

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Milko LEBARIČ

**DINAMIKA PROCESOV ZORENJA V RAZLIČNIH MIŠICAH
GOVED**

MAGISTRSKO DELO

**DYNAMICS OF AGEING PROCESSES IN DIFFERENT BEEF
MUSCLES**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2011

Popravki:

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne 2.7.2007 je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za magistrski Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje magisterija znanosti s področja živilstva. Za mentorico je bila imenovana prof. dr. Lea Gašperlin.

Magistrsko delo je bilo opravljeno na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Oddelku za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Mentorica: prof. dr. Lea Gašperlin

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Veronika Abram
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Član: doc. dr. Silvester Žgur
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: prof. dr. Lea Gašperlin
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Magistrand:

Milko Lebarič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Md
DK UDK 637.5.032'62:539.53:543.9(043)=163.6
KG meso / goveje meso / *musculus psoas major* / *musculus longissimus lumborum* / *musculus semimembranosus* / *musculus biceps femoris* / *musculus semitendinosus* / *musculus triceps brachii* / zorenje mesa / kemijska sestava / neproteinski dušik / kolagen / hidroksiprolin / barva govejega mesa / Warner-Bratzler strižna sila / senzorična kakovost
AV LEBARIČ, Milko, univ. dipl. inž. živil. tehnol.
SA GAŠPERLIN, Lea (mentorica)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje živilstva
LI 2011
IN DINAMIKA PROCESOV ZORENJA V RAZLIČNIH MIŠICAH GOVED
TD Magistrsko delo
OP XI, 70 str., 32 pregl., 8 sl., 78 vir.
IJ sl
JI sl/en

AI Namen raziskave je bil spremljati dinamiko procesov zorenja govejega mesa pri temperaturi 1 °C v štirih intervalih (2, 7, 14 in 28 dni) ter vrednotiti njihov vpliv na kemijske (vsebnost beljakovin, maščob, vode, skupnih anorganskih snovi, vrednost pH, neproteinskega dušika in vezivnega tkiva) ter instrumentalne in senzorične parametre barve presnih mišic. Na dvoploščnem žaru (temperatura plošč 200 °C) pečenih zrezkih (končna središčna temperatura 60 °C) smo vrednotili še instrumentalne parametre teksture (Warner-Bratzlerjevo (WB) strižno silo) in senzorične lastnosti (barvo, mehkobo, sočnost, vonj in aromo). V poskus je bilo 24 ur post mortem vključenih šest mišic *psoas major* (PM), *longissimus lumborum* (LL), *semimembranosus* (SM), *biceps femoris* (BF), *semitendinosus* (ST) in *triceps brachii* (TB) normalne kakovosti treh telic in treh bikov lisaste pasme. Ugotovili smo, da je čas zorenja značilno vplival na povečanje vsebnosti neproteinskega dušika; po dinamiki proteolize po 14 dneh zorenja si sledijo od najmanjše k največji: TB <ST <SM <PM <BF <LL. Vsebnost celokupnega vezivnega tkiva z zorenjem ostaja nespremenjena, delež topnega veziva pa se značilno povečuje pri mišici BF. Barva (ocenjena senzorično in merjena instrumentalno na presni rezini) ter mehkoba, vonj in aroma pečene goveje mišice se med 28-dnevnim zorenjem značilno izboljšajo, sočnost ostane nespremenjena. WB strižna sila se med zorenjem zmanjšuje (v povprečju za 28 %). Za zagotovitev celotne senzorične kakovosti mesa (mehkoba 6 točk za izven kategorije in 5 točk za I. in II. kategorijo, ostale lastnosti nad 5 točk) zadostuje zorenje pri temperaturi 1 °C za mišice PM 7 dni, za mišice LL več kot 14 in manj kot 28 dni, za mišice TB in ST 28 dni, za mišice SM in BF pa več kot 28 dni. V kakovosti ni bistvene razlike med biki in telicami. Po 28-ih dneh zorenja so bile vse mišice mikrobiološko sprejemljive.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 637.5.032'62:539.53:543.9(043)=163.6
CX meat / beef / *musculus Psoas major* / *musculus Longissimus lumborum* / *musculus Semimembranosus* / *musculus Biceps femoris* / *musculus Semitendinosus* / *musculus Triceps brachii* / ageing of meat / chemical composition / proteolytic index / spectroscopy / connective tissue / collagen / hydroxyproline / colour of beef / sensory properties
AU LEBARIČ, Milko
SA GAŠPERLIN, Lea (supervisor)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Sciences, Field: Food Science and Technology
PY 2011
TI DYNAMICS OF AGEING PROCESSES IN DIFFERENT BEEF MUSCLES
DT M. Sc. Thesis
NO XI, 70 p., 32 tab., 8 fig., 78 ref.
LA sl
AL sl/en

AB The purpose of the study was to determine dynamics of ageing processes in different beef muscles at temperature of 1 °C during 28-day period and its effect on chemical (content of water, protein, fat, ash, pH value, nonprotein nitrogen and connective tissue) and instrumental parameters (colour of raw and Warner-Bratzler (WB) share force of roasted muscles), as well as sensory parameters, such as colour of raw, tenderness, juiciness, smell and flavour intensity of to internal temperature of 60 °C roasted beef muscles (temperature of plate 220 °C). Total of six muscles (*psoas major* (PM), *longissimus lumborum* (LL), *semimembranosus* (SM), *biceps femoris* (BF), *semitendinosus* (ST) and *triceps brachii* (TB)) of normal meat quality were 24 h *post mortem* included in this study. Muscles originated from six commercially slaughtered animals, three bulls and three heifers of Simmental breed. In general, the content of nonprotein nitrogen significantly increased by ageing. Regarding the dynamics of proteolysis the muscles at 14 days of ageing can be ranked from the lowest to the highest increase of NPN as follows: TB <ST <SM <PM <BF <LL. The content of connective tissue was not affected by ageing, but the content of soluble connective tissue increased by ageing in TB muscle. Colour (sensorily estimated and instrumentally measured on raw samples), especially tenderness, flavour intensity and smell of roasted samples were improved during 28-day period, but juiciness remained the same. WB share force was during ageing for approximately 28 % decreased. To ensure the overall sensory quality of beef (tenderness have to be evaluated with 6 points for extra beef quality or 5 points for I. and II. category, and for other properties 5 points is required) is sufficient ageing at a temperature 1 °C for PM 7 days, for LL more than 14 days and less than 28 days, for TB and ST 28 days, for SM and BF more than 28 days. There is no significant difference in meat quality of bulls and heifers. After 28-day of ageing, all muscles were microbiologically acceptable.

KAZALO VSEBINE

| | stran |
|--|------------|
| KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA | III |
| KEY WORDS DOCUMENTATION | IV |
| KAZALO VSEBINE | V |
| KAZALO PREGLEDNIC | VII |
| KAZALO SLIK | IX |
| OKRAJŠAVE IN SIMBOLI | X |
| | |
| 1 UVOD | 1 |
| 1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZE | 2 |
| 2 PREGLED OBJAV | 3 |
| 2.1 STRUKTURA MIŠICE IN METABOLIZEM | 3 |
| 2.1.1 Mišična vlakna | 3 |
| 2.1.2 Vezivno tkivo..... | 4 |
| 2.2 PROCESI ZORENJA MESA..... | 5 |
| 2.2.1 Mehčanje mesa..... | 5 |
| 2.2.2 Encimski proteolitični sistem..... | 7 |
| 2.2.3 Oksidacija proteinov med zorenjem..... | 8 |
| 2.2.4 S-nitrozacija | 10 |
| 2.2.5 Sproščanje aminokislin in ostalih dušikovih spojin | 10 |
| 2.3 ZORENJE MESA IN SPREMEMBE V MIKROSTRUKTURI..... | 11 |
| 2.3.1 Konektin (titin) | 11 |
| 2.3.2 Nebulin..... | 11 |
| 2.3.3 Troponin-T | 11 |
| 2.3.4 Dezmin | 12 |
| 2.3.5 Filamin..... | 12 |
| 2.3.6 Vezivno tkivo..... | 12 |
| 2.4 ZORENJE MESA IN SPREMEMBE SENZORIČNIH LASTNOSTI..... | 13 |
| 2.4.1 Barva mesa | 13 |
| 2.4.2 Mehkoba mesa | 13 |
| 2.4.3 Aroma in vonj mesa..... | 13 |
| 2.4.4 Sočnost | 14 |
| 2.5 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA ZORENJE GOVEJEGA MESA..... | 15 |
| 2.5.1 Temperatura zorenja | 15 |
| 2.5.2 Vrednost pH | 15 |
| 2.5.3 Drugi dejavniki | 16 |
| 3 MATERIAL IN METODE | 19 |
| 3.1 MATERIAL IN NAČRT DELA | 19 |
| 3.2 METODE | 20 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 3.2.1 | Merjenje vrednosti pH | 20 |
| 3.2.2 | Določanje osnovne kemijske sestave | 20 |
| 3.2.3 | Določanje deleža neproteinskega dušika | 20 |
| 3.2.4 | Določanje vsebnosti vezivnega tkiva | 21 |
| 3.2.5 | Instrumentalna analiza | 22 |
| 3.2.6 | Senzorična analiza | 23 |
| 3.2.7 | Statistična analiza | 24 |
| 4 | REZULTATI..... | 25 |
| 4.1 | OSNOVNA KEMIJSKA SESTAVA..... | 25 |
| 4.2 | KEMIJSKI PARAMETRI DINAMIKE ZORENJA..... | 28 |
| 4.3 | INSTRUMENTALNO MERJENI PARAMETRI BARVE IN TEKSTURE..... | 33 |
| 4.4 | SENZORIČNE LASTNOSTI | 37 |
| 4.5 | MIKROBIOLOŠKA ANALIZA..... | 51 |
| 5 | RAZPRAVA IN SKLEPI..... | 53 |
| 5.1 | RAZPRAVA..... | 53 |
| 5.2 | SKLEPI..... | 60 |
| 6 | POVZETEK..... | 61 |
| 6.1 | SUMMARY | 62 |
| 7 | VIRI | 65 |

