, da so ocenjevalci aroma po pečenem v pomembnem obsegu zaznali le pri pečenih vzorcih, tako govejega kot prašičjega mesa. Režim toplotne obdelave (temperatura/časa obdelave) značilno vpliva ($p \leq 0,05$) na aroma po pečenem pri obeh vrstah mesa.

Aroma po pečenem je bila najbolj izražena v pečenih vzorcih, pri drugih dveh postopkih ocenjevalci praviloma niso zaznali te arome (vrednost 0). Podobno izraženo aromo po pečenem so ocenili pri vzorcih obeh 20 urnih režimov (2,9-3,4), nekoliko manj izražena je bila pri vzorcih režima 58_3 (prašičje: 1,9, goveje: 2,9), najmanj pa pri režimu 53_3 (prašičje: 1,4, goveje: 1,1). Pri prašičjem mesu je opazna razlika med 20- in 3-urnim režimom, kjer je aroma po pečenem bistveno manj izražena. Pri govedini pa izstopa le režim 53_3, z najmanj izrazito aromo v primerjavi z ostalimi tremi režimi, ki imajo podobno izraženost. Govedina in prašičje meso imata primerljivo izraženo aromo po pečenju pri vseh režimih, razen pri režimu 58_3, kjer je aroma pri govedini za eno enoto bolj izražena (priloga G).

4.6.13 Aroma po postanem

Pri govedini režim topotne obdelave značilno vpliva ($p \leq 0,001$) na aromo po postanem pri postopku BIO in pečenju, pri *sous-vide* postopku pa nekoliko manj ($p \leq 0,01$). Način topotne obdelave vpliva ($p \leq 0,01$) na aromo po postanem pri režimih 53_20, 58_20 in 58_3, pri režimu 53_3 pa preskuševalci niso zaznali te arome (preglednica 11). Režim topotne obdelave vpliva ($p \leq 0,001$) na aromo po postnem pri prašičjem mesu pri BIO in *sous-vide* postopku, pri pečenju pa režim ne vpliva ($p > 0,05$). Način topotne obdelave vpliva ($p \leq 0,001$) pri režimih 53_20, 58_3 in 58_20, razen pri režimu 53_3, kjer preizkuševalci niso zaznali arome po postanem v nobenem vzorcu (preglednica 12).

V povprečju je bila aroma po postanem najbolj prisotna pri vzorcih obdelanih s postopkom BIO, manj pri *sous-vide* postopku, komaj opazna je bila pri pečenih vzorcih. Aroma po postanem je bila najbolj izražena režimu 58_20, manj pri 53_20, sledi 58_3, pri režimu 53_3 pa arome po postanem preizkuševalci niso zaznali pri nobenem vzorcu. V povprečju so imeli vzorci govejega mesa nekoliko bolj izraženo aromo po postanem kot vzorci prašičjega mesa (priloge F-H).

4.6.14 Kisla aroma

Pri govedini režim značilno vpliva ($p \leq 0,001$) na pojav kisle arome pri pečenju, način topotne obdelave pa značilno vpliva ($p \leq 0,001$) na izraženost te arome le pri režimu 58_20 (preglednica 11). Pri prašičjem mesu režim značilno vpliva ($p \leq 0,001$) na izraženost kisle arome pri postopkih BIO in *sous-vide*, postopek topotne obdelave pa vpliva ($p \leq 0,01$) na to lastnost pri režimih 53_3 in 53_20 (preglednica 12).

Razlike v izraženosti kisle arome med različnimi postopki in režimi topotne obdelave niso velike. V povprečju je kisla aroma najbolj izražena v vzorcih, obdelanih po postopku *sous-vide*, sledi postopek BIO, najmanj pa je izražena pri pečenju. Najbolj izraženo kislo aromo so ocenjevalci zaznali na vzorcih, obdelanih pri režimu 53_3, najmanj pa pri 58_20. Pri prašičjem mesu so preizkuševalci zaznali večje razlike med vzorci (0,2-1,3) v primerjavi z govedino (0,2-1,0).

4.6.15 Grenak priokus

Pri govedini so ocenjevalci zelo redko zaznali grenak priokus (vrednost 0), rahlo grenak priokus so zaznali pri nekaterih pečenih vzorcih (58_3: 0,1; 58_20: 0,2) (preglednica 11).

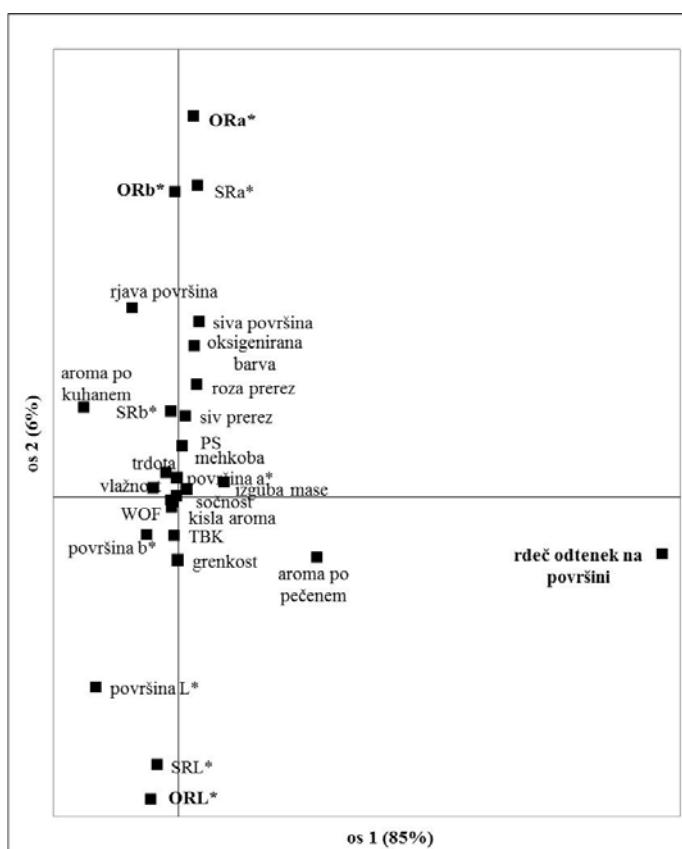
Pri prašičjem mesu so grenak priokus opazili praktično pri vseh vzorcih (preglednica 12). Vpliv režima na ta priokus je pri pečenih vzorcih neznačilen ($p > 0,05$), rezultati so med 0,3 in 0,9 z največjo vrednostjo pri režimu 58_3. Pri postopkih BIO in *sous-vide* režim vpliva ($p \leq 0,001$) na grenak priokus prašičjega mesa. Grenkega priokusa ocenjevalci niso zaznali pri 58 °C, najbolj zaznaven pa je bil pri režimu 53_3 (BIO: 1,4; *sous-vide*: 1,2). Način toplotne obdelave vpliva ($p \leq 0,05$) na grenak okus prašičjega mesa pri režimih 58_3, 53_3 in 58_20.

Preizkuševalci so zaznali bolj intenziven grenak priokus pri prašičjem mesu (priloge F-H). Pri govedini je priokus prisoten le v pečenih vzorcih pri višji temperaturi. Pri prašičjem mesu je grenak priokus najbolj prisoten v vzorcih, obdelanih s postopkom BIO in *sous-vide* pri nižji temperaturi in za krajši čas, s podaljševanjem trajanja obdelave se priokus zmanjšuje. V vzorcih, obdelanih pri višji temperaturi in s postopkom BIO in *sous-vide*, ocenjevalci niso zaznali grenkega priokusa, zaznali so ga v pečenih vzorcih, vendar je pri podaljšanem pečenju priokus manj opazen.

4.7 MULTIVARIATNA ANALIZA

Dobljene rezultate smo uporabili v linearni diskriminatni analizi (LDA), ki nam je na podlagi 28 parametrov (vse senzorične lastnosti, instrumentalni parametri barve in teksture) omogočila 99 %-tno pravilno razvrstitev vzorcev glede na vrsto mesa, uporabljen postopek in režim toplotne obdelave v 24 skupin.

Z analizo LDA smo določili najpomembnejši parameter pri determiniranju prve osi, in sicer rdeč odtonek površine, ocenjen senzorično. Vrednosti a^* , b^* in L^* na oksigeniranem prerezu pa so parametri, poglobitni pri determiniranju druge osi, saj je njihova pravokotna projekcija na to ordinato največja (slika 4). Lastnosti, ki ležijo blizu druga drugi, so v visoki pozitivni korelaciji, kot sta to npr. vrednost a^* in b^* . Parametri, ki leže blizu izhodišča (vse ostale senzorične lastnosti), ne vplivajo pomembno na diskriminatni funkciji in na porazdelitev različnih vzorcev v skupine. Pri LDA analizi (144 vzorcev, 28 parametrov) smo dobili dve diskriminatni funkciji. Funkcija 1 (os 1) pojasnjuje 85 % skupne variance, funkcija 2 (os 2) pa 6 %.

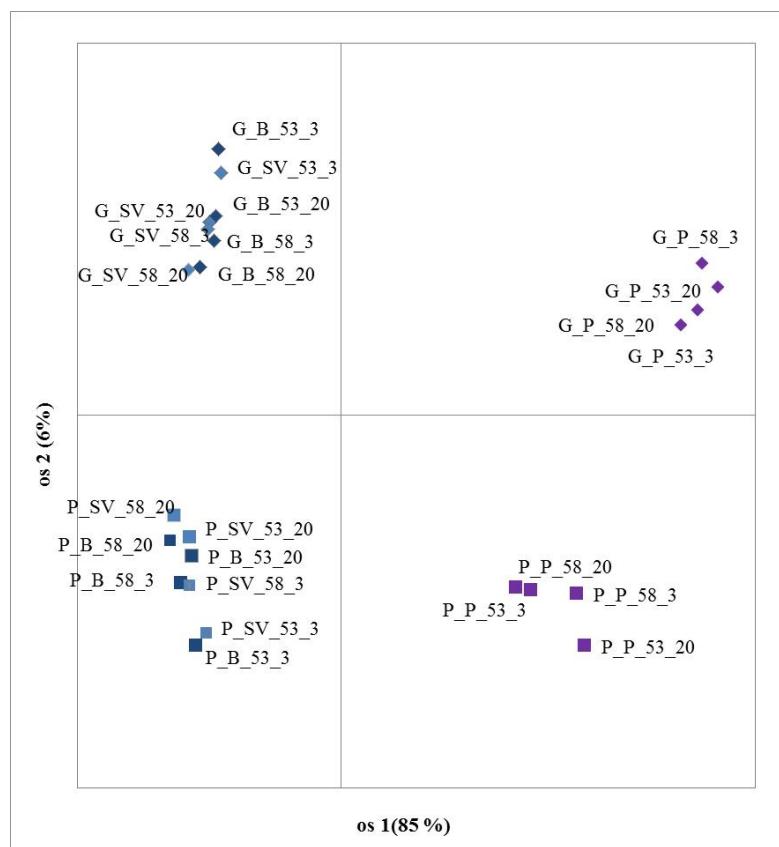


Legenda: OR – oksigeniran rez, SR – sveži rez

Slika 4: Projekcija spremenljivk v ravnini, definirani z analizo LDA.