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

| | stran |
|---|-------|
| Preglednica 1: Najpomembnejše mišične proteaze vključene v proteolizo (Toldrá, 2004)..... | 9 |
| Preglednica 2: Rezultati kemijske analize različnih govejih mišic z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 12) | 25 |
| Preglednica 3: Vsebnost vode (g/100 g) v različnih mišicah mladih bikov in telic 2 dni <i>post mortem</i> | 26 |
| Preglednica 4: Vsebnost beljakovin (g/100 g) v različnih mišicah mladih bikov in telic, 2 dni <i>post mortem</i> | 26 |
| Preglednica 5: Vsebnost maščob (g/100 g) v različnih mišicah mladih bikov in telic, 2 dni <i>post mortem</i> | 27 |
| Preglednica 6: Vsebnost skupnih anorganskih snovi (g/100 g) v različnih mišicah mladih bikov in telic, 2 dni <i>post mortem</i> | 28 |
| Preglednica 7: Rezultati meritev deleža neproteinskega dušika (NPN) od skupnega dušika (%) v različnih govejih mišicah z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 48) | 28 |
| Preglednica 8: Delež neproteinskega od skupnega dušika (NPN/ %) v različno zorenem govejem mesu | 29 |
| Preglednica 9: Delež neproteinskega od skupnega dušika (NPN/ %) v različno zorenih govejih mišicah..... | 29 |
| Preglednica 10: Delež neproteinskega od skupnega dušika (NPN/ %) v različnih mišicah mladih bikov in telic..... | 31 |
| Preglednica 11: Rezultati meritev vsebnosti veziva v dveh govejih mišicah z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 24)..... | 32 |
| Preglednica 12: Vsebnost topnega (TVT), netopnega (NVT) in celokupnega (SVT) vezivnega tkiva ter delež topnega vezivnega tkiva od celokupnega (DTVT/ %) v različno zorenih govejih mišicah BF in LL | 33 |
| Preglednica 13: Rezultati meritev instrumentalne analize barve (na presnih vzorcih) različnih govejih mišic z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 48)..... | 33 |
| Preglednica 14: Instrumentalno merjeni parametri barve različno dolgo zorenega govejega mesa..... | 34 |
| Preglednica 15: Instrumentalno merjeni parametri barve različnih mišic mladih bikov in telic | 35 |
| Preglednica 16: Rezultati meritev instrumentalno merjene Warner-Bratzlerjeve strižne sile – WB (N) na pečenih zorenih govejih mišicah z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 124)..... | 36 |
| Preglednica 17: Warner - Bratzlerjeva strižna sila – WB (N) v pečenem zorenem govejem mesu | 36 |
| Preglednica 18: Warner - Bratzlerjeva strižna sila – WB (N) v različnih govejih mišicah mladih bikov in telic..... | 37 |

| | |
|---|----|
| Preglednica 19: Rezultati ocenjevanja senzoričnih lastnosti govejih mišic z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 72)..... | 38 |
| Preglednica 20: Vpliv časa zorenja na senzorične lastnosti različnih pečenih govejih mišic | 39 |
| Preglednica 21: Senzorično ocenjena barva (1-7 točk) v pečenih zorenih govejih mišicah..... | 40 |
| Preglednica 22: Senzorično ocenjena barva (1-7 točk) različnih pečenih govejih mišic mladih bikov in telic | 41 |
| Preglednica 23: Senzorično ocenjena mehkoba (1-7 točk) v zorenih pečenih govejih mišicah..... | 43 |
| Preglednica 24: Senzorično ocenjena mehkoba (1-7 točk) različnih pečenih govejih mišic mladih bikov in telic | 44 |
| Preglednica 25: Senzorično ocenjena sočnost (1-7 točk) v zorenih pečenih govejih mišicah..... | 45 |
| Preglednica 26: Senzorično ocenjena sočnost (1-7 točk) različnih pečenih govejih mišic mladih bikov in telic | 46 |
| Preglednica 27: Senzorično ocenjen vonj (1-7 točk) v različno zorenih pečenih govejih mišicah..... | 47 |
| Preglednica 28: Senzorično ocenjen vonj (1-7 točk) pečenih različnih govejih mišic mladih bikov in telic | 48 |
| Preglednica 29: Senzorično ocenjena aroma (1-7 točk) pečenih, različno zorenih govejih mišic | 49 |
| Preglednica 30: Senzorično ocenjena aroma (1-7 točk) različnih pečenih govejih mišic mladih bikov in telic | 50 |
| Preglednica 31: Skupno število mikroorganizmov in anaerobnih bakterij v govejih mišicah na začetku (po 2 dneh) in po končanem (po 28-ih dneh) zorenju | 51 |
| Preglednica 32: Primerjava naših rezultatov o kemijski sestavi govejih mišic s podatki iz Slovenskih prehranskih tabel, Meso in mesni izdelki (2006) | 53 |

KAZALO SLIK

| | stran |
|---|-------|
| Slika 1: Fotografija prečnega prereza goveje mišice, na kateri je lepo vidno vezivno tkivo | 5 |
| Slika 2: Odvisnost obsega mehčanja goveje mišice <i>sternomandibularis</i> od temperature (Devine, 2004: 333)..... | 15 |
| Slika 3: Spremembe v obsegu mehčanja mesa, ki so posledica stresa pred zakolom (Devine, 2004: 335)..... | 16 |
| Slika 4: Spremembe deleža eproteinskega dušika (NPN, %) od skupnega dušika med 28-dnevnim zorenjem različnih mišic bikov in telic, preračunane na delež NPN ob drugem dnevu zorenja | 31 |
| Slika 5: Senzorično iz vrednotena meh koba govejih mišic <i>biceps femoris</i> (BF) in <i>psaos major</i> (PM) po 2-, 7-, 14- in 28-tih dneh zorenja..... | 42 |
| Slika 6: Senzorično iz vrednotena meh koba govejih mišic <i>triceps brahii</i> (TB), <i>longissimus lumborum</i> (LL), <i>semimembranosus</i> (SM) in <i>semitendinosus</i> (ST) po 2-, 7-, 14- in 28-tih dneh zorenja..... | 42 |
| Slika 7: Odvisnost WB strižne sile in senzorično iz vrednotene meh kobe šestih različnih govejih mišic bikov in telic | 56 |
| Slika 8: OdvisnostWB strižne sile, merjene na šestih različnih pečenih govejih mišicah, od časa zorenja | 57 |

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

| | |
|--------|---|
| Ala | alanin |
| AOAC | Association of Official Analytical Chemists |
| Arg | arginin |
| ATP | adenozintrifosfat |
| BF | <i>musculus biceps femoris</i> – zunanje stegno – črni krajec |
| DTVTVT | delež topnega vezivnega tkiva |
| Gly | glicin |
| KV | koeficient variabilnosti |
| Leu | levcin |
| LL | <i>musculus longissimus lumborum</i> – ledja |
| LSM | pričakovane povprečne vrednosti |
| Lys | lizin |
| Met | metionin |
| n | število obravnavanj |
| N | newton, enota za merjenje sile |
| nNOS | nevronska oblika dušikov oksid-sintaze |
| NOS | dušikov oksid-sintaza |
| NPN | neproteinski dušik |
| NTV | netopno vezivno tkivo |
| PM | <i>musculus psoas major</i> – pljučna pečenka (file) |
| Pro | prolin |
| SM | <i>musculus semimembranosus</i> – mišica iz notranjega stegna |
| SPT | Slovenske prehranske tabele – meso in mesni izdelki |
| SpVV | spodobnost vezave vode |
| ST | <i>musculus semitendinosus</i> – zunanje stegno – beli krajec |
| SVT | skupno vezivno tkivo |
| TB | <i>musculus triceps brachii</i> – debelo pleče |
| TVT | topno vezivno tkivo |
| VT | vezivno tkivo |
| WB | Warner-Bretzlerjeva strižna sila |
| WHO | Svetovna zdravstvena organizacija – World Health Organization |

1 UVOD

Zorenje je kompleksen biokemijski proces na mišičnini in mastnini, ki ga usmerjajo naravno prisotni encimi v mesu. Procesu pravimo proteoliza, encimom, ki ga pospešujejo, pa proteolitični in lipolitični encimi. Posledica razgradnje beljakovin je poškodovanje strukturnih beljakovin, kar se kaže kot porušenje mikroskopske zgradbe mesa. Pojavljajo se prečne razpoke na mišičnem vlaknu, ki se postopoma širijo, poglobljajo, povečuje se tudi njihovo število. Omenjeni procesi pomembno vplivajo ne le na teksturo, temveč tudi na funkcionalne lastnosti mesa. Meso postaja bolj mehko, topno in žvečljivo. Hkrati so produkti razkroja beljakovin in maščob nosilci značilnega vonja in okusa. Z zorenjem meso pridobi posebej cenjene jedilne lastnosti, mehko in aromo, kar je še posebej poudarjeno pri govejem mesu. Zato je zorenje zelo priporočljivo za meso, ki ga namenjamo za suhe postopke toplotne priprave (pečenje, pečenje na žaru,...).

Obseg zorenja govejega mesa je odvisen od mnogih dejavnikov, povezanih z živaljo, t.j. vrsto, starostjo, spolom, mišico in prehrano, kakor tudi od dejavnikov povezanih z mesom, kot so lokacija reza ter stopnja skrajšanja mišice. Zmanjšanje vrednosti pH in temperature med hlajenjem ter časa zorenja prav tako bistveno vplivajo na končno senzorično kakovost mesa, še posebej na mehko. Jeremiah je že leta 1978 (Jeremiah, 1978) ugotovil, da je za sprejemljivo mehko mesa mladega goveda vseh spolov, velikosti in stopnje zamaščenosti učinkovita kombinacija temperature 2 °C in 6 dni zorenja.

Mehčanje med zorenjem je odvisno predvsem od delovanja proteolitičnih encimov, prisotnih v mišicah. V živem tkivu proteolizni encimi beljakovine nenehno razgrajujejo in reciklirajo. Med proteolizo *post mortem* so v mesu najpomembnejši kalpaini, encimi, ki se pojavljajo v večih oblikah, najpomembnejša sta m-kalpain in μ -kalpain (Goll in sod., 1992). Kalpaina za učinkovanje potrebujeta različno koncentracijo ionov prostega kalcija, že iz njunega imena je razvidna raven za aktivacijo potrebnih ionov. Kalpaini ne katalizirajo razgradnje največjih miofibrilarnih beljakovin, kot sta to aktin in miozin, vendar pa bistveno vplivajo na druge miofibrilarne beljakovine v sarkomerah (Goll in sod., 2003). Inhibitor kalpainov, kalpastatin, preprečuje nadaljnjo razgradnjo beljakovin. Kalpaini se sčasoma razgradijo, prav tako kalpastatin, obseg je odvisen od hitrosti proteolize (Lonergan in Lonergan, 2008).

Načeloma lahko zorimo vse kose mesa, vendar se za suhe toplotne postopke uporabljajo le mehki kosi, kot so file (pljučna pečenka – *m. psoas major*, *m. iliopsoas*), ledja (šimbas – *m. longissimus lumborum*), bržola (hrbet – *m. longissimus thoracis*), križ (ramstek – *m. gluteus superficialis*, *medius*, *profundus*) in notranje stegno – *m. semimembranosus*, *m. gracilis*, *m. adductores*. Manj pogosto pa je zorenje zunanjega stegna (črni krajec – *m. biceps femoris*, beli krajec – *m. semitendinosus*) ter tankega (*m. infraspinatus*) in debelega plečeta (*m. triceps brachii*), če pa že hočemo zoreti te kose, moramo odstraniti večje strukture veziva. Pri zorenju govejega mesa je potrebno poleg vrste mišice upoštevati še spol živali, saj je meso telic mehkejše od mesa bikov (Lawrie, 2006), razlika je še posebej očitna pri mišicah *longissimus dorsi* in *semitendinosus*.

Začetno zorenje poteka običajno v mesni industriji med hlajenjem pridobljenega mesa (nekaj dni) in nanj porabnik ne more vplivati. V nadaljevanju lahko zorenje še vedno

poteka v hladilnicah ali zorilnicah mesno-predelovalne industrije ter trgovinah z mesom na debelo, kjer je možen natančen nadzor nad trajanjem, temperaturo in pakiranjem. Odlične restavracije meso zorijo same in tako najzanesljiveje vodijo zorenje do oblikovanja dobrih gastronomskih lastnosti. Možnost zorenja imajo tudi potrošniki doma, a to predstavlja včasih problem, ker pri nas skoraj nimamo nobenih informacij o potrebnem času zorenja.

V zadnjem času zoreno meso pridobiva na pomenu in predstavlja novo obliko ponudbe svežega mesa na našem tržišču. Klasične načine zorenja mesa v obliki celih trupov, polovic ali četrti nadomešča zorenje izkoščenega in oblikovanega mesa v vakuumskih zavitkih, katerega največja pomanjkljivost so povišani stroški (obreznine, izguba mase, strošek pakiranja in skladiščenja). Zato se proizvajalci zorenega mesa trudijo racionalizirati postopek in izbiro surovine. Predvsem jih zanima primernost zorenja mesa v vakuumskih zavitkih, katere mišice oz. kosi so primernejši, ali je smiselno odbiranje mišic po spolu živali in trajanje zorenja, ki zagotovi oblikovanje zelenih gastronomskih lastnosti. Podlaga vsem tem rešitvam pa je poznavanje sestave mišičnine, procesa proteolize in lipolize, mehčanja, porušanja mikrostrukture in oblikovanja vonja in okusa po zorenem mesu. V nalogi bomo sistematično obravnavali omenjene parametre in dejavnike, ki med zorenjem vplivajo na njih.

1.1 NAMEN DELA IN HIPOTEZE

Študija bo služila ne le za pojasnitev dinamike procesov zorenja pri različnih mišicah, temveč tudi za oblikovanje praktičnih rešitev v pridelavi, predelavi in pa gastronomski uporabi govejega mesa. Zato je zasnovana tako, da bodo rezultati takoj uporabljeni v industriji. Rezultati študije bodo dali odgovor o primernosti zorenja govejega mesa v vakuumskih zavitkih, katere mišice so najprimernejše za zorenje, kakšen je optimalen čas zorenja za zagotovitev zelenih senzoričnih lastnosti, predvsem mehkoobe in arome, in ali je smiselno ločevanje mišic po spolu.

Naše hipoteze so:

- da se bodo med štiritedenskim zorenjem spreminjali naslednji parametri kakovosti: vsebnost topnega kolagena v manjši meri, povečal se bo delež neproteinskega dušika v presnih mišicah, medtem ko se bodo pomembneje izboljšali mehkooba, sočnost in aroma toplotno obdelanih mišic;
- da je obseg procesov proteolize močno odvisen od mišice in raste v navedenem zaporedju: *psoas major* (PM), *longissimus lumborum* (LL), *semimembranosus* (SM), *biceps femoris* (BF), *semitendinosus* (ST) in *triceps brachii* (TB);
- da bo optimalni čas zorenja za mišici PM in LL 14 dni, za mišice TB, BF, SM in ST pa 28 dni.

2 PREGLED OBJAV

Zorenje mesa (tretja stopnja pretvorbe mišice v meso) je pojem, s katerim označujemo kompleksne biokemijske procese, katerih posledice so spremembe v mikrostrukturi in funkcionalnih lastnostih mesa. Zajema predvsem procese mehčanja mesa, ki so posledica delovanja endogenih proteolitičnih encimov, prisotnih že v živi živali. Tem encimom se v mišici po končani glikolizi spremenita aktivnost in substrat. Zorenje v veliki meri vpliva na senzorične lastnosti mesa, predvsem na aromo in teksturo, začne se po končani posmrtni glikolizi oziroma potem, ko mišice zajame tako imenovani *rigor mortis*. Od biokemijskih procesov med zorenjem je najpomembnejša encimska proteoliza mišičnih beljakovin, vendar pa poleg proteolize potekajo tudi drugi procesi, ki pomembno vplivajo na spremembe lastnosti mesa med zorenjem (Valin in Ouali, 1992).

2.1 STRUKTURA MIŠICE IN METABOLIZEM

2.1.1 Mišična vlakna

Mišična vlakna so med najboljše organiziranimi celicami v telesu živali. Opravljajo različne mehanske funkcije, odgovorne so za gibanje udov, tako natančno, kot tudi impulzivno gibanje in sproščanje sile, ohranjanje ravnotežja in koordinacijo. Gibanje in metabolizem sta povezana tudi z drugimi nalogami, kot so ohranjanje telesne toplote in pretok krvi ter limfe. Organizacija, struktura in presnova mišic so torej ključ za delovanje in vzdrževanje njihove integritete tako v času krčenja kot v zgodnjem obdobju *post mortem* (Valin in Ouali, 1992).