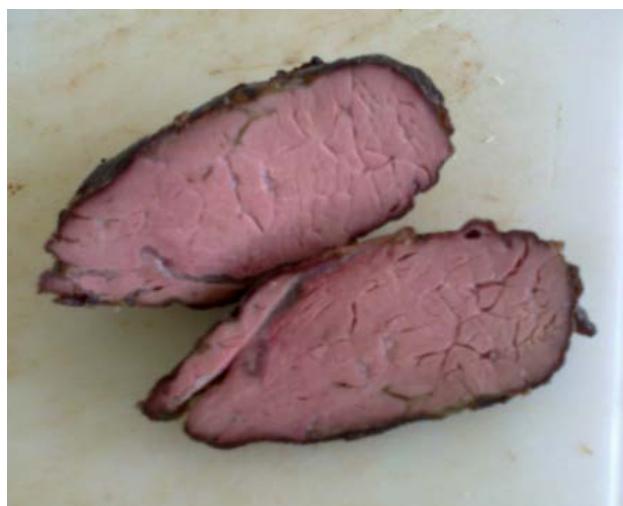
Dobljene podatke o senzoričnem profilu in instrumentalnih parametrih govejega in prašičjega mesa smo uporabili za razvrščanje vzorcev v skupine (slika 5). Na sliki 5 lahko opazimo štiri ločene skupine točk. Vzorci govejega mesa ležijo na zgornji polovici grafa, desno so vzorci govejega pečenega mesa (G_P_53_3, G_P_53_20, G_P_58_3 in G_P_58_20), kjer sta parametra, ki opisujeta rdeče odtenke barve prereza (ORa* in SRa*, sliki 6 in 9), medtem ko so levo vzorci govejega mesa, pripravljenega s postopkom BIO in *sous-vide* (G_B_53_3, G_B_53_20, G_B_58_3, G_B_58_20, G_SV_53_3, G_SV_53_20, G_SV_58_3, in G_SV_58_20) ter parametri, kot sta rjava barva površine (sliki 7 in 8) in aroma po kuhanem. Desno spodaj so vzorci pečenega prašičjega mesa (P_P_53_3, P_P_53_20, P_P_58_3 in P_P_58_20), parametra, značilna za to skupino, pa sta rdeč odtenek na površini in aroma po pečenem (slika 9 – desno). Na splošno lahko rečemo, da je rdeč odtenek na površini značilna lastnost pečenih vzorcev, ne glede na vrsto mesa (slika 9). Levo od izhodišča pa leži četrta skupina vzorcev prašičjega mesa, pripravljenega s postopkom BIO in *sous-vide* (P_B_53_3, P_B_53_20, P_B_58_3, P_B_58_20, P_SV_53_3, P_SV_53_20, P_SV_58_3, in P_SV_58_20), in parametri, ki jo opisujejo so svetlost prereza in površine (ORL*, SRL*) in vrednost L* na površini (sliki 7 in 8).

Zanimiva je tudi ugotovitev, da če v vzorcih zaznamo aroma po kuhanem, v njih ne zaznamo arome po pečenem oz. da na vzorcih z rjavo površino ne pričakujemo arome po pečenem (te lastnosti ležijo v nasprotnem kvadrantu).



Legenda: oznake vzorcev so opisane v preglednici 1.

Slika 5: Projekcija podatkov o instrumentalnih in senzoričnih parametrih govejega in prašičjega mesa v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA)



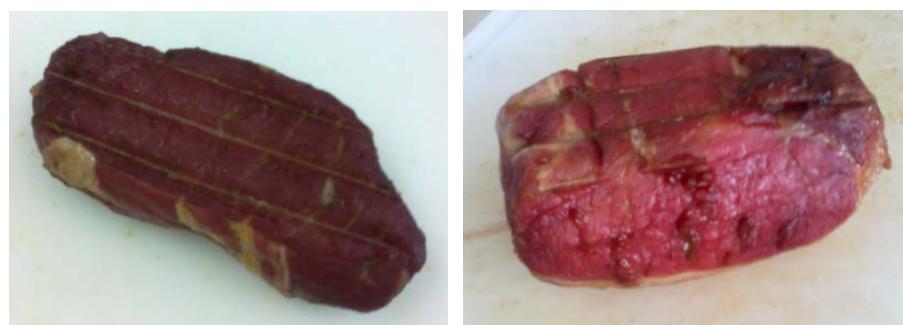
Slika 6: Fotografija prereza govejega pečenega mesa (58_20)



Slika 7: Fotografija govejega (levo) in prašičjega (desno) mesa, pripravljenega s BIO (58_20)



Slika 8: Fotografija govejega (levo) in prašičjega (desno) mesa, pripravljenega s postopkom sous-vide (58_20)

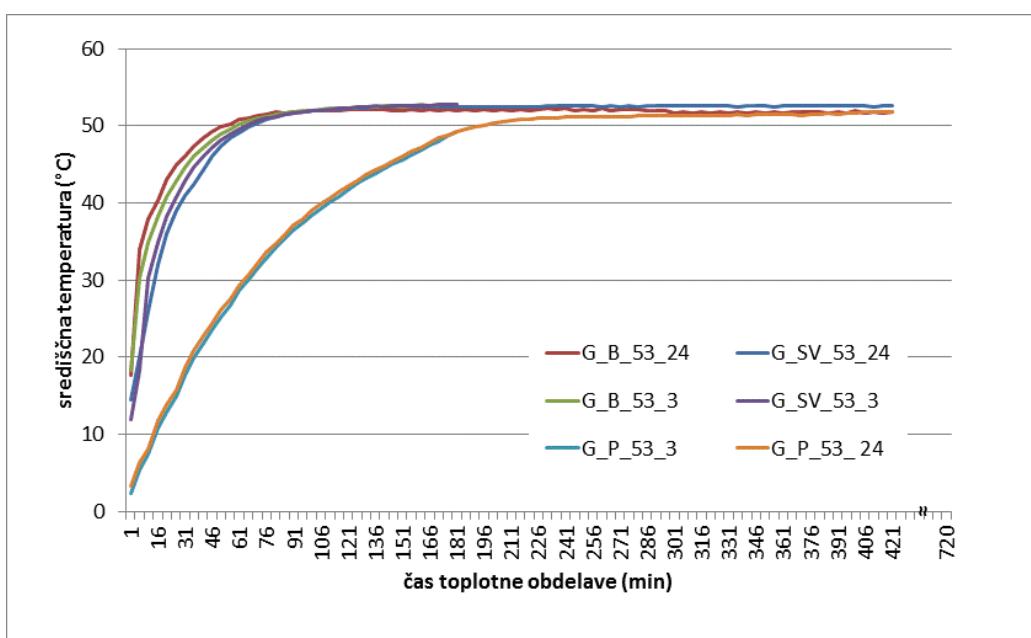


Slika 9: Fotografija govejega (levo) in prašičjega (desno) pečenega mesa (53_3)

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Pečenke, pripravljene z različnimi načini topotne obdelave (pečenje, postopek BIO, postopek *sous-vide*) pri različnih temperaturah (53°C in 58°C) in različnem času (3 h in 20 h) topotne obdelave, smo primerjali na podlagi vrste instrumentalnih, fizikalno-kemijskih in senzoričnih lastnosti ter proučevali, kako parametri topotne obdelave vplivajo na opazovane lastnosti pečenk. Na sliki 10 je prikazan temperaturni profil vzorca govejega mesa, 3 oz. 24 ur topotno obdelanega pri temperaturi komore 53°C po postopkih BIO, *sous-vide* in s pečenjem. Opazimo lahko bistveno počasnejše povečevanje srednje temperature v pečenih vzorcih v primerjavi z vzorci, obdelanimi z ostalima dvema postopkom.



Slika 10: Temperaturni profil vzorca govejega mesa, 3 oz. 24 ur topotno obdelanega pri temperaturi komore 53°C po postopkih BIO, *sous-vide* in s pečenjem

5.1.1 Izguba mase

Izguba mase zaradi izcejanja vode in maščobe je med pomembnejšimi parametri TO, saj je odgovorna za sočnost in teksturo topotno obdelanega mesa. Izguba mase je posledica denaturacije beljakovin in raztopljanja maščobe in navadno med topotno obdelavo narašča s temperaturo in časom (Christensen in sod., 2011b). Pričakovali smo, da bo izguba mase večja pri višjih temperaturah in daljšem času topotne obdelave, saj oba parametra vplivata na stopnjo denaturacije miofibrilarnih in vezivnih beljakovin. V našem poskusu je bila izguba mase po pričakovanih najmanjša pri najnižji temperaturi in najkrajšem času (53_3), največja pa pri režimu 58_20 (preglednica 5). Obdelava pri 58_3 povzroči manjšo izgubo mase kot režim 53_20, kar nakazuje, da na izgubo mase močneje vpliva trajanje topotne obdelave kot temperatura. Podatki v literaturi so si nasprotuječi. Podobno kot v naši študiji

ugotavlajo tudi Christensen in sod. (2011b, 2013). Obratno pa so Christensen in sod. (2011a) in Vaudagna in sod. (2002) ugotovili le značilen vpliv temperature, trajanje obdelave pa ni vplivalo na izgubo vode oz. mase.

Po pričakovanjih do največje izgube mase pride med pečenjem, saj suh zrak pospešuje izhlapevanje vode. Pri postopkih BIO in *sous-vide* so izgube podobne, saj vrečka in 100 % vлага preprečuje izhlapevanje vode, s tem da so pri postopku *sous-vide* najmanjše izgube. Pri govejem mesu so razlike v izgubi mase med pečenjem in ostalima postopkoma bolj izrazite kot pri prašičjem mesu.

Opazili smo povezavo med vlažnostjo prereza, sočnostjo in izgubo mase ($r^2 = -0,82, p < 0,001$; $r^2 = -0,65, p < 0,001$). Z večanjem izgube mase se manjšata vlažnost prereza in sočnost. Na vlažnost prereza ima večji vpliv čas, saj imata oba 20 urna režima nižje vrednosti od 3 urnih. Največje razlike v sočnosti med režimi so pri pečenju, kjer so tudi največje razlike v izgubi mase. Sočnost je pri treh režimih primerljiva, pri režimu 58_20 pa je občutno manjša pri vseh treh postopkih topotne obdelave.

Christensen in sod. (2011b) so ugotovili, da se pri višjih temperaturah topotne obdelave poveča krčenje premera mišičnih vlaken, kar izriva vodo iz mesa, poleg tega se zaradi denaturacije proteinov zmanjša njihova sposobnost za vezavo vode in povzroči izločanje vode. Zmanjšana vsebnost vode v mesu neposredno vpliva na vlažnost prereza, kar se je pokazalo tudi v našem primeru. S podaljševanjem časa se denaturacija beljakovin povečuje, poleg tega je izhlapevanje vode pri pečenju v veliki meri odvisno tudi od časa, kar se kaže v večjih razlikah v vlažnosti prereza med pečenimi vzorci.

Izgube mase s postopkom BIO obdelanih vzorcev prašičjega mesa v našem poskusu smo primerjali z vzorci prašičjega mesa obdelanimi v vodni kopeli in s podobnimi parametri (53 °C in 59 °C, 3 h in 20 h) (Christensen in sod., 2011b). Ugotovili smo, da so izgube mase pri našem poskusu večje, npr. 53_3: 15,2 % vs. 8,0 %; 53_20: 24,9 % vs. 12,7 %. Primerljive so bile le izgube mase pri režimih 58_20 in 59 °C, 20 h: 27,0 % vs. 25,6 %.

5.1.2 Tekstura

Christensen in sod. (2011a) ugotavljajo značilen vpliv tako temperature kot časa topotne obdelave prašičjega mesa na instrumentalno izmerjeno mehkobo. Tako senzorični kot instrumentalni rezultati za mehkobo mesa se v našem poskusu pri prašičjem mesu jasno razlikujejo glede na režim, saj je meso obdelano na 58_20 najbolj mehko, najtrše pa pri režimu 53_3 (preglednice 10, 11 in 12). Na mehkobo prašičjega mesa sta značilno vplivala tako temperatura kot trajanje topotne obdelave. Več vzorcev obdelanih z režimom 58_20 je bilo ne glede na postopek topotne obdelave pretirano mehkih in drobljivih, izgubila se je struktura mesa.

Christensen in sod. (2013) ugotavljajo značilen vpliv temperature in časa topotne obdelave na mehkobo mesa mladih bikov, pripravljenega po postopku dolgotrajnega kuhanja pri nizkih temperaturah. V naši študiji, ki smo jo opravili na govejem mesu, smo opazili, da razlike v mehkobi vzorcev niso tako očitne. Tako instrumentalna kot senzorična analiza sta pokazali, da je najbolj mehko goveje meso, topotno obdelano z režimom 58_3,

instrumentalne meritve pa kažejo, da je najtrše meso, obdelano po režimu 53_20 (preglednica 10). Pri instrumentalnih meritvah tekture izstopajo pečeni vzorci pri režimu 53_3, ki so bolj mehki v primerjavi z ostalimi vzorci obdelanimi pri temperaturi 53 °C.

Vpliv postopkov topotne obdelave na mehkobo mesa je majhen, s postopkom *sous-vide* praviloma pridobimo najmehkejše vzorce, sledita postopka BIO in pečenje.

Pri višji temperaturi in daljšem času topotne obdelave se povečuje obseg denaturacije in geliranja kolagena v mesu, kar pri temperaturah med 50 °C in 60 °C poveča njegovo mehkobo (Christensen in sod., 2000). Slednja ugotovitev velja v naši študiji za prašičje meso, v manjši meri pa pri govejem mesu.

5.1.3 Oksidacija

Oksidacija maščobnih kislin je odvisna od trajanja in temperature topotne obdelave. Čeprav so pri postopku dolgotrajne topotne obdelave pri nizkih temperaturah temperature nižje kot pri klasični topotni obdelavi, meso zadržimo na tej temperaturi znatno daljši čas kot pri klasičnih postopkih.

Z določitvijo peroksidnega števila smo ugotovili prisotnost primarnih produktov oksidacije (hidroperoksidov) v analiziranih vzorcih. Opazili smo očitno razliko v peroksidnem številu glede na vrsto mesa. Pri vzorcih prašičjega mesa so peroksidna števila zelo nizka, v veliko primerih celo pod mejo detekcije (preglednica 6). Zanimivo je, da smo začetno stopnjo oksidacije opazili pri 3 urnih režimih pri pečenju in 20 urnih režimih pri postopku *sous-vide*. Najvišje peroksidno število smo opazili pri vzorcih prašičjega mesa, obdelanih po postopku *sous-vide* pri režimu 53_3.

Torej, pri vzorcih govejega mesa so peroksidna števila višja v primerjavi s prašičjim mesom. Najnižja peroksidna števila izkazujejo vzorci, obdelani s postopkom BIO, najvišja pa s postopkom *sous-vide*, razen pri režimu 58_3, kjer močno izstopajo pečeni vzorci s precej višjimi peroksidnimi števili od vseh ostalih rezultatov (ti vzorci so se zaradi nedoseganja primerne središčne temperature pekli 9,5 h in ne 3 h, kolikor smo načrtovali). Noben rezultat ne presega priporočene vrednosti za peroksidno število. Razlog za nizko peroksidno število je lahko ta, da peoksidi še niso nastali, po drugi strani pa so peroksidi lahko že razpadli v produkte sekundarne oksidacije.

Test s tiobarbiturno kislino uporabljamo za določanje oksidacijske stopnje maščobe. Rezultati določanja TBK se zato razlikujejo od rezultatov peroksidnega števila. Najvišja števila TBK smo opazili pri režimu 58_20, števila za režima 58_3 in 53_20 so skoraj enaka, pri režimu 53_3 pa so za polovico nižja od ostalih. Prav tako so pri obeh vrstah mesa največje razlike v oksidaciji pri pečenju, kar nakazuje, da režim topotne obdelave najbolj vpliva na oksidacijo pri suhih topotnih postopkih. Za razliko od peroksidnega števila pa postopek BIO pri obeh vrstah mesa izkazuje najvišje število TBK. Pri govejem mesu ima najnižje rezultate pečenje pri vseh režimih razen 58_3, kjer je topotna obdelava potekala dalj časa kot pri BIO in *sous-vide* postopku, pri prašičjem mesu pa so rezultati najnižji za *sous-vide* postopek.

Iz rezultatov lahko sklepamo, da trajanje, temperatura, način topotne obdelave in maščobnokislinska sestava, ki je posledica vrste mesa vplivajo na stopnjo oksidacije maščob v topotno obdelanem mesu. Glede na režim topotne obdelave se rezultati ujemajo s pričakovanji, saj ima najvišjo stopnjo oksidacije režim z višjo temperaturo in daljšim trajanjem obdelave, najnižjo pa krajši režim na nižji temperaturi. Nekoliko so presenetljivi rezultati glede na način topotne obdelave, saj smo pričakovali, da bodo vzorci obdelani s postopkom *sous-vide* manj oksidirani od ostalih zaradi topotne obdelave v vakuumski vrečki.

Roldan (2014) navaja manjše število TBK v jagnjetini, obdelani s postopkom *sous-vide* pri višjih temperaturah in podaljšanem trajanju topotne obdelave. V našem primeru pojava nismo opazili, z izjemo govedine, pečene pri temperaturi 58 °C, kjer so števila TBK nekoliko višja pri vzorcih 3 urnega režima kot pa pri 20 urnem režimu. Razlog za manjša števila TBK bi lahko bila reaktivnost malondialdehida (MDA) z drugimi komponentami v mesu, ki imajo primarno amino skupino, kot so na primer beljakovine, fosfolipidi, DNK in amino kisline (Ventanas in sod., 2007). Te reakcije zmanjšajo količino MDA in ostalih lipidnih karbonilnih spojin, kar posledično zmanjša število TBK. Najverjetnejše višje temperature povečajo hitrost reakcij med MDA in ostalimi snovmi, zato so števila TBK lahko nižja pri višjih temperaturah, ter daljših časih topotne obdelave (Roldan, 2014). Najvišja števila TBK za do 24 ur *sous-vide* kuhanje jagnjetina na višjih temperaturah (60-80 °C) so 2,45 (Roldan, 2014). Pri klasičnih postopkih topotne obdelave zrezkov (pečenje, cvrenje, mikrovalovka, žar) Iberskih prašičev pa so najvišja števila TBK okoli 1,35 (Broncano in sod., 2009), medtem ko so v našem primeru najvišja števila 1,57 za goveje in 1,64 za prašičje meso.

Posledica oksidacije maščobnih kislin v mesu je tudi pojav arome po postanem oziroma WOF arume, ki se lahko pojavi v mesu, ki se zadržuje dalj časa na višjih temperaturah. V povprečju je bila aroma po postanem najbolj prisotna pri vzorcih obdelanih s postopkom BIO, manj pri *sous-vide* postopku, komaj opazna je bila pri pečenih vzorcih. Aroma po postanem je bila najbolj izražena režimu 58_20, manj pri 53_20, sledi 58_3, pri režimu 53_3 pa arume po postanem preizkuševalci niso zaznali pri nobenem vzorcu. V povprečju so imeli vzorci prašičjega mesa nekoliko bolj izraženo aromo po postanem kot vzorci govejega mesa.

5.1.4 Aroma

Prekuševalci v intenzivnosti mesne arume med različnimi vzorci niso opazili večjih odstopanj. Na splošno je mesna aroma nekoliko manj izražena pri pečenih vzorcih, kjer gre najverjetnejše za prekrivanje mesne arume z bolj intenzivnimi aromami po pečenju. Pri govejem mesu je mesna aroma nekoliko bolj izražena v vzorcih, obdelanih z daljšimi režimi, pri prašičjem pa v vzorcih, obdelanih pri nižji temperaturi.

Aromo po kuhanem so preskuševalci opazili pri pečenih vzorcih v omejenem obsegu. Aroma po kuhanem v pečenih vzorcih je bila najbolj izražena pri režimu 53_3, nekoliko manj pri 58_3, pri 20 urnih režimih pa je aroma po kuhanem komaj zaznavna. Najbolj intenzivno aromo po kuhanem so preskuševalci ocenili pri postopkih BIO in *sous-vide*, in

sicer pri režimu 58_20, najmanj pa pri režimu 53_3. Postopka BIO in *sous-vide* se v aromi po kuhanem ne razlikujeta.

Aromo po pečenem so preskuševalci opazili le v pečenih vzorcih, izjemoma pa tudi pri govejem mesu v 3 urnih režimih postopka *sous-vide*. Aroma po pečenem je bila najbolj izražena pri vzorcih režima 53_20, najmanj pa pri 53_3. Zdi se, da na aroma po pečenem močneje vpliva trajanje obdelave kot temperatura, zanimivo pa je tudi, da je ta aroma bolj izražena v vzorcih, obdelanih pri nižji temperaturi. Pri 3 urnih režimih tega pojava ne moremo opazovati, saj so se vzorci 58_3 pekli dlje od predvidenih treh ur.

V nekaterih primerih so preskuševalci v aromi vzorcev opazili tudi kislo noto. Na splošno lahko rečemo, da so v vzorcih, obdelanih pri nižji temperaturi, pogosteje zaznali kislo aroma, pri podaljšani obdelavi pa so to noto redkeje zaznali. Kisla aroma je bila pogosteje izražena v vzorcih *sous-vide*, najredkeje pa v pečenih.

Pri govejem mesu so preizkuševalci zaznali grenak priokus v zelo omejenem obsegu, in sicer le pri pečenju pri višji temperaturi. Pri prašičjem mesu so grenak priokus pogosteje zaznali, in sicer predvsem pri vzorcih, obdelanih pri nižjih temperaturah vseh načinov topotne obdelave, medtem ko je pri višjih temperaturah prisoten le pri pečenju. Pri tem izstopata postopka BIO in *sous-vide* pri režimu 53_3, kjer je ta lastnost skoraj točko višja kot pri ostalih načinih topotne obdelave, nekoliko višjo vrednost ima tudi pečenje pri režimu 58_3. Več grenkega priokusa v vzorcih, obdelanih pri nižjih temperaturah, so ugotovili tudi Christensen in sod. (2012), poleg tega pa so opazili, da je grenkost manj izražena pri podaljšanih topotnih obdelavah pri obeh temperaturah (53 in 59 °C), kar je vidno tudi v naši študiji pri prašičjem mesu, obdelanem pri temperaturi 53 °C.