Mišično vlakno je sestavljeno iz sarkoleme (nežne ovojnice, ki ovija mišično vlakno po celi dolžini), sarkoplazme (homogene, razmeroma viskozne tekočine, v kateri se nahajajo miofilamenti, jedra in drugi celični organeli), miofibril (kratkih kontraktilnih niti), jedra (nosilca dednega materiala) in celičnih organelov, kot so mitohondriji, endoplazemski retikulum, lizosomi... (Valin in Ouali, 1992). Miofibrile so tanke niti, premera 1-2 μm , v mišičnem vlaknu in ležijo tesno druga ob drugi. Miofibrila ni temeljna enota mišičnega vlakna. V miofibrilah so še manjše enote, izredno fine podolžno položene nitke, ki so jih poimenovali miofilamenti.

Vsaka miofibrila je razdeljena na prečne odseke, ki različno lomijo polarizirano svetlobo. Širši in temnejši je pas A, ožji in svetlejši pa je pas I. Sredi pasu I teče črta Z, polje med dvema črtama Z je strukturna in funkcionalna enota miofibrile, imenovana sarkomera (1,5-4,0 μm). Pasovi A in I ležijo drug poleg drugega in dajejo mišičnemu vlaknu prečno progasti videz. Od črte Z na vsaki strani se proti sredini prožijo svetle nitke – tanki filamenti, ki so sestavljeni iz prevladujoče beljakovine aktin, in jih zato imenujemo aktinski filamenti. V sredini sarkomere so za svetlobo manj prepustne nitke ali filamenti, ki so debelejši, sestavljeni iz proteina miozina, in jih zato imenujemo miozinski filamenti (Bučar in sod., 1989). Trenutne proteomske analize kažejo, da strukturo sarkomere sestavlja 65 različnih beljakovin, če pa bi upoštevali še različne izo oblike teh proteinov, bi bila ta številka še veliko večja (Fraterman in sod., 2007).

Debelejši filamenti, ki tvorijo pas A so iz miozinskih beljakovin. Filament ima rep, v katerem je pretežno lahki meromiozin, težki meromiozin pa sestavlja glavo. Glave kažejo ATP-azno aktivnost in sposobnost povezovanja z aktinom (Bučar in sod., 1989). Po teoriji drsečih filamentov se omenjene miozinske glave vežejo na aktinske filamente in med kontrakcijo drsijo ob njih. Posledično skrajšanje miofibril in mišičnega vlakna eventualno povzroči krčenje mišice. Miozin in aktin lahko tudi disociirata, ko se na miozinsko glavo veže nova molekula ATP. V mišicah po rigorju, ko je zaloga ATP že osiromašena, pa zato prevladuje aktomiozin.

Pri mirovanju mišice se tanki in debeli filamenti v sarkomeri med sabo nekoliko prekrivajo. Področje, kjer so samo debeli filamenti, se imenuje H področje. Znotraj področja H, je pas M, ki služi za ohranjanje tridimenzionalne orientacije debelih miofilamentov (Calkins in Killinger, 2003). Črta Z je sestavljena iz beljakovin tropomiozina in α -aktina, tanki filamenti pasu I pa so sestavljeni iz F-aktina, G-aktina in tropomiozina (Bučar in sod., 1989).

Med konverzijo mišic v meso poteka veliko sprememb, kot so:

- postopno izčrpavanje razpoložljive energije (ATP),
- prehod iz aerobne v anaerobno glikolizo ima za posledico nastajanje mlečne kisline in znižanje vrednosti pH tkiva iz 7 na 5,4-5,8,
- povečanje ionske moči, delno zaradi nedelovanja od ATP odvisne kalcijeve, natrijeve in kalijeve črpalke, in
- povečanje nezmožnosti celic za vzdrževanje redukcijskih pogojev (Lonergan in Lonergan, 2008).

Vse te spremembe lahko pomembno vplivajo na številne beljakovine v mišičnih vlaknih, še posebej na encimski proteolitični sistem, ki po mišljenju raziskovalcev igra pomembno vlogo pri mehčanju mesa, poglobitni spremembi med zorenjem mesa. Med dejavniki, ki imajo lahko pomemben vpliv na proteolizo in še posebej na kalpainski sistem, so vrednost pH in ionske moči ter oksidativni in nitrozacijski status beljakovin v celici.

2.1.2 Vezivno tkivo

Vezivno tkivo v mišičevju (endomizij, perimizij, epimizij) in razne tvorbe iz vezivnega tkiva (ovojnice, kite, kože itd) so izredno pomembne za lastnosti mesa in spremembe v mesu. Vezivno tkivo je sestavljeno iz bolj ali manj goste mreže različnih vlaken, ki ležijo v tako imenovani substanci. V njej so tudi med vlakni razmeroma redko posejane celice vezivnega tkiva. Poznamo tri vrste vlaken (kolagenska, elastinska in retikulinska) med katerimi so poglobitna kolagenska. Poleg poglobitne oblike vezivnega tkiva poznamo še specializirana vezivna tkiva: maščobno, hrustančasto, kostno in druga (Bučar in sod., 1989).

Kolagensko vlakno je sestavljeno iz kolagenskih fibril, ki se združujejo v filamente. Fibrile so prečno progaste in se razcepljajo na še manjše enote, tako imenovane profibrile iz tropokolagenskih enot. Količina kolagenskih vlaken je večja v mišicah, ki opravljajo več in intenzivnejše delo (mišice nog, vratu in drugih) in obratno. Kolagenska vlakna so zmerno elastična, vendar manj kot elastinska (Lawrie in Ledward, 2006). Kolagen je pomemben

dejavnik mehkoobe mesa. Čim več ga je, tem bolj trdo je meso. Študije pa so pokazale, da za mehkoobo mesa ni pomembna le količina, temveč tudi kakovost kolagena. Tako teleta vsebujejo več kolagena v mišicah kakor starejša goveda, pa je teletina le mehkejša. S kakovostjo kolagena je mišljena količina in tip tako imenovanih prečnih vezi v kolagenu (intra- in intermolekularne prečne vezi). Tako je v kolagenu bolj aktivnih mišic več toplotno stabilnih prečnih vezi (intermolekularnih) kakor v manj aktivnih (Bučar in sod., 1989).



Slika 1: Fotografija prečnega prereza goveje mišice, na kateri je lepo vidno vezivno tkivo

Figure 1: Photo cross-section of beef muscle with visible connective tissue

Epimizij je najdebelejše in najbolj togo vezivno tkivo, povezano z mišico, vendar ne prispeva veliko k zaznavi trdote mesa, saj je običajno na zunanji strani mišic in se odreže pred pripravo. Skupino mišičnih vlaken ovija nekoliko močnejša in z endomizijem povezana mreža vezivnega tkiva, tako imenovani perimizij. V njem je več kot 90 % intramuskularnega veziva v mesu (McCormick, 1994). Veljalo je, da je vsebnost veznega tkiva tisti dejavnik, ki določa trdoto govejega mesa ter da ni občutljivo na zorenje, vendar so te trditve kasneje ovrgli (Nishimura in sod., 1993). Vsebnost kolagena in elastina je zelo različna v mišicah enega trupa in je v veliki meri odgovorna za različno mehkoobo mišic (Jeremiah in sod., 2003; Prost in sod., 1975). Prost in sod. (1975) pa ugotavljajo tudi neznačilne razlike v vsebnosti vezivnega tkiva v sedmih govejih mišicah ne glede na starost in spol živali.

2.2 PROCESI ZORENJA MESA

2.2.1 Mehčanje mesa

Tretja stopnja pretvorbe mišice v meso po zaključeni drugi stopnji *rigor mortis* je za nekatere raziskovalce kar mehčanje mesa (Herrera-Mendez in sod., 2006; Ouali in sod., 2006). Zorenje je terminološki izraz za proces mehčanja mesa zaradi razgradnje miofibrilarne strukture s pomočjo endogenih proteolitičnih mišičnih encimov (Devine, 2004; Koohmaraie in Geesink, 2006; Ouali in sod., 2006; Sentandreu in sod., 2002). Mehkoba je najpomembnejša lastnost kakovosti mesa (Koohmaraie in Geesink, 2006; Ouali in sod., 2006), ki je odvisna od količine in topnosti vezivnega tkiva, skrajšanja sarkomer med stopnjo *rigor mortis* in proteolize proteinov po zakolu. Fragmentacija miofibril je ključnega pomena za mehčanje mesa. Verjetno je

razgradnja titina in dezmina glavna ultrastrukturalna sprememba, ki določa mehko meso (Koohmaraie in Geesink, 2006).

Čeprav nekateri raziskovalci menijo, da se zorenje mesa začne takoj po zakolu, lahko razumemo zorenje kot mehčanje mesa po zaključeni fazi *rigor mortis*, ko so mišice najbolj rigidne in neelastične (Devine, 2004). Hitrost mehčanja mesa je odvisna od vrste živali. Da se doseže 80 % maksimalne mehkoobe, je potrebno v hladilniku hraniti meso piščanca 2 dni, prašičje meso 5 dni, jagnječje meso 8 dni, goveje meso in kunčje meso 10 dni. Mehčanje mesa je kompleksen proces, ki vključuje delovanje fizikalno-kemijskih dejavnikov (Ca^{2+} ioni, osmozni tlak, oksidativni procesi) in endogenih encimov endopeptidaz (EC 3.4.21-24) (Mestre-Prates, 2002).