Kot je že omejeno pri poglavju o oksidaciji med topotno obdelavo, se med postopki topotne obdelave pogosto tudi aroma po postanem, ki je opazno bolj prisotna pri daljšem času topotne obdelave in višji temperaturi.

5.1.5 Barva

Med topotno obdelavo mesa pride do spremembe barve. Iz rdeče barve surovega mesa prehaja v roza in kasneje sivo barvo topotno obdelanega mesa. Te spremembe so posledica denaturacije mioglobina, sarkoplazemske beljakovine, ki daje barvo mesu. Površina mesa pri topotni obdelavi hitro preide v sivo barvo, pri suhih postopkih pa prehaja v rjavo zaradi poteka Maillardove reakcije (Christensen in sod., 2012). Pričakovali smo, da režim topotne obdelave ne bo pomembnejše vplival na barvo površine, saj je na površini hitro dosežena temperatura komore/okolice. Nekoliko večji vpliv smo pričakovali pri pečenju, kjer sta obseg izsušitve in potek Maillardove reakcije odvisna od časa in temperature topotne obdelave.

Pri interpretiranju barve površine vzorcev je potrebno sočasno vrednotiti sive, rjave in rdeče odtenke barve. Rdeča barva je lahko posledica nedenaturiranega mioglobina zaradi nizkih temperatur pečenja, ta pa se pri suhem postopku izsuši in posledica je rdeča barva površine mesa. Torej, na pečenih vzorcih nedvomno prevladujeta rdeč in siv odtenek, brez odtenkov rjave, ki pa je karakterističen odtenek za vzorce, obdelane s postopkom BIO in

sous-vide. Rdeč in siv odtenek sta bistveno močnejše izražena pri vzorcih govejega mesa kot prašičjega mesa, kar daje površini govejega mesa temno, nasičeno rdečo barvo, prašičjemu mesu pa bolj svetle, belkaste odtenke rožnate barve. Pri vseh postopkih je poleg rdečega oziroma rjavega odtenka na površini opazen tudi siv odtenek, ki ga je nekoliko manj pri *sous-vide* postopku. Rjava barva je bolj izražena pri 20 urnih režimih, rdeča pa se ne razlikuje glede na režim, le pri prašičjem mesu je nekoliko manj izražena pri obeh skrajnih režimih (53_3 in 58_20).

Meso pripravljeno do temperature 60 °C je presno pripravljeno in je na prerezu rožnate barve. Kljub dejству, da topotna obdelava poteka pod temperaturo denaturacije mioglobina, smo pričakovali opazen vpliv režima na barvo prereza. Z višanjem temperature in podaljševanjem časa obdelave se poveča obseg denaturacije mioglobina in posledično zmanjša rožnata barva ter poveča siva barva na prerezu tudi pri topotni obdelavi pod 60 °C, kar so potrdili tudi Christensen in sod. (2012) in Vaudagna (2002). Oksigenacija mioglobina poteče le na nativnem mioglobinu, ko je ta izpostavljen kisiku. Pričakovali smo torej, da bo oksigenacija sorazmerna z rožnato barvo prereza.

Preskuševalci so opazili bolj izražen rožnat odtenek pri pečenih vzorcih kot pri postopkih *sous-vide* in BIO, in sicer najverjetneje zaradi počasnejšega prenosa topote pri suhem postopku. V povprečju so preskuševalci najmanj rožnate opazili na vzorcih, obdelanih po režimu 53_3, največ pa pri pečenju pri 58 °C za 3 ure. Pri tem pa je zanimivo, da obseg oksigenacije pri teh parametrih ni najbolj obsežen. Roza odtenek na prerezu je pri prašičjem mesu relativno enakomeren ne glede na režim. Pri govedini se prisotnost roza odtenka precej razlikuje glede na režim in način topotne obdelave. Pri vlažnih postopkih so vrednosti višje pri daljših režimih, pri pečenju pa pri višji temperaturi.

Preskuševalci so opazili, da je oksigenacija najbolj obsežna pri režimu 53_3, pri režimu 58_20 pa pri prašičjem mesu sploh ni opazna. Med postopki ima pečenje nekoliko višjo povprečno oceno od rezultatov za BIO in *sous-vide* postopek. Na splošno pa je obseg oksigenacije pri govejem mesu bistveno večji kot pri prašičjem mesu.

Pri instrumentalnem merjenju barve vrednost a^* napoveduje stopnjo denaturacije mioglobina. Meso, pripravljeno pri nižji temperaturi, je bolj rdeče in ima višjo vrednost a^* . Z višanjem temperature in časa topotne obdelave se poveča vrednost b^* , ki prikazuje prisotnost rjave barve. Ta nastane zaradi tvorbe metmioglobina in njegove denaturacije (Roldán in sod., 2013). Vrednost L^* opisuje svetlost vzorca, višja je vrednost parametra, bolj je barva svetla.

Način topotne obdelave vpliva na barvo površine, kjer izstopa pečenje s temnejšo in bolj rdečo barvo (manjša vrednost L^* , večja vrednost a^*), rdeča je bolj izražena pri prašičjem mesu. Na barvo prereza ima večji vpliv režim topotne obdelave, kjer ima, režim 53_3 največje vrednosti a^* in manjše vrednosti b^* in L^* , režim 58_20 pa obratno. Po oksigenaciji prereza se pri govejem mesu vrednosti a^* in b^* povečata, pri prašičjem mesu pa le vrednost b^* , vrednost a^* pa se pri režimih z višjo temperaturo celo zmanjša. Rezultati so v skladu s pričakovanji, saj je pri režimu z nižjo temperaturo in krajšim časom mioglobin denaturiral v manjšem obsegu, pri daljšem režimu na višji temperaturi pa v večjem.

Vse barve so bolj intenzivne pri govejem mesu v primerjavi s prašičjem zaradi večje vsebnosti mioglobina v govejem mesu.

5.2 SKLEPI

Na podlagi pridobljenih rezultatov smo prišli do naslednjih zaključkov o primernosti obdelave mesa pri nizkih temperaturah:

- Režim toplotne obdelave (temperatura/časa obdelave) značilno vpliva na **izgubo mase**, ne glede na vrsto mesa in uporabljen način toplotne obdelave: $58_{_20} > 53_{_20} \cong 58_{_3} > 53_{_3}$; prav tako na izgubo mase vpliva tudi način toplotne obdelave: pečenje > BIO > *sous-vide*.
- **Rdeča barva na površini** je bolj izrazita pri govejem mesu in je prisotna le pri postopku pečenja, režim pa ne vpliva na rdečo barvo površine. Pri senzoričnem ocenjevanju **roza barve prereza** so preskuševalci ocenili pri govejih vzorcih v povprečju večjo izraženost rožnate kot pri prašičjem mesu. Opazili so tudi nekoliko bolj izražen rožnat odtenek pri pečenih vzorcih kot pri postopkih *sous-vide* in BIO. V povprečju je najmanj rožnate prisotne na vzorcih, obdelanih po režimu $53_{_3}$, največ pri režimu $58_{_3}$. Pri vlažnih postopkih so vrednosti višje pri daljših režimih, pri pečenju pa pri višji temperaturi. **Oksigenacija** je najbolj obsežna pri režimu $53_{_3}$, najmanj pa pri režimu $58_{_20}$. Med postopki ima pečenje nekoliko višjo povprečno oceno od rezultatov za postopka BIO in *sous-vide*. Na splošno je obseg oksigenacije pri govejem mesu bistveno obsežnejši kot pri prašičjem mesu.
- Pri **instrumentalnem merjenju barve prereza** so med režimi največje razlike pri parametru a^* , ki opisuje rdečo barvo: $53_{_3} > 58_{_3} > 53_{_20} > 58_{_20}$. V povprečju se po oksigenaciji vrednosti a^* in b^* povečata pri vseh načinih toplotne obdelave, najbolj pri režimu $53_{_3}$ in $58_{_3}$. Oksigenacija je bolj intenzivna pri govejem mesu, med postopki pa je oksigenacija manj obsežna pri pečenih vzorcih v primerjavi s postopkom BIO in *sous-vide*.
- Z večanjem izgube mase med toplotno obdelavo se poslabšata **vlažnost prereza in sočnost**. Najbolj sočni so vzorci, pripravljeni s postopkom *sous-vide*, sledi postopek BIO, najbolj suhi so pečeni vzorci. Z daljšim časom in višjo temperaturo toplotne obdelave se sočnost slabša: $53_{_3} > 58_{_3} > 53_{_20} > 58_{_20}$.
- **Mehkoba** je najbolj izrazita pri vzorcih, obdelanih pri režimu $58_{_20}$, sledita režima $53_{_20}$ in $58_{_3}$, najtrši pa so bili vzorci, obdelani pri pogojih $53_{_3}$. V povprečju se načini toplotne obdelave po mehkobi ne razlikujejo.
- **Oksidacija** maščob (**peroksidno število in število TBK**) je bolj opazna na vzorcih, obdelanih pri višjih temperaturah in daljšem času toplotne obdelave ($58_{_20} > 53_{_3}$) ter vzorcih, obdelanih s postopkom BIO (nižje peroksidno število in višje vrednosti za TBK) v primerjavi s pečenjem in postopkom *sous-vide*. Goveje meso ima v primerjavi s prašičjem mesom višje vrednosti za peroksidno število in nižje za TBK. **Aroma po postanem** (kot pokazatelj obsega oksidacije) je v povprečju najbolj prisotna pri vzorcih, obdelanih s postopkom BIO, manj pri *sous-vide* postopku, pri pečenih vzorcih je komaj opazna. Tudi režim toplotne obdelave značilno vpliva na aroma po postanem: $58_{_20} > 53_{_20} > 58_{_3} > 53_{_3}$.

6 POVZETEK

Priprava mesa pri nizkih temperaturah med 50 in 65 °C, ki traja več ur, je ena ponovno odkritih gastronomskih tehnik toplotne obdelave mesa, pri kateri je poudarek na mehkobi in sočnosti tako pripravljenega mesa, aroma pa je nežnejša v primerjavi s klasičnimi postopki toplotne obdelave.

Zaradi počasne priprave na nižjih temperaturah, potekajo v mesu nekoliko drugačni procesi kot pri klasičnih načinih priprave. Zato lahko s to tehniko tudi nekoliko slabše kose mesa pripravimo do polpresne stopnje pečenosti, ti pa bodo kljub temu mehki in sočni. Zaradi bistveno daljše toplotne obdelave, pa lahko kljub nižji temperaturi pride do nekaterih neprijetnosti, kot sta povečana oksidacija maščob in verjetno tudi beljakovin.

V nalogi smo ovrednotili fizikalno-kemijske, instrumentalne in senzorične lastnosti mesa, pripravljenega z dolgotrajno toplotno obdelavo pri nizkih temperaturah. Preučili smo kako na lastnosti tako pripravljenega mesa vplivajo čas, temperatura in način toplotne obdelave ter vrsta mesa. Preverili smo kako ti parametri vplivajo na sestavo mesa, barvo, teksturo, aroma in stopnjo oksidacije ter preverili na katere od teh lastnosti imajo pogoji toplotne obdelave največji vpliv.

Za nalogi smo uporabili dolge hrbtne mišice (*m. longissimus dorsi*) šestih prašičev in šestih mladih bikcev slovenske reje. Vzorce govejega in prašičjega mesa smo toplotno obdelali na tri načine (*sous-vide*, v pari – postopek BIO in v suhi topoti – pečenje), pri dveh temperaturah (53 °C in 58 °C), obdelava je trajala 3 h ali 20 h. Vsako kombinacijo parametrov smo opravili v šestih ponovitvah. Iz hrbtne mišice vsake živali smo en kos shranili za analize na presnem mesu.

Takoj po toplotni obdelavi smo vzorce stehtali in senzorično ocenili. Ocenjevanje je opravil senzorični panel treh preskuševalcev, ekspertov s področja mesnih izdelkov. Panel je uporabil test točkovanja lastnosti iz skupine deskriptivnih analiz s strukturirano točkovno lestvico z vrednostmi od 0 do 4.

Takoj po toplotno obdelavi smo instrumentalno izmerili barvo s kromometrom Minolta CR-200. Strižno silo mišic smo merili z univerzalnim instrumentom za mehanično testiranje TAXT plus texture analyser (Stable Micro Systems, Velika Britanija). Uporabili smo Warner-Brazler "V" glijotino debeline 3 mm, ki vsebuje trikotno odprtino s kotom 60°. Vzorce smo nato homogenizirali in jim izmerili osnovno kemijsko sestavo s hitro metodo določanja, ki temelji na uporabi bližnje infrardeče svetlobe (NIR) z aparatom Food ScanTM Meat Analyser (FOSS, Danska), ki je posebej namenjen za analizo mesa in mesnih izdelkov. Poleg tega smo določili tudi število TBK in peroksidno število. Presnim vzorcem smo direktno izmerili vrednost pH z vbodno kombinirano stekleno gelsko elektrodo tipa 03 (Testo pH elektroda) priključeno na pH meter (Testo 230, Testo, Italija) opremljen s temperaturnim tipalom (Testo, 0613 2211). Vse rezultate smo statistično obdelali s programsko opremo Statistical Analysis System (SAS). Povezave med parametri so bile analizirane po z multivariatno metodo LDA (Linear Descriptive Analysis) (SPSS).

Na podlagi dobljenih rezultatov smo ugotovili, da se postopek *sous-vide* in BIO postopek v večini opazovanih lastnosti ne razlikujeta. Poleg razlik v barvi površine se postopka razlikuje v izgubi mase in mehkobi, kar je eden od bistvenih lastnosti pri tako pripravljenem mesu. Pečenje med postopki bistveno izstopa v večini opazovanih lastnosti. Pri preučevanju vpliva režima topotne obdelave smo opazili, da ima trajanje topotne obdelave nekoliko močnejši vpliv kot temperatura na večino opazovanih lastnosti.

Na izgubo mase med topotno obdelavo vplivata tako režim kot način topotne obdelave. Izgube mase so večje pri pečenju, sledi postopek BIO, najmanjše pa so pri postopku *sous-vide*. Glede na režim se izgube povečujejo z višjo temperaturo in podaljšanim časom. Z večanjem izgube mase med topotno obdelavo se poslabšata vlažnost prereza in sočnost. Najbolj sočni so vzorci, pripravljeni s postopkom *sous-vide*, sledi postopek BIO, najbolj suhi pa so pečeni vzorci. Z daljšim časom in višjo temperaturo topotne obdelave sočnost pada: 53_3 > 58_3 > 53_20 > 58_20.

Mehkoba je najbolj izrazita pri vzorcih, obdelanih pri režimu 58_20, sledita režima 53_20 in 58_3, najtrši pa so bili vzorci, obdelani pri pogojih 53_3. V povprečju se načini topotne obdelave po mehkobi ne razlikujejo.

Oksidacija je bolj intenzivna pri višjih temperaturah in daljem času, saj imajo peroksidno število, TBK in prisotnost WOF arome najvišje povprečne vrednosti pri režimu 58_20 in najnižje pri režimu 53_3. Med postopki izstopa postopek BIO, ki ima nižje vrednosti za peroksidno število in višje vrednosti za TBK in WOF aromo v primerjavi z ostalima postopkoma, ki sta primerljiva.

Barva površine mesa najbolj izstopa pri pečenih vzorcih, kjer prevladuje rdeča barva. Meso, pripravljeno s postopkom BIO in *sous-vide*, ima sivo-rjavov površino. Rjava barva površine je v večji meri odvisna od trajanja topotne obdelave, na rdečo barvo pa režim ne vpliva.

Pri ocenjevanju roza barve prereza so preskuševalci ocenili pri govejih vzorcih v povprečju večje vrednosti rožnate kot pri prašičjem mesu. Opazili so tudi nekoliko bolj izražen rožnat odtenek pri pečenih vzorcih kot pri postopkih *sous-vide* in BIO. V povprečju je najmanj rožnate prisotne na vzorcih, obdelanih po režimu 53_3, največ pa pri 58_3, kar se nekoliko razlikuje od instrumentalnih meritev, kjer je parameter a*, ki opisuje rdečo barvo, največji pri režimu 53_3, najmanjši pa pri režimu 58_20. Zanimivo je, da se rezultati instrumentalno izmerjene barve po oksigenaciji ujemajo s senzoričnimi, in nakazujejo najbolj obsežno oksigenacijo pri režimu 53_3, najmanj pa pri režimu 58_20, razlikujejo pa se glede na postopek, saj je senzorično ocenjena stopnja oksigenacije pečenih vzorcev višja v primerjavi z ostalima postopkoma, pri instrumentalnih meritvah pa nižja. Na splošno je obseg oksigenacije pri govejem mesu bistveno obsežnejši kot pri prašičjem mesu.

7 VIRI

- Agarwal S.K. 1990. Proteases cathepsins – A view. Biochemical Education, 18: 67-72
- Antony S.M., Han I.Y., Rieck J.R., Dawson P.L. 2002. Antioxidative effect of Maillard reaction products added to turkey meat during heating by addition of honey. Journal of Food Science, 67: 1719-1724
- Baldwin D.E., 2012. *Sous-vide* cooking: A review. International Journal of Gastronomy and Food Science, 1: 15-30
- Baron C.P., Jacobsen S., Purslow P.P. 2004. Cleavage of desmin by cysteine proteases: Calpains and cathepsin B. Meat Science, 68, 3: 447-456
- Belitz H.D., Grosch W., Schieberle P. 2004. Food chemistry. 3rd ed. Berlin, Springer: 1070 str.
- Bouton P.E., Harris P.V. 1981. Changes in the tenderness of meat cooked at 50– 65 °C. Journal of Food Science, 46, 2: 475-478
- Bowers J.A., Craig J.A., Kropf D.H., Tucker T.J. 1987. Flavor, color, and other characteristics of beef *Longissimus muscle* heated to 7 internal temperatures between 55 °C and 85 °C. Journal of Food Science, 52: 533-536
- Broncano J., Petron M., Parra V., Timon M. 2009. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in *Latissimus dorsi* muscle of Iberian pigs. Meat Science, 83: 431-437
- Brooks J.C., Savell J.W. 2004. Perimysium thickness as an indicator of beef tenderness. Meat Science, 67: 329-334
- Bučar F. 1997. Meso – poznavanje in priprava. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 266 str.
- Byrne D.V., Bredie W.L.P., Mottram D.S., Martens M. 2002. Sensory and chemical investigations on the effect of oven cooking on warmed-over flavour development in chicken meat. Meat Science, 61: 127-139
- Charley H., Weaver C. 1998. Foods: A scientific approach. 3rd ed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc: 582 str.
- Chopra H. K., Panesar P. S., Singh P. 2010. Food chemistry. Oxford, Alpha Science International Ltd.: 73-121
- Christensen M., Purslow P.P., Larsen L.M. 2000. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. Meat Science, 55: 301-307
- Christensen L., Ertbjerg P., Aaslyng M.D., Christensen M. 2011a. Effect of prolonged heat treatment from 48 °C to 63 °C on toughness, cooking loss and color of pork. Meat

Science, 88: 280-285

Christensen L., Bertram H.C., Aaslyng M.D., Christensen M. 2011b. Protein denaturation and water–protein interactions as affected by low temperature long time treatment of porcine *Longissimus dorsi*. Meat Science, 88: 718-722

Christensen L., Gunvig A., Tørngren M.A., Aaslyng M.D., Knøchel S., Christensen M. 2012. Sensory characteristics of meat cooked for prolonged times at low temperature. Meat Science, 90: 485-489

Christensen L., Ertbjerg P., Løje H., Risbo J., van den Berg F.W.J., Christensen M. 2013. Relationship between meat toughness and properties of connective tissue from cows and young bulls heat treated at low temperatures for prolonged times. Meat Science, 93: 787-795

Church I.J., Parsons A.L. 2000. The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and *sous-vide* methods. International Journal of Food Science and Technology, 35: 155-162

Elmore J.S., Mottram D.S., Enser M., Wood J.D. 1999. Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 1619-1625

Ertbjerg P., Larsen L.M., Moller A.J. 1999. Effect of prerigor lactic acid treatment on lysosomal enzyme release in bovine muscle. Journal of the Science of Food and Agriculture, 79: 95-100

Gašperlin L., Polak T., Šegatin N. 2011. Tehnologije mesa in mesnin II, vaje za predmet Tehnologije mesa in mesnin. Interno gradivo za študente živilstva. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 31 str.

Golob T., Jamnik M., Bertoncelj J., Kropf U. 2005. Senzorična analiza: metode in preskuševalci. Acta Agriculturae Slovenica, 85, 1: 55-66

Hotchkiss J.H., Parker R.S. 1990. Toxic compounds produced during cooking and meat processing. V: Meat and health. Advances in meat research. Vol. 6. Pearson A.M., Dutson T.R. (ed.). London, Elsevier Applied Science: 105-134

Kakovič D. 2013. Pakiranje presnih perutninskih pleskavic s povečano vsebnostjo n-3 maščobnih kislin. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 81 str.