Obstaja domneva, da Ca^{2+} ioni vplivajo na neencimsko razgradnjo miofibrilarnih struktur in posledično na mehko meso (Devine, 2004). Sproščanje fosfolipidov se povezuje s povečano vsebnostjo Ca^{2+} ionov v fazi *rigor mortis*, kar domnevno vpliva na hidrolizo proteinov, kot so nebulin, dezmin in titin (Hopkins in Huff-Lonergan, 2004). Vsebnost prostih Ca^{2+} ionov je v sarkoplazmi žive (aktivne) mišice pri relaksaciji 0,1 μM , pri kontrakciji pa 5,0 μM . V mišici *post mortem* se vsebnost Ca^{2+} ionov v sarkoplazmi poveča in vpliva na mehčanje mesa neposredno ali posredno z aktivacijo kalpainov, za katere domnevajo, da je njihov vpliv na mehčanje mesa vprašljiv (Ji in Takahashi, 2006). Ouali in Talmant (1990) navajata celo, da med vsebnostjo kalpainov in mehčanjem mesa ni povezave. μ -kalpain je pri pogojih, kot so v mesu *post mortem* ($\text{pH} < 5,9$ in $T < 15^\circ\text{C}$) neaktiven (Ouali in Talmant, 1990). Obstaja pa možnost, da je μ -kalpain aktiven v začetnem obdobju, ko je vrednost pH nad 5,9 in temperatura nad 15°C . Prav tako je v začetni fazi *post mortem* izključen vpliv lizosomskih katepsinov na mehčanje mesa. Hkrati pa obstajajo zanesljivi dokazi (Ji in Takahashi, 2006):

- da vsebnost Ca^{2+} ionov nad 100 μM sproži razgradnjo dezmina,
- da se Ca^{2+} ioni vežejo na fosfolipide v črti Z in da sproščanje fosfolipidov vpliva na fragmentacijo miofibril,
- da Ca^{2+} ioni vplivajo na cepitev paratropomiozina s konektina ali titina ter
- da Ca^{2+} ioni sprožijo tudi razgradnjo konektina, titina in nebulina.

Raziskovalci domnevajo, da se elektrostatične interakcije med fosfolipidi in proteini prekinejo, ko se vrednost pH zniža na 5,5-5,7, in da Ca^{2+} ioni počasi difundirajo v sarkoplazmo skozi pore sarkoplazemskega retikuluma, nastale zaradi sproščanja fosfolipidov, in da se razgradnja miofibrilarnih struktur začne, ko vsebnost prostih Ca^{2+} ionov v sarkoplazmi naraste nad 100 μM . Maksimalna vsebnost Ca^{2+} ionov v skeletni mišici *post mortem* se ne spreminja in je zelo verjetno pri vseh sesalcih in perutnini med 210 μM in 230 μM . m-kalpain je zaradi premajhne vsebnosti Ca^{2+} ionov neaktiven ves čas mehčanja mesa *post mortem*. Zdi se, da imata μ -kalpain in m-kalpain zelo malo vpliva na mehčanje mesa (Ji in Takahashi, 2006).

Obstajata pa dve trditvi, ki nasprotujeta neencimski teoriji vpliva prostih kalcijevih ionov pri mehčanju mesa, in sicer (Geesink in sod., 2001):

- ni dokazov, da se dolžina sarkomere v fazi *post rigor* poveča,

- da vsebnost prostih Ca^{2+} ionov verjetno vpliva na razgradnjo strukture mesa posredno preko aktivacije kalpainskega sistema in ne neposredno.

Kot smo že omenili je prva stopnja zorenja mesa zagotovo apoptoza. V program celične smrti so, kot prve aktivne peptidaze, vključene kaspaze, ki imajo primarno vlogo pri razgradnji ključnih proteinov, vključenih v kompleks specializirane miofibrilarne strukture znotraj celice (Ouali in sod., 2006). V začetku *post mortem* je opaziti razgradnjo veznih proteinov med miofibrilami in sarkolemo. Miofibrile zavzemajo skoraj 80 % volumna mišične celice, zato ima njihova razgradnja velik vpliv na mehčanje mesa (Hopkins in Huff-Lonergan, 2004). Razgradnja miofibrilarnih proteinov, predvsem znotraj pasu I in črte Z, poveča lomljivost in fragmentacijo miofibril (Koochmaraie in Geesink, 2006). Hidrolizo celičnih struktur in organel omogoča sinergistično delovanje endogenih proteolitičnih sistemov (peptidaz), ki vključujejo katepsine, kalpaine, proteasome in še druge encime (Sentandreu in sod., 2002; Ouali in sod., 2006).

Razumevanje mehanizma regulacije in poznavanje metod za pospeševanje aktivnosti proteolitičnih encimskih sistemov bi imelo velik vpliv na zmožnost razvoja zanesljivih metod za predvidevanje mehkoobe mesa in možnost mesne industrije, da bi proizvajala konstantno primerno mehke izdelke.

2.2.2 Encimski proteolitični sistem

Proteoliza so vse biokemijske reakcije odgovorne za razgradnjo sarkoplazemskih in miofibrilarnih proteinov, ter nadaljnjo hidrolizo polipeptidov in peptidov do krajših peptidov ter prostih aminokislin. Skeletne mišice vsebujejo številne encime, ki katalizirajo hidrolizo, bodisi notranjih peptidnih vezi (katepsini, kalpaini) ali peptidov z njihovih N- ali C-koncev (tri- in dipeptidilpeptidaze ter amino- in karboksipeptidaze) (Toldrá, 2004). Drugi encimski sistemi, kot so serinske proteaze, proteasomske endopeptidaze in matriksne metalopeptidaze, so prav tako lahko vključeni v proteolizo *post mortem* (Hopkins in Huff-Lonergan, 2004). V razgradnjo strukturnih proteinov se vključijo kot prvi kalpaini in nato od ATP-odvisni ubikvitin ali proteasom (Devine, 2004). Proteasom (EC 3.4.22.17) je multikatalitični endopeptidazni kompleks.

Kaspaze so nevtralne cisteinske peptidaze s specifičnim delovanjem. Sposobne so cepiti peptidne vezi za asparaginsko kislino. Njihova aktivnost se z znižanjem vrednosti pH zmanjša podobno kot pri kalpainih in proteasomih (Sentandreu in sod., 2002; Ouali in sod., 2006).

Kalpainski sistem je glavni proteolitični sistem, odgovoren za večji del strukturnih sprememb v začetnem obdobju *post mortem* (Hopkins in Huff-Lonergan, 2004; Koochmaraie in Geesink, 2006; Ouali in sod., 2006). Kalpaini so nevtralne proteaze z največjo aktivnostjo pri pH 7,5 in temperaturi 25 °C. Za svoje delovanje potrebujejo kalcijeve ione. Kalpainski proteolitični sistem vsebuje v skeletni mišici najmanj tri vrste proteaz (μ -kalpain, m-kalpain, kalpain-3) in inhibitor kalpastatin. Pomembna lastnost večine kalpainov je, da so sposobni avtolize, kar zmanjša njihovo aktivnost. m-kalpain v

post mortem ni sposoben avtolize. Kalpain-3 in m-kalpain nista vključena v mehčanje mesa *post mortem*, medtem ko je za to verjetno edini odgovoren μ -kalpain (Koochmarai in Geesink, 2006). Na aktivnost encima μ -kalpaina vplivajo številni dejavniki, kot so: hitrost znižanja vrednosti pH *post mortem*, končna vrednost pH, vsebnost kalpastatina, znižanje temperature ter inaktivacija μ -kalpaina zaradi avtolize ali denaturacije (Toldrá in Flores, 2000). Kalpainsi razgrajujejo proteine, ki so v črti Z ali blizu nje. Zato imajo glavno vlogo pri mehčanju mesa (Toldrá, 2003). Dokazano je, da kalpainsi razgrajujejo naslednje mišične proteine: C-protein, M-protein, titin, nebulin, troponin T, dezmin, sinemin, distrofin, talin in vinkulin. Razgradnja teh proteinov je povezana z razgradnjo miofibrilarnih struktur in mehčanjem mesa. Kalpainsi potrebujejo za aktivacijo ione kalcija. Za polovico maksimalne aktivnosti potrebujejo μ -kalpainsi 1-30 μM in m-kalpainsi 100-750 μM Ca^{2+} ionov (Devine, 2004). Njihova aktivnost se s časom zorenja spreminja zaradi znižanja vrednosti pH in visoke ionske moči. Dokazano je, da se μ -kalpainsi v govedini in mesu prašičev močno povežejo z miofibrilami. Domneva se, da ta povezava omogoči aktivno delovanje μ -kalpainov (Hopkins in Huff-Lonergan, 2004). Čeprav je nevtralen pH optimalen za aktivno delovanje, ostanejo kalpainsi učinkoviti tudi pri nižji vrednosti pH v fazi *rigor mortis*. Meso se značilno mehča tudi po dveh dneh *post mortem*, ko se količina kalpainov zmanjša (Devine, 2004).