Kanner J. 1994. Oxidative processes in meat and meat products: Quality implications. Meat Science, 36: 169-189

King N.J., Whyte R. 2006. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. Journal of Food Science, 71: R31–R40

Kingston E.R., Monahan F.J., Buckley D.J., Lynch P.B. 1998. Lipid oxidation in cooked

- pork as affected by vitamin E, cooking and storage conditions. *Journal of Food Science*, 63: 386-389
- Lazaridou A., Biliaderis C.G., Bacandritsos N., Sabatini A.G. 2004. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *Journal of Food Engeneering*, 64: 9-21
- Laakkonen E., Wellington G.H., Sherbon J.W. 1970. Low-temperature, long-time heating of bovine muscle. 1. Changes in tenderness, water-binding capacity, pH and amount of water-soluble components. *Journal of Food Science*, 35: 175-180
- Lebarič M. 2011. Dinamika procesov zorenja v različnih mišicah goved. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 82 str.
- Lepetit J. 2007. A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Science*, 76, 1: 147-159
- Lepper-Blilie A.N., Berg E.P., Buchanan D.S., Keller W.L., Maddock-Carlin K.R., Berg P.T. 2014. Effectiveness of oxygen barrier oven bags in low temperature cooking on reduction of warmed-over flavor in beef roasts. *Meat Science*, 96: 1361-1364
- Lewis G.J., Purslow P.P. 1989. The strength and stiffness of perimysial connective tissue isolated from cooked beef muscle. *Meat Science*, 26: 255-269
- Light N.D., Champion A.E., Voyle C., Bailey, A.J. 1985. The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture of six bovine muscles. *Meat Science*, 13: 137-149
- Morrissey P.A., Sheehy P.J.A., Galvin K., Kerryh J.P., Buckleyh D.J. 1998. Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49, Suppl. 1: S73-S86
- Martens H., Stabursvik E., Martens M. 1982. Texture and color changes in meat during cooking related to thermal-denaturation of muscle proteins. *Journal of Texture Studies*, 13, 3: 291-309
- Mottram D. 1994. Meat flavour. V: Understanding natural flavors. Piggott J.R., Patterson A. (ed.). Glasgow, Chapman&Hall: 140-163
- Mottram D.S. 1998. Flavour formation in meat and meat products: A review. *Food Chemistry*, 62: 415-424
- Mutungi G., Purslow P., Warkup C. 1996. Influence of temperature, fibre diameter and conditioning on the mechanical properties of single muscle fibres extended to fracture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72: 359-366
- Ozguven A., Ozcelik Y. 2013. Investigation of some property changes of natural building stones exposed to fire and high heat. *Construction and Building Materials*, 38: 813-821
- Palka K., Daun H. 1999. Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of

- bovine M-semitendinosus during heating. *Meat Science*, 51: 237-243
- del Pulgar J.S., Gazquez A., Ruiz-Carrascal J. 2012. Physico-chemical, textural and structural characteristics of *sous-vide* cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Science*, 90, 3: 828-835
- Purslow P.P., Trotter J.A. 1994. The morphology and mechanical properties of endomysium in series-fibred muscles; variations with muscle length. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 15: 299-304
- Purslow P.P. 2005. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science*, 70: 435-447
- Rhee K.S., Ziprin Y.A. 1987. Lipid oxidation in retail beef, pork and chicken muscles as affected by concentrations of heme pigments and nonheme iron and microsomal enzymatic lipid-peroxidation activity. *Journal of Food Biochemistry*, 11: 1-15
- Rhee K.S., Anderson L.M., Sams A.R. 1996. Lipid oxidation potential of beef, chicken, and pork. *Journal of Food Science*, 61: 8-12
- Rojas M.C., Brewer M.S. 2007. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of cooked, refrigerated beef and pork. *Journal of Food Science*, 72: 282-288
- Roldán M., Antequera T., Martín A., Mayoral A.I., Ruiz J. 2013. Effect of different temperature-time combinations on physicochemical, microbiological, textural and structural features of *sous-vide* cooked lamb loins. *Meat Science*, 93: 572-578
- Roldan M., Antequera T., Armenteros M., Ruiz J. 2014. Effect of different temperature-time combinations on lipid and protein oxidation of *sous-vide* cooked lamb loins. *Food Chemistry*, 149: 129-136
- Rose R.C., Bode A.M. 1993. Biology of free radical scavengers: an evaluation of ascorbate. *FASEB Journal*, 7: 1135-1137
- Rowe R.W.D. 1981. Morphology of perimysial and endomysial connective tissue in skeletal muscle. *Tissue Cell*, 13: 681-690
- Sarraga C., Garcia Regueiro J.A. 1999. Membrane lipid oxidation and proteolytic activity in thigh muscles from broilers fed different diets. *Meat Science*, 52: 213-219
- Shahidi F., Wanasundara U. N. 2008. Methods of measuring oxidative rancidity in fats and oils. V: *Food lipids, chemistry, nutrition and biotechnology*. 3rd ed. Akoh C. C., Min D. B. (eds.). New York, CRC Press: 377-384
- Shahidi F., Zhong Y. 2010. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39: 4067-4079
- Shorthose W.R., Harris P.V. 1990. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *Journal of Food Science*, 55: 1-14

Skibsted L.H., Mikkelsen A., Bertelsen G. 1998. Lipid-derived off flavours in meat. V: Flavour of meat, meat products and seafoods. Shahidi F. (ed.). London, Blackie Academic & Professional: 217-256

Skvarča M. 2000. Zdravstveni vidiki razgradnje maščob med skladiščenjem in pripravo mesa. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. Posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani, Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 137-151

Tornberg E. 2005. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. Meat Science, 70: 493-508

Tiwari B.K., O'Donnell T. 2012. Thermal processing of meat and meat products. V: Thermal food processing: new technologies and quality issues. 2nd ed. Da-Wen S. (ed.). New York, CRC Press: 195-220

Vaudagna S.R., Sanchez G., Neira M.S., Insani E.M., Picallo A.B. Maria M. Gallinger M.M., Lasta J.A. 2002. *Sous-vide* cooked beef muscles: effects of low temperature–long time (LT–LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. International Journal of Food Science and Technology, 37: 425-441

Ventanas S., Estevez M., Delgado C.L., Ruiz J. 2007. Phospholipid oxidation, non-enzymatic browning development and volatile compounds generation in model systems containing liposomes from porcine *Longissimus dorsi* and selected amino acids. European Food Research and Technology, 225: 665-675

Žlender B. 2000. Oksidacija in stabilnost mesa in mesnin. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 26. in 27. oktober 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 129-138

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici, prof. dr. Lei Demšar za vso pomoč pri nastajanju magistrske naloge, tako pri eksperimentalnem in senzoričnem delu, kot tudi pri statistični obdelavi podatkov in oblikovanju naloge.

Somentorju doc. dr. Tomažu Polaku se zahvaljujem za senzorično analizo in pomoč pri laboratorijskem delu ter za strokoven pregled magistrske naloge.

Doc. dr. Nataši Šegatin se zahvaljujem za natančno recenzijo in nasvete glede naloge.

Za senzorično analizo ter pomoč in potrežljivost v laboratoriju se zahvaljujem Mojci Malenšek.

Nenazadnje se zahvaljujem družini in prijateljem za vso podporo in potrežljivost skozi študijska leta.

PRILOGE

Priloga A: Vpliv vrste mesa na njegovo kemijsko sestavo po topotni obdelavi v odvisnosti od načina in režima topotne obdelave

Parameter (mg/100 g)	TO/T-t	Meso	53_20	53_3	58_20	58_3
voda	BIO	prašičje	64,85 ^b	67,33 ^b	63,70 ^b	66,62
		goveje	68,15 ^a	68,56 ^a	66,11 ^a	67,29
		p_M (SEM)	** (1,44)	* (0,85)	* (1,56)	nz (1,08)
	P	prašičje	63,72	68,24 ^b	60,59	64,51
		goveje	62,19	69,59 ^a	59,92	64,67
		p_M (SEM)	nz (1,41)	** (0,58)	nz (2,22)	nz (1,94)
	SV	prašičje	66,22	68,21	64,29 ^b	67,33
		goveje	68,50	68,59	66,66 ^a	67,91
		p_M (SEM)	nz (1,86)	nz (1,05)	* (1,48)	nz (0,91)
beljakovine	BIO	prašičje	31,15	29,80 ^a	33,06	31,34 ^a
		goveje	29,52	27,79 ^b	31,61	28,84 ^b
		p_M (SEM)	nz (1,46)	*** (0,65)	nz (1,30)	** (1,04)
	P	prašičje	33,21 ^b	29,35 ^a	33,71	33,06 ^a
		goveje	35,01 ^a	26,20 ^b	36,23	30,95 ^b
		p_M (SEM)	* (1,17)	*** (0,89)	nz (3,86)	** (1,10)
	SV	prašičje	30,64 ^a	30,08 ^a	32,86 ^a	30,60 ^a
		goveje	29,04 ^b	27,05 ^b	31,16 ^b	29,08 ^b
		p_M (SEM)	* (0,98)	*** (0,93)	* (1,26)	* (1,00)
mašcobe	BIO	prašičje	7,13	5,06	6,87	4,81
		goveje	4,44	4,37	4,74	4,57
		p_M (SEM)	nz (2,34)	nz (1,36)	nz (2,06)	nz (2,09)
	P	prašičje	6,11	3,99	7,53	5,55
		goveje	4,36	3,98	5,31	4,90
		p_M (SEM)	nz (1,63)	nz (1,00)	nz (3,64)	nz (2,16)
	SV	prašičje	5,97	4,03	6,53	4,70
		goveje	3,99	5,45	4,86	4,27
		p_M (SEM)	nz (2,35)	nz (2,08)	nz (2,65)	nz (1,69)
kolagen	BIO	prašičje	0,55	0,60 ^b	0,80	0,57 ^b
		goveje	0,76	0,87 ^a	1,08	0,87 ^a
		p_M (SEM)	nz (0,17)	* (0,16)	nz (0,44)	* (0,21)
	P	prašičje	0,72	0,79 ^b	1,00	0,49 ^b
		goveje	0,78	1,23 ^a	1,24	1,24 ^a
		p_M (SEM)	nz (0,26)	* (0,27)	nz (0,64)	** (0,39)
	SV	prašičje	0,46 ^b	0,50 ^b	0,54	0,78
		goveje	0,81 ^a	1,44 ^a	0,71	0,97
		p_M (SEM)	* (0,25)	*** (0,31)	nz (0,27)	nz (0,60)

značilnost vpliva: *** $p \leq 0,01$ statistično zelo visoko značilen vpliv, ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv, * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv, nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; p_M – statistična verjetnost vpliva vrste mesa; SEM, standardna napaka povprečja; vrednosti z različno nadpisano črko (^{a,b}) znotraj stolpca po parametru se statistično značilno razlikujejo ($p \leq 0,05$; značilnost razlik med vrstami mesa).

Priloga B: Vpliv vrste mesa na izgube mase med topotno obdelavo, peroksidno število in TBK v odvisnosti od načina in režima topotne obdelave

Parameter (mg/100 g)	TO/T-t	Meso	53_20	53_3	58_20	58_3
izguba mase (%)	BIO	goveje	20,59	13,79	25,19	21,55
		prašičje	24,92	15,21	27,03	20,90
		p_M (SEM)	nz (2,69)	nz (2,09)	nz (2,98)	nz (1,62)
	P	goveje	34,34 ^a	15,34	38,09 ^a	27,08 ^a
		prašičje	24,96 ^b	13,44	31,33 ^b	23,82 ^b
		p_M (SEM)	*** (1,14)	nz (4,33)	** (2,12)	* (1,77)
	SV	goveje	18,08	11,38	27,27	14,68
		prašičje	17,83	10,48	27,23	17,54
		p_M (SEM)	nz (3,13)	nz (1,73)	nz (6,26)	
peroksidno število	BIO	goveje	0,78 ^a	0,65 ^a	1,55 ^a	0,75 ^a
		prašičje	0 ^b	0,05 ^b	0 ^b	0 ^b
		p_M (SEM)	*** (0,18)	*** (0,31)	*** (0,88)	*** (0,36)
	P	goveje	1,09 ^a	0,85	1,57 ^a	2,24 ^a
		prašičje	0 ^b	0,38	0 ^b	0,03 ^b
		p_M (SEM)	*** (0,38)	nz (0,84)	** (0,74)	** (1,45)
	SV	goveje	1,68 ^a	1,47 ^a	1,75 ^a	0,91 ^a
		prašičje	0,15 ^b	0 ^b	0,15 ^b	0 ^b
		p_M (SEM)	** (1,09)	*** (0,72)	* (1,79)	*** (0,25)
TBK	BIO	goveje	0,95 ^b	0,65 ^b	1,57	1,00 ^b
		prašičje	1,63 ^a	0,99 ^a	1,57	1,53 ^a
		p_M (SEM)	*** (0,28)	** (0,26)	nz (0,39)	** (0,35)
	P	goveje	0,82 ^b	0,11 ^b	1,00 ^b	1,07 ^b
		prašičje	1,36 ^a	0,37 ^a	1,64 ^a	1,56 ^a
		p_M (SEM)	*** (0,18)	*** (0,15)	*** (0,37)	*** (0,25)
	SV	goveje	1,19 ^a	0,51 ^b	1,33	0,68 ^b
		prašičje	0,87 ^b	0,66 ^a	1,37	0,98 ^a
		p_M (SEM)	* (0,30)	* (0,15)	nz (0,44)	** (0,19)

Legenda: glej priloga A.

Priloga C: Vpliv vrste mesa na instrumentalno merjene parametre barve površine in prereza ter tekture v odvisnosti od temperature/časa obdelave po postopku BIO

Parameter	Meso/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3
vrednost L*, sveži rez	goveje	58,31 ^b	55,89 ^b	60,18 ^b	58,21 ^b
	prašičje	75,99 ^a	73,76 ^a	77,24 ^a	73,90 ^a
	p _M (SEM)	*** (1,96)	*** (2,24)	*** (1,67)	*** (5,17)
vrednost a*, sveži rez	goveje	16,09 ^a	20,22 ^a	15,80 ^a	17,71 ^a
	prašičje	7,17 ^b	7,65 ^b	6,33 ^b	7,46 ^b
	p _M (SEM)	*** (1,19)	*** (1,83)	*** (0,92)	*** (1,59)
vrednost b*, sveži rez	goveje	9,00 ^a	9,10 ^a	10,78 ^a	8,92 ^a
	prašičje	8,03 ^b	6,71 ^b	8,78 ^b	7,61 ^b
	p _M (SEM)	** (0,99)	*** (1,06)	*** (0,85)	*** (0,88)
vrednost L*, oksigeniran rez	goveje	57,24 ^b	55,50 ^b	59,54 ^b	60,58 ^b
	prašičje	75,07 ^a	72,36 ^a	76,60 ^a	75,50 ^a
	p _M (SEM)	*** (1,93)	*** (2,65)	*** (1,69)	*** (2,29)
vrednost a*, oksigeniran rez	goveje	21,63 ^a	26,64 ^a	16,91 ^a	21,17 ^a
	prašičje	6,69 ^b	9,06 ^b	4,96 ^b	6,25 ^b
	p _M (SEM)	*** (2,00)	*** (2,61)	*** (1,30)	*** (1,23)
vrednost b*, oksigeniran rez	goveje	13,71 ^a	16,78 ^a	13,81 ^a	14,46 ^a
	prašičje	9,79 ^b	9,95 ^b	10,41 ^b	10,34 ^b
	p _M (SEM)	*** (0,88)	*** (0,96)	*** (0,56)	*** (0,57)
vrednost L*, površina	goveje	45,67 ^b	51,29 ^b	45,28 ^b	47,13 ^b
	prašičje	69,84 ^a	67,05 ^a	69,68 ^a	67,94 ^a
	p _M (SEM)	*** (5,34)	*** (3,02)	*** (3,84)	*** (3,30)
vrednost a*, površina	goveje	5,52 ^a	14,04 ^a	5,74 ^a	8,86 ^a
	prašičje	1,88 ^b	6,30 ^b	2,10 ^b	4,71 ^b
	p _M (SEM)	*** (0,78)	*** (1,64)	*** (0,63)	*** (0,90)
vrednost b*, površina	goveje	13,86	12,73 ^a	15,03 ^a	10,85 ^a
	prašičje	13,48	10,12 ^b	14,22 ^b	9,90 ^b
	p _M (SEM)	nz (1,40)	*** (0,47)	* (1,11)	*** (0,61)
strižna sila (N)	goveje	48,0 ^a	48,5 ^b	44,1 ^a	37,4
	prašičje	38,3 ^b	60,8 ^a	23,1 ^b	35,0
	p _M (SEM)	* (17,3)	*** (12,3)	*** (18,7)	nz (10,1)

Legenda: glej priloga A.

Priloga D: Vpliv vrste mesa na instrumentalno merjene parametre barve površine in prereza ter tekture v odvisnosti od temperature/ časa obdelave v suhi topoti (pečenje)

Parameter	Meso/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3
vrednost L[*], sveži rez	goveje	55,47 ^b	45,30 ^b	57,87 ^b	57,69 ^b
	prašičje	74,30 ^a	68,02 ^a	74,40 ^a	74,83 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (2,26)	*** (3,53)	*** (1,96)	*** (1,52)
vrednost a[*], sveži rez	goveje	18,12 ^a	21,23 ^a	16,57 ^a	18,28 ^a
	prašičje	7,58 ^b	8,65 ^b	7,03 ^b	8,68 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (1,48)	*** (1,47)	*** (1,31)	*** (1,04)
vrednost b[*], sveži rez	goveje	8,08 ^a	5,66 ^b	10,37 ^a	9,25 ^a
	prašičje	6,89 ^b	7,33 ^a	8,73 ^b	6,68 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,81)	*** (0,79)	*** (0,70)	*** (0,47)
vrednost L[*], oksigeniran rez	goveje	53,56 ^b	46,52 ^b	55,05 ^b	58,44 ^b
	prašičje	73,85 ^a	68,81 ^a	73,72 ^a	74,02 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (2,55)	*** (3,33)	*** (1,69)	*** (1,66)
vrednost a[*], oksigeniran rez	goveje	22,07 ^a	24,20 ^a	17,15 ^a	21,55 ^a
	prašičje	7,03 ^b	9,02 ^b	5,06 ^b	7,07 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (1,78)	*** (1,89)	*** (1,28)	*** (1,78)
vrednost b[*], oksigeniran rez	goveje	13,42 ^a	13,24 ^a	13,09 ^a	14,75 ^a
	prašičje	8,67 ^b	9,00 ^b	10,69 ^b	9,39 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,85)	*** (1,05)	*** (0,66)	*** (0,64)
vrednost L[*], površina	goveje	23,04 ^b	29,88 ^b	23,07 ^b	29,06 ^b
	prašičje	39,81 ^a	48,58 ^a	39,91 ^a	44,98 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (1,84)	*** (3,20)	*** (2,63)	*** (2,25)
vrednost a[*], površina	goveje	9,13 ^b	22,15 ^a	7,92 ^b	13,03 ^b
	prašičje	23,36 ^a	14,68 ^b	22,62 ^a	16,11 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (1,58)	*** (1,49)	*** (2,24)	*** (1,57)
vrednost b[*], površina	goveje	3,05 ^b	8,69 ^b	3,40 ^b	9,95 ^b
	prašičje	11,69 ^a	14,83 ^a	15,38 ^a	17,44 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,84)	*** (1,95)	*** (1,69)	*** (1,43)
strižna sila (N)	goveje	51,9 ^a	33,6 ^b	47,3 ^a	37,9 ^a
	prašičje	36,4 ^b	49,8 ^a	21,6 ^b	28,3 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (11,6)	*** (10,5)	*** (18,0)	*** (11,4)

Legenda: glej priloga A.

Priloga E: Vpliv vrste mesa na instrumentalno merjene parametre barve površine in prereza ter tekture v odvisnosti od temperature/ časa obdelave pri postopku sous-vide

Parameter	Meso/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3
vrednost L * , sveži rez	goveje	58,35 ^b	53,63 ^b	59,54 ^b	56,93 ^b
	prašičje	75,48 ^a	72,91 ^a	75,70 ^a	73,78 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (2,59)	*** (5,59)	*** (2,81)	*** (4,46)
vrednost a * , sveži rez	goveje	16,99 ^a	19,09 ^a	15,17 ^a	19,28 ^a
	prašičje	7,26 ^b	8,49 ^b	6,33 ^b	7,60 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (1,21)	*** (2,05)	*** (1,58)	*** (1,94)
vrednost b * , sveži rez	goveje	9,06 ^a	8,46 ^a	11,33 ^a	9,53 ^a
	prašičje	7,86 ^b	6,39 ^b	8,72 ^b	7,73 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,82)	*** (1,01)	*** (0,77)	*** (1,04)
vrednost L * , oksigeniran rez	goveje	58,40 ^b	56,02 ^b	58,00 ^b	59,24 ^b
	prašičje	74,25 ^a	73,63 ^a	75,97 ^a	74,82 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (2,25)	*** (2,45)	*** (2,57)	*** (1,88)
vrednost a * , oksigeniran rez	goveje	21,05 ^a	25,93 ^a	15,39 ^a	22,36 ^a
	prašičje	7,88 ^b	9,50 ^b	5,07 ^b	7,08 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (1,24)	*** (2,07)	*** (1,37)	*** (1,33)
vrednost b * , oksigeniran rez	goveje	13,49 ^a	16,61 ^a	13,52 ^a	14,78 ^a
	prašičje	10,16 ^b	9,79 ^b	10,64 ^b	10,67 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,84)	*** (0,90)	*** (0,69)	*** (0,50)
vrednost L * , površina	goveje	46,23 ^b	53,22 ^b	47,47 ^b	52,68 ^b
	prašičje	67,84 ^a	66,85 ^a	66,00 ^a	65,14 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (4,01)	*** (2,48)	*** (5,75)	*** (4,99)
vrednost a * , površina	goveje	8,75 ^a	17,75 ^a	12,89 ^a	14,57 ^a
	prašičje	6,43 ^b	9,79 ^b	6,62 ^b	9,45 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	* (3,27)	*** (1,59)	*** (1,92)	*** (1,98)
vrednost b * , površina	goveje	15,38 ^a	13,75 ^a	15,27 ^a	13,16
	prašičje	12,55 ^b	12,41 ^b	13,04 ^b	12,49
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (1,41)	*** (0,90)	*** (1,65)	nz (1,27)
strižna sila (N)	goveje	47,2 ^a	47,9 ^b	43,9 ^a	35,2
	prašičje	31,5 ^b	56,0 ^a	20,1 ^b	39,0
	<i>p_M(SEM)</i>	** (20,0)	** (13,2)	*** (14,1)	nz (9,4)

Legenda: glej priloga A.