Katepsini so najbolj učinkoviti v kislem pH (katepsin B med 5,5 in 6,5; katepsin H med 6,5 in 6,8; katepsin D med 3,0 in 5,0; katepsin L med 5,5 in 6,5; katepsin S med 6,0 in 6,5; katepsin K med 6,0 in 6,5; katepsin F med 5,2 in 6,8). Odgovorni so za razgradnjo številnih proteinov v mišici, vključno z miozinom in aktinom (Sentandreu in sod., 2002). Glavna miofibrilarna proteina miozin in aktin se pri normalnih pogojih skladiščenja ne razgradita v prvem tednu po zakolu živali, ampak šele po daljšem času zorenja. Njuno razgradnjo lahko pospešimo z relativno visoko temperaturo. V začetnem obdobju *post mortem*, ko se oblikuje mehko mesa, je delovanje katepsinov pri normalnih pogojih skladiščenja do določene mere omejeno (Hopkins in Huff-Lonergan, 2004). Katepsini verjetno ostajajo aktivni dalj časa med zorenjem mesa (Devine, 2004).

C-protein, M-protein, troponin T, titin, nebulin in dezmin so miofibrilarni in citoskeletni proteini, ki se razgradijo že v začetni fazi *post mortem*, medtem ko je razgradnja miozina in aktina v tej fazi neznatna (Hopkins in Huff-Lonergan, 2004; Devine, 2004).

2.2.3 Oksidacija proteinov med zorenjem

Druga opazna sprememba, ki se pojavi v mišicah med zorenjem je povečana oksidacija miofibrilarnih beljakovin (Lonergan in Lonergan, 2008). Pride lahko do pretvorbe nekaterih aminokislinskih ostankov, npr. histidina, v karbonilne derivate, to pa lahko povzroči oblikovanje intra- in/ali interdisulfidnih povezav med proteini. Vse to pa zmanjša funkcionalnost beljakovin (Xiong in sod., 1995). Ker μ -kalpain in m-kalpain vsebujeta tako histidinske kot SH-vsebujoče cisteinske ostanke v njunih aktivnih mestih, sta še posebej dovzetna za inaktivacijo zaradi oksidacije (Lametsch in sod., 2008). Zato oksidacijski pogoji v mišici lahko vodijo do inaktivacije ali spremembe kalpainske aktivnosti. Dokazano je bilo, da oksidacijski pogoji zavirajo le proteolizo z μ -kalpainom, ne pa avtolize. Med mišicami (*post mortem*) obstajajo velike razlike v stopnji obsega

oksidacije. Te razlike se lahko pojavijo zaradi razlik v prehrani, pasmi, stresa pred zakolom, ravnanju s trupi, itd. (Lonergan in Lonergan, 2008).

Preglednica 1: Najpomembnejše mišične proteaze vključene v proteolizo (Toldrá, 2004)

Table 1: Summary of the most important muscle proteases involved in proteolysis (Toldrá, 2004)

| Ime encima | EC št. št. | Lokacija | Glavni substrati | Glavni produkti | Optimalen pH |
|-----------------------------|------------|----------|---|-------------------------|--------------|
| katepsin B | 3.4.22.1 | lizosomi | miozin, aktin, kolagen | polipeptidi | 5,5-6,0 |
| katepsin H | 3.4.22.16 | lizosomi | miozin | peptidi, aminokislina | 6,8 |
| katepsin D | 3.4.23.5 | lizosomi | miofibrilarni proteini | polipeptidi | 4,0 |
| katepsin L | 3.4.22.15 | lizosomi | miofibrilarni proteini, kolagen | polipeptidi | 5,5-6,0 |
| μ -kalpain | 3.4.22.17 | Z-črta | proteini Z-črte, titin, nebulin, troponini, tropomiozin | polipeptidi, peptidi | 7,5 |
| m-kalpain | 3.4.22.17 | Z-črta | proteini Z-črte, titin, nebulin, troponini, tropomiozin | polipeptidi, peptidi | 7,5 |
| dipeptidilpeptidaze I | 3.4.14.1 | lizosomi | Ala-Arg-polipeptidi, Gly-Arg-polipeptidi | dipeptidi | 5,5 |
| dipeptidilpeptidaze II | 3.4.14.2 | lizosomi | Gly-Pro-polipeptidi | dipeptidi | 5,5 |
| dipeptidilpeptidaze III | 3.4.14.4 | citosol | Gly-Pro-polipeptidi | dipeptidi | 8,0 |
| dipeptidilpeptidaze IV | 3.4.14.5 | membrane | Arg-Arg-polipeptidi, Ala-Arg-polipeptidi | dipeptidi | 7,5-8,0 |
| tripeptidilpeptidaze I | 3.4.14.9 | lizosomi | Gly-Pro-X-polipeptidi | tripeptidi | 4,0 |
| tripeptidilpeptidaze II | 3.4.14.10 | citosol | Ala-Ala-Phe-polipeptidi | tripeptidi | 6,5- 7,5 |
| alanil-aminopeptidaze | 3.4.11.14 | citosol | polipeptidi, peptidi (na N-koncu) | vse aminokislina | 6,5 |
| aminopeptidaze B | 3.4.11.6 | citosol | polipeptidi, peptidi (na N-koncu) | Arg, Lys | 6,5 |
| metionil aminopeptidaze | 3.4.11.18 | citosol | polipeptidi, peptidi (na N-koncu) | Met, Ala, Lys, Leu | 7,5 |
| levcil-aminopeptidaze | 3.4.11.1 | citosol | polipeptidi, peptidi (na N-koncu) | Leu, Met | 9,0 |
| piroglutamil-aminopeptidaze | 3.4.19.3 | citosol | polipeptidi, peptidi (na N-koncu) | piroglutaminska kislina | 8,5 |
| karboksipeptidaze A | 3.4.16.1 | lizosomi | polipeptidi, peptidi (na C-koncu) | hidrofobne aminokislina | 5,2-5,5 |
| karboksipeptidaze B | 3.4.18.1 | lizosomi | polipeptidi, peptidi (na C-koncu) | vse aminokislina | 5,0 |

Oksidacija v mesu se lahko pojavi že zelo kmalu *post mortem* in lahko vpliva na zorenje (Rowe in sod., 2004). To kaže, da lahko zelo nizka stopnja oksidacije vpliva na proteolizo in da povečanje antioksidantov v mesu lahko prispeva k izboljšanju mehkoabe mesa.

2.2.4 S-nitrozacija

V bioloških sistemih dušikov oksid proizvaja družina encimov, znanih kot dušikov oksid-sintaze (NOS). Obstajajo tri pomembne izoforme NOS, nevronska, inducirana in endotelijska. V skeletnih mišicah najdemo vse tri izoforme, najpomembnejša pa je nevronska oblika, nNOS. Dušikov oksid je pomemben v bioloških sistemih, zlasti zaradi njegove vloge kot signalne molekule. Kljub temu, da dušikov oksid hitro difundira skozi tkiva, pa je sam relativno malo obstojen in reagira z drugimi biomolekulami, ki so prav tako fiziološko pomembne. Primer je njegova reakcija s superoksidom, ko se tvori zelo reaktivna molekula peroksinitrita. Beljakovine so pomembne biološke tarče peroksinitrita, še posebej beljakovine, ki vsebujejo cistein in/ali triptofan. Tudi nekaj encimov se aktivira s peroksinitritom. Med temi je znana Ca^{2+} -ATPaza iz sarkoplazemskega retikuluma. Eden od posrednih vplivov dušikovega oksida je S-nitrozacija. V večini primerov se S-nitrozirajo amini in tioli. Dušikov oksid lahko reagira s cisteini in tvori nitrozotiole, ti pa lahko spremenijo aktivnost beljakovin. Zato ugotavljajo raziskovalci, da S-nitrozacija deluje kot posttranslacijska sprememba podobno kot fosforilacija. μ -kalpain je tudi cisteinska proteaza, ki bi bila lahko podvržena S-nitrozaciji. Majhni tiol peptidi, kot je glutation, so tudi lahko podvrženi nitrozaciji in bi se lahko tvorile komponente, kot je S-nitrozoglutation. Te spojine lahko povratno vplivajo na druge beljakovine. Ker mišice vsebujejo vse sestavine, potrebne za nastanek teh vmesnih produktov, velja, da so lahko pomembne pri pretvorbi mišice v meso (Lonergan in Lonergan, 2008). Pri tem je potrebno poudariti, da omenjeni proces poteka takoj *post mortem*.

2.2.5 Sproščanje aminokislin in ostalih dušikovitih spojin

Med zorenjem mesa se kot posledica delovanja proteolitičnih encimov linearno povečuje tudi koncentracija prostih aminokislin (Polak, 2003). Na povečanje koncentracije prostih aminokislin pomembno vplivajo predvsem aminopeptidaze, ki imajo optimalno delovanje pri nevtralnem pH (Moya in sod., 2001). Katepsini (nekateri delujejo kot aminopeptidaze) se iz lizosomov sprostijo v petih dneh *post mortem* in delujejo pri nižani vrednosti pH. Vsebnost prostih aminokislin pa se pomembno poveča po desetem dnevu zorenja pri 4 °C. Takrat se začne tudi razgradnja kolagena, kar dokazuje povečana koncentracija hidroksiprolina (Feidt in sod., 1996). Posledica delovanja endopeptidaz je tudi povečana vsebnost krajših peptidov (Moya in sod., 2001).

Proste aminokislino, kreatin, kreatinin, nukleotidi, inozinmonofosfat, karnozin in druge komponente v mesu predstavljajo vir neproteinskega dušika. Številne od teh nebeljakovinskih dušikovitih snovi igrajo ključno vlogo v metaboličnih procesih in pri kvaru, prispevajo pa tudi k specifičnemu vonju in aromi, ki se oblikuje med toplotno obdelavo (Škrabanja in sod., 1997).

Z ugotavljanjem vsebnosti skupnega in neproteinskega dušika v mišicah so se ukvarjali Bruas-Reigner in Brun Bellut (1996). Ugotovili so, da med 10-dnevnim zorenjem ni prišlo do značilnih sprememb skupnega dušika v mišicah. Vendar so prišli do zaključka, da se med tretjim in štirinajstim dnevom zorenja značilno spreminja vsebnost neproteinskega dušika. To naraščanje pripisujejo nastanku peptidov in aminokislin zaradi proteolize.

Značilno naraščanje vsebnosti neproteinskega dušika ni skladno z ugotovitvijo (Valin in Ouali, 1992), ki trdijo, da so spremembe v aminokislinski in peptidni sestavi zanemarljive.

2.3 ZORENJE MESA IN SPREMEMBE V MIKROSTRUKTURI

V nadaljevanju so predstavljene najpomembnejše beljakovine, ki se razgradijo med zorenjem mesa.

2.3.1 Konektin (titin)

Konektin je elastični protein, ki povezuje miozin s črto Z v sarkomeri in ga med kontrakcijo mišice pripenja in drži v določenem položaju. Elastičnost mišic lahko pripišemo predvsem konektinu, vendar pa se le ta med zorenjem razgrajuje zato mišica izgublja na elastičnosti in postaja bolj plastična. Izguba elastičnosti pa je povezana z povečano mehko mesa (Clark in sod., 2002). Ugotovili so, da pri povečanju koncentracije kalcijevih ionov α -konektin razpade na β -konektin ter na fragment, ki ima 1200 kDa. Enako se zgodi tudi in vitro mešanici miofibril, ki jih obdelamo z raztopino 0,1 mM Ca^{2+} in levpeptinom, ki je močan proteinazni inhibitor (Takahashi, 1996).

2.3.2 Nebulin

Nebulin je filamentozni protein, velik 600-900 kDa. Molekule nebulina povezujejo črte Z z aktinom. So zelo tanki filamenti katerih naloga je stabilizacija aktinskih filamentov v mreži z miozinom. Med zorenjem se količina nebulina zmanjšuje, kar je posledica njegove razgradnje na pet podenot, velikih 200, 180, 40, 33 in 23 kDa. Enake rezultate so dobili tudi v poskusu, ko so miofibrile tretirali z raztopino 0,1 mM Ca^{2+} in levpeptina. Dokazali so, da se Ca^{2+} vežejo na podenote, ki so velike 200, 40, 23 kDa (Tatsumi in Takahashi, 1992). Na podlagi tega pa so ugotovili, da je za razgradnjo nebulina odgovorna vezava Ca^{2+} na njegove podenote, kar povzroči destabilizacijo organizacije tankih filamentov in ta tako pripomore k mehčanju mesa. Podenote nebulina (200, 40 in 23 kDa) naj bi delovale kot inhibitor aktomiozinske ATP-azne aktivnosti (Huff-Lonergan in sod., 1995).

2.3.3 Troponin-T

Veliko let je veljalo, da sta razgradnja troponina-T in povečana vsebnost polipeptida velikosti 30 kDa močno povezana in sta v korelaciji z mehko govedine (MacBride in Parrish, 1977). Kasneje se je izkazalo, da se z zorenjem govedine pojavita dva fragmenta, ki imata molekulsko maso približno 28 in 30 (Huff-Lonergan in sod., 1996), hkrati pa se v tem času bistveno zmanjša vsebnost troponina-T (Olson in sod., 1977). Ne glede na to ali troponin-T sodeluje v razkroju tankih filamentov v črti I ali ne in ali samo rahlja povezave med tankimi in debelimi filamentami ali pa enostavno samo odseva

degradacijo proteinov, pa sta njegov razpad in pojav 30 kDa komponente vsekakor indikatorja mehkoobe govedine (Huff-Lonergan in sod., 1996).

2.3.4 Dezmin

Dezmin obdaja vsako črto Z in se razteza tudi med črtami Z sosednjih miofibril. V mišičnih vlaknih deluje kot nekakšen tridimenzionalni matriks, ki povezuje posamezne miofibrile med seboj s celično membrano. Na ta način določa ogrodje, ki mehansko povezuje miofibrile med krčenjem in sprostitvijo mišice. Dezmin se uvršča med citoskeletne beljakovine zaradi svoje funkcije (Melody in sod., 2004). Med zorenjem mesa se molekule dezmina razgradijo in zato se vsebnost dezmina z zorenjem zmanjšuje (v zoreni govedini se zmanjša za 70-80 %). Dezmin razpade na enote, ki so različno velike 43-46, 40, 34-38 kDa (Zhang in sod., 2006). Povezava z mehčanjem mesa še ni popolnoma dokazana, lahko da je 38 kDa enota le indikator zorenja na splošno (Lonergan in Lonergan, 2008).

2.3.5 Filamin

Filamin je velik protein (245 kDa), vezan na aktin, ki se nahaja v različnih tipih celic (Loo in sod., 1998) ter v nekaterih izomernih oblikah. Vsebnost filamina v skeletnih mišicah je zelo majhna, manjša od 0,1 % vseh mišičnih proteinov. V skeletnih in srčnih mišicah je filamin na obrobju črte Z in je verjetno povezan s filamentami te črte (Loo in sod., 1998). Torej bi postmortalna degradacija filamina lahko razrahljala ključne povezave, ki pomagajo držati miofibrile vpete. Degradacija lahko tudi spremeni povezave perifernih slojev miofibril s sarkolemo, s tem da slabijo povezave med perifernimi miofibrilarnimi črtami Z in sarkolemo. V primerjavi z ostalimi mišičnimi proteini filamin niso veliko raziskovali, zato še vedno ni popolnoma pojasnjena njegova vloga pri mehčanju med zorenjem govejega mesa.

2.3.6 Vezivno tkivo

Za mehkoobo mesa sta pomembna tako razgradnja miofibril kot tudi vsebnost intramuskularnega vezivnega tkiva. Osnovna komponenta vezivnega tkiva v mesu, ki določa trdoto mesa je, tako kot smo že omenili, kolagen. Sprva so menili, da topnost kolagena ni odvisna od temperature in časa zorenja mesa, saj so študije pokazale, da se vsebnost kolagena ne spreminja med zorenjem. Kasnejše raziskave pa so pokazale, da se je kolagen v perimiziju med zorenjem deloma razgradil in postal bolj topen. Posledice so tudi vidne pod elektronskim mikroskopom. Valujoče črte perimizija, ki so zgrajene iz kolagenskih niti, so se vidno razgradile po 14-ih dneh *post mortem* pri 4 °C, po 28 dneh pa je vidna že razgrajena in razpadla struktura perimizija. Zaradi strukturnih sprememb v intramuskularnem vezivnem tkivu je rezna trdota manjša, zlasti po 10 dneh *post mortem* in po 28-ih dneh je še manjša (Nishimura in sod., 1993).

Struktura endomizija je zelo stabilna, saj se med zorenjem mesa nič ne spremeni in tudi vlažna toplotna obdelava ne vpliva nanj. Struktura perimizija se spremeni šele med drugim

in tretjim tednom zorenja. Raziskovalci so opazili tudi biokemijske spremembe na kolagenu, in sicer kolagen razpada na manjše dele – peptide (Taylor, 2004).

Ker privede zorenje mesa do poškodb kolagena v perimizijskih frakcijah, bi lahko pričakovali, da bo topnost kolagena večja v dalje zorenem mesu kot mesu, zorenem krajši čas, vendar pri enaki temperaturi. Za omenjene poškodbe kolagena naj bi bili odgovorni katepsini, ki naj bi katalizirali depolimerizacijo kolagenskih agregatov v kolagenskem vlaknu in tako zmanjševali napetost, ki jo ustvarja krčenje kolagenskih vlaken pri toplotni obdelavi (Bailey in Light, 1989).

2.4 ZORENJE MESA IN SPREMEMBE SENZORIČNIH LASTNOSTI

Nekatere vrste ter kosi mesa zorijo hitreje od drugih. Pri višji temperaturi meso zori hitreje kot pri nižji temperaturi. Meso starejših živali in nižjih kakovostnih razredov pa zori počasneje kot meso mladih in bolj kakovostnih razredov, saj je vezivno tkivo bolj stabilno in ga je več (Bučar in sod., 1989).

2.4.1 Barva mesa

Med zorenjem mesa delujejo tako encimski kot neencimski procesi razgradnje mesa, ki vplivajo tudi na barvo mesa. Razgradnja mesa povzroči večjo prosojnost sarkomer in bolj odprto strukturo mesa, kar pa vpliva na povečanje deleža proste vode. Zoreno meso je svetlejšo in bolj rdeče od nezorenega (Boakye in Mittal, 1996; Gašperlin in sod., 2001).