Priloga F: Vpliv vrste mesa na senzorične lastnosti (vrednosti) v odvisnosti od temperature/časa obdelave po postopku BIO

Lastnost (0-4)	Meso/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3
pristnost sive na površini	goveje	2,4 ^a	1,9 ^a	1,0 ^a	2,4 ^a
	prašičje	0,8 ^b	0,5 ^b	0,4 ^b	0,6 ^b
	p _M (SEM)	*** (0,4)	*** (0,4)	*** (0,2)	*** (0,3)
prisotnost rjave na površini	goveje	1,3 ^a	1,1 ^a	1,6 ^a	1,1 ^a
	prašičje	0,5 ^b	0,2 ^b	0,7 ^b	0,3 ^b
	p _M (SEM)	*** (0,3)	*** (0,4)	*** (0,4)	*** (0,3)
prisotnost rdeče na površini	goveje	0,0	0,0	0,0	0,0
	prašičje	0,0	0,0	0,0	0,0
	p _M (SEM)	- (0)	- (0)	- (0)	- (0)
prisotnost roza na prerezu	goveje	2,0 ^a	0,7 ^a	1,4 ^a	1,5 ^a
	prašičje	0,7 ^b	0,4 ^b	0,6 ^b	0,1 ^b
	p _M (SEM)	*** (0,3)	** (0,3)	*** (0,1)	*** (0,3)
prisotnost sive na prerezu	goveje	0,8	1,8 ^a	0,5 ^a	0,5 ^b
	prašičje	0,6	0,4 ^b	0,5 ^a	0,8 ^a
	p _M (SEM)	nz (0,4)	*** (0,4)	- (0)	*** (0,2)
obseg oksigenacije barve	goveje	2,7 ^a	2,5 ^a	0,4 ^a	1,2 ^a
	prašičje	0,5 ^b	1,4 ^b	0,0 ^b	0,2 ^b
	p _M (SEM)	*** (0,5)	*** (0,6)	*** (0,2)	*** (0,2)
vlažnost prereza	goveje	1,2	3,0 ^a	0,8 ^a	2,3
	prašičje	1,4	2,6 ^b	0,4 ^b	2,1
	p _M (SEM)	nz (0,4)	** (0,4)	* (0,5)	nz (1,0)
mesna aroma	goveje	3,0 ^b	3,1	3,2	2,9
	prašičje	3,2 ^a	3,2	3,1	3,1
	p _M (SEM)	* (0,2)	nz (0,4)	nz (0,2)	nz (0,3)
kislota aroma	goveje	0,7	0,7 ^b	0,3	0,6
	prašičje	0,4	1,3 ^a	0,2	0,6
	p _M (SEM)	nz (0,4)	** (0,5)	nz (0,3)	nz (0,6)
aroma po postanem	goveje	1,4 ^a	0,0	1,0	0,0 ^b
	prašičje	0,8 ^b	0,0	1,3	0,5 ^a
	p _M (SEM)	* (0,7)	- (0)	nz (0,7)	*** (0,2)
aroma po kuhanem	goveje	2,9	2,8 ^a	3,2	2,8 ^b
	prašičje	3,0	2,1 ^b	3,2	3,0 ^a
	p _M (SEM)	nz (0,2)	*** (0,3)	nz (0,3)	* (0,3)
mehkoba	goveje	3,2	3,2 ^a	3,3 ^b	2,9
	prašičje	3,4	2,6 ^b	3,7 ^a	3,0
	p _M (SEM)	nz (0,4)	** (0,4)	*** (0,3)	nz (0,3)
sočnost	goveje	2,3 ^b	2,8	1,9 ^a	2,8
	prašičje	2,8 ^a	2,8	0,5 ^b	2,9
	p _M (SEM)	*** (0,4)	nz (0,5)	*** (0,2)	nz (0,3)
grenak priokus	goveje	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0	0,0
	prašičje	0,5 ^a	1,4 ^a	0,0	0,0
	p _M (SEM)	** (0,5)	*** (0,8)	- (0)	- (0)

Legenda: glej priloga A.

Priloga G: Vpliv vrste mesa na senzorične lastnosti (vrednosti) v odvisnosti od temperature/časa obdelave v suhi topoti (pečenje)

Lastnost (0-4)	Meso/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3
pristnost sive na površini	goveje	3,2 ^a	0,0 ^b	3,0 ^a	2,6 ^a
	prašičje	0,6 ^b	0,6 ^a	0,5 ^b	0,5 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	*** (0,2)	* (0,8)	*** (0)	*** (0,2)
prisotnost rdeče na površini	goveje	4,0 ^a	4,0 ^a	4,0 ^a	3,8 ^a
	prašičje	2,9 ^b	2,5 ^b	2,6 ^b	2,9 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	*** (0,2)	*** (0,2)	*** (0,1)	*** (0,3)
prisotnost roza na prerezu	goveje	1,3 ^a	1,6 ^a	2,0 ^a	2,4 ^a
	prašičje	0,5 ^b	0,4 ^b	0,5 ^b	1,8 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	*** (0,3)	*** (0,3)	*** (0,1)	** (0,7)
prisotnost sive na prerezu	goveje	0,6	0,9 ^a	1,3 ^a	1,1 ^a
	prašičje	0,6	0,7 ^b	0,6 ^b	0,2 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	nz (0,3)	* (0,4)	*** (0,2)	*** (0,4)
obseg oksigenacije barve	goveje	2,0 ^a	3,3 ^a	1,1 ^a	3,1 ^a
	prašičje	0,5 ^b	1,0 ^b	0,0 ^b	0,6 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	*** (0,7)	*** (0,4)	*** (0,1)	*** (0,2)
vlažnost prereza	goveje	0,5	1,6 ^b	0,5 ^a	0,9
	prašičje	0,8	3,3 ^a	0,1 ^b	0,8
	$p_M(\text{SEM})$	nz (0,5)	*** (0,4)	*** (0,2)	nz (0,5)
mesna aroma	goveje	3,3	2,4 ^b	3,0	3,0
	prašičje	3,4	2,8 ^a	2,8	2,7
	$p_M(\text{SEM})$	nz (0,3)	*** (0,2)	nz (0,5)	nz (0,4)
kislota aroma	goveje	0,4	1,0 ^a	0,2	0,3
	prašičje	0,4	0,4 ^b	0,5	0,5
	$p_M(\text{SEM})$	nz (0,5)	*** (0,3)	nz (0,5)	nz (0,3)
aroma po postanem	goveje	0,0	0,0	1,8 ^a	0,3 ^a
	prašičje	0,0	0,0	0,1 ^b	0,0 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	nz (0,1)	- (0)	*** (0,4)	* (0,4)
aroma po kuhanem	goveje	0,3	1,9	0,3	1,0 ^a
	prašičje	0,2	1,9	0,0	0,9 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	nz (0,3)	nz (0,2)	nz (0,5)	* (0,2)
aroma po pečenem	goveje	3,2	1,1 ^b	2,9	2,9 ^a
	prašičje	3,4	1,4 ^a	3,2	1,9 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	nz (0,4)	* (0,4)	nz (0,5)	*** (0,3)
mehkoba	goveje	2,6 ^b	2,6	3,4 ^b	3,4
	prašičje	3,0 ^a	2,8	3,9 ^a	3,6
	$p_M(\text{SEM})$	* (0,5)	nz (0,5)	*** (0,2)	nz (0,3)
sočnost	goveje	2,1	3,1	0,8	2,6 ^a
	prašičje	1,8	3,0	0,6	2,3 ^b
	$p_M(\text{SEM})$	nz (0,4)	nz (0,3)	nz (0,5)	* (0,4)
grenak priokus	goveje	0,0 ^b	0,0	0,2	0,1 ^b
	prašičje	0,5 ^a	0,4	0,3	0,9 ^a
	$p_M(\text{SEM})$	* (0,6)	nz (0,7)	nz (0,5)	*** (0,7)

Legenda: glej priloga A.

Priloga H: Vpliv vrste mesa na senzorične lastnosti (vrednosti) v odvisnosti od temperature/časa obdelave in postopka *sous-vide*

Lastnost (0-4)	Meso/T-t	53_20	53_3	58_20	58_3
pristnost sive na površini	goveje	1,5 ^a	1,1 ^a	0,9 ^a	1,1 ^a
	prašičje	0,5 ^b	0,5 ^b	0,5 ^b	0,5 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,3)	*** (0,4)	*** (0,1)	*** (0,2)
prisotnost rjave na površini	goveje	2,8 ^a	1,5 ^a	2,2 ^a	2,1 ^a
	prašičje	0,9 ^b	0,1 ^b	0,8 ^b	0,1 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,3)	*** (0,3)	*** (0,3)	*** (0,2)
prisotnost roza na prerezu	goveje	1,7 ^a	1,0 ^a	1,3 ^a	0,9 ^a
	prašičje	0,5 ^b	0,5 ^b	0,5 ^b	0,4 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,4)	** (0,5)	*** (0,2)	** (0,4)
prisotnost sive na prerezu	goveje	0,4 ^b	1,6 ^a	0,5	0,5
	prašičje	0,7 ^a	0,2 ^b	0,4	0,5
	<i>p_M(SEM)</i>	** (0,4)	*** (0,4)	nz (0,1)	- (0)
obseg oksigenacije barve	goveje	2,8 ^a	2,7 ^a	0,1 ^a	1,6 ^a
	prašičje	0,4 ^b	1,3 ^b	0,0 ^b	0,5 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,4)	*** (0,5)	* (0,1)	*** (0,3)
vlažnost prereza	goveje	1,4	2,9	0,6	2,5
	prašičje	1,4	2,8	0,6	2,5
	<i>p_M(SEM)</i>	nz (0,4)	nz (0,6)	nz (0,4)	nz (0,6)
mesna aroma	goveje	2,9 ^b	3,1	3,2	3,0
	prašičje	3,2 ^a	3,1	3,0	3,0
	<i>p_M(SEM)</i>	** (0,3)	nz (0,6)	nz (0,3)	nz (0,4)
kislota aroma	goveje	0,7	0,7 ^b	0,8 ^a	0,4 ^b
	prašičje	1,0	1,1 ^a	0,2 ^b	0,8 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	nz (0,7)	* (0,5)	*** (0,5)	* (0,5)
aroma po postanem	goveje	0,3 ^b	0,0	0,0 ^b	0,0 ^b
	prašičje	1,3 ^a	0,0	1,1 ^a	1,3 ^a
	<i>p_M(SEM)</i>	*** (0,5)	- (0)	*** (0,7)	*** (0,4)
aroma po kuhanem	goveje	3,1 ^a	2,9 ^a	3,2	2,7
	prašičje	3,0 ^b	2,0 ^b	3,2	3,0
	<i>p_M(SEM)</i>	* (0,1)	*** (0,3)	nz (0,2)	nz (0,5)
aroma po pečenem	goveje	0,0	0,4 ^a	0,0	0,1
	prašičje	0,0	0,0 ^b	0,0	0,0
	<i>p_M(SEM)</i>	- (0)	*** (0,3)	- (0)	nz (0,4)
mehkoba	goveje	3,3	3,4 ^a	2,8 ^b	3,3 ^a
	prašičje	3,5	2,7 ^b	3,7 ^a	2,9 ^b
	<i>p_M(SEM)</i>	nz (0,4)	*** (0,3)	*** (0,4)	*** (0,2)
sočnost	goveje	2,7 ^b	3,1	2,0 ^a	2,6
	prašičje	2,9 ^a	2,9	1,7 ^b	2,8
	<i>p_M(SEM)</i>	* (0,3)	nz (0,4)	* (0,5)	nz (0,3)
grenak priokus	goveje	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0	0,0
	prašičje	0,6 ^a	1,2 ^a	0,0	0,0
	<i>p_M(SEM)</i>	** (0,4)	*** (0,8)	- (0)	- (0)

Legenda: glej priloga A.