2.4.2 Mehkoba mesa

Zorenje je proces, ki pomembno vpliva na mehkobo mesa, saj mišica med razvojem otrplosti postaja zmerom bolj trda, med zorenjem pa se zmehča. Mehčanje mišice je najhitrejšo prve dni zorenja, nato pa zmeraj počasnejše. Na čas zorenja pomembno vpliva vrsta mesa, velike razlike se pojavijo tudi med posameznimi mišicami, saj imajo le-te različno vsebnost veziva. Na hitrost mehčanja pomembno vpliva tudi temperatura (idealno je počasno zorenje pri 2 °C), električno stimuliranje (pospeši zorenje mesa, saj natrga mišična vlakna in meso je bolj mehko) in tako imenovano hladno skrajšanje mišičnih vlaken (upočasni zorenje zaradi prehitrega hlajenja) (Bučar in sod., 1989).

2.4.3 Aroma in vonj mesa

Na aromo in vonj mesa pomembno vplivajo različni dejavniki, ki pa so podobni dejavnikom, ki vplivajo na mehkobo mesa. Pri počasnem zorenju je obseg razvoja arome zrelega govejega mesa večji kot pri hitrem. Razvoj arome zrelega mesa je povezan s povečanjem količine prostih aminokislin v mesu, s sproščanjem železovih ionov iz mioglobina ter s spremembami v lipidnih komponentah, tako kot je npr. nastanek karbonilov, nonanala, 2,3-oktandiona, pentanala, 3-hidroksi-2-butanona, 2-pentil furana, 1-okten-3-ola, butanojske in heksanojske kisline (Bučar in sod., 1989;

Stetzer in sod., 2008). Zato se poveča intenzivnost arome po jetrih, pojavijo se grenki in kisli priokusi, zmanjšajo pa se želeni okusi, kot so goveji okus po juhi, okus po rjavem karamelu in sladki okusi (Gorraiz in sod., 2002). Zorenje več kot 21 dni lahko povzroči v govejem mesu zmanjšanje značilnosti arome, po 35-ih dneh zorenja pa se pojavi kovinski priokus (Yancey in sod., 2006). Na aromo zorenega mesa vplivajo tudi hlapne komponente. Tako ima meso bikov močno aromo po jetrih, aromo po krvi raziskovalci povezujejo s povečano koncentracijo 2-propanona in etanala, meso telic pa ima močnejši goveji okus (Gorraiz in sod., 2002). S starostjo živali pridobi aroma med zorenjem njihovega mesa, medtem ko se povečuje vsebnost železovih ionov, bolj kovinsko, kislo, žarko, krvavo, slano in grenko noto.

V govedini se značilne sestavine arome tvorijo iz nehlapnih prekursorjev med toplotno obdelavo. Primarne reakcije vključujejo oksidacijo in razgradnjo lipidov ter reakcije med pomembnimi sestavinami mesa (proteini, sladkorji, aminokislina, peptidi, tiamin). Iz vseh teh začetnih snovi pa se razvijejo kompleksne spojine, ki tvorijo končno aromo toplotno obdelanega mesa (MacLeod, 1998).

2.4.4 Sočnost

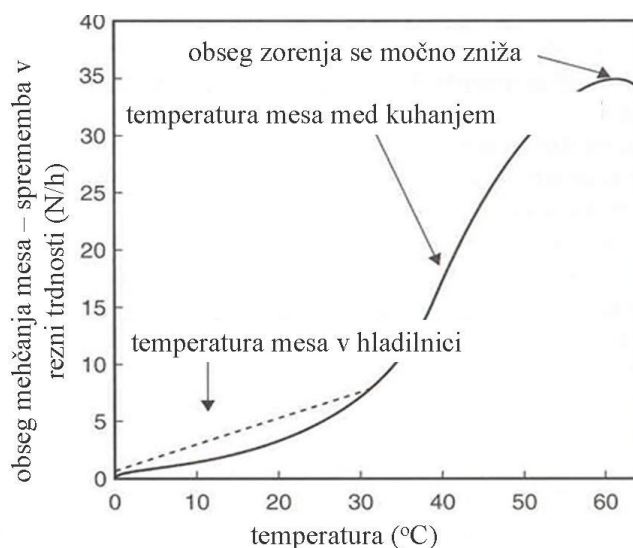
Med zorenjem mesa se poveča sočnost le tega, kar pa je posledica zmanjšanja sposobnosti za vezavo vode (SpVV) oziroma se poveča delež nemobilne vode v zrelem mesu. SpVV je značilnost mesa, da zadrži lastno ali dodano vodo, ko ga izpostavimo toploti ali tlaku (Brewer, 2004). V mišici se večji del vode nahaja v obliki proste vode, ki pa se s kapilarnostjo zadržuje med celicami in miofibrilami ter elektrostatično v miofibrilah med tankimi in debelimi filamenti. Ostali del vode je z vodikovimi vezmi vezan na polarne in nabite skupine proteinov, predvsem na aktin in miozin. Rahlo bazičen pH omogoča živi mišici večjo sposobnost za vezavo proste vode, saj na površini mišice ustvari negativen naboj mišičnih beljakovin. Sposobnost beljakovin za vezavo vode pa se *post mortem* zmanjša. To je posledica tega, da se pH mišice znižuje in približuje izoelektrični točki mišičnih beljakovin, pri kateri je površinski naboj beljakovin nevtralen. To pomeni, da privlak med pozitivnimi in negativnimi naboji zmanjša prostor med miofilamenti, kar povzroči, da se imobilizirana (nemobilna) prosta voda iztisne v sarkoplazmo. V sarkoplazmo se sproščajo tudi Ca^{2+} in Mg^{2+} ioni, ki zmanjšajo elektrostatični odboj med filamenti, kar povzroči zmanjšanje miofibrilarne strukture in posledično iztiskanje vode (Toldra, 2003).

V živi mišici miofilamenti zavzemajo večji del znotraj celičnega prostora in okrog 95 % vode je znotraj celice. Nekaj dni *post mortem* je že 15 % vode zunaj celice, vendar pa je ta prosta voda sorazmerno mobilna in prehaja po kapilarnem sistemu na površino mesa kot izceja (Honikel, 2004). Povečano odpuščanje vode ni zaželeno, saj se z vodo izgubljajo v vodi topne in za kakovost mesa pomembne spojine (mioglobin, lizosomalni encimi, nukleotidi, aminokislina, vitamini in minerali) (Toldra, 2003).

2.5 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA ZORENJE GOVEJEGA MESA

2.5.1 Temperatura zorenja

Na hitrost mehčanja pomembno vpliva temperatura, pri kateri je meso med zorenjem. Za zadovoljivo mehko govejega (junčjega) mesa, predvsem t.i. mehkih kosov mesa, je potrebno meso zoreti 10 do 14 dni pri temperaturi 2 °C. Pri nižji temperaturi (-1 °C) se najboljša mehko razvije šele po 6 do 8 tednih. Pri višjih temperaturah do 60 °C je mehčanje hitrejše, potem pa se upočasni, ker se katepsini popolnoma inaktivajo po 20-minutah pri 77 °C. To kaže na veliko toplotno stabilnost teh encimskih sistemov (Devine, 2004).

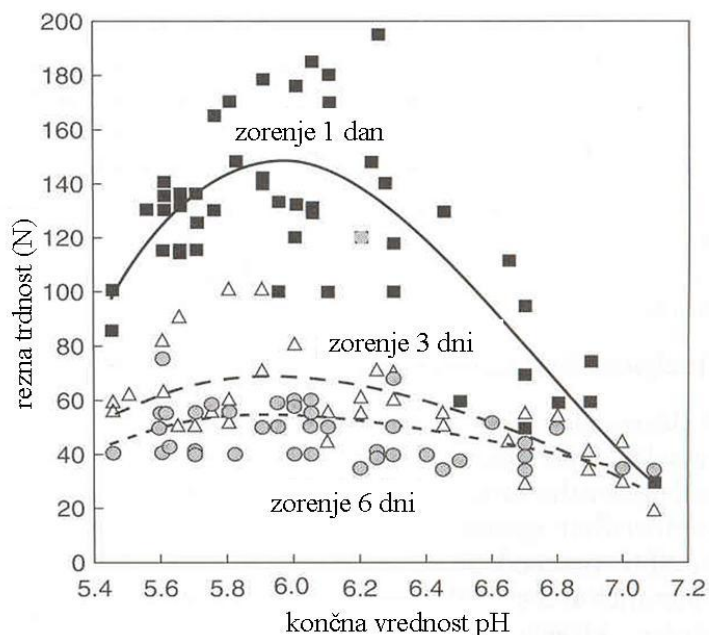


Slika 2: Odvisnost obsega mehčanja goveje mišice *sternomandibularis* od temperature (Devine, 2004: 333)

Figure 2: Rate of tenderization of beef M. *Sternomandibularis* with respect to temperature (Devine, 2004: 333)

2.5.2 Vrednost pH

Na obseg zorenja mesa značilno vpliva vrednost pH. Predmortalni stres živali se namreč kaže v porabi glikogena že pred zakolom, posledica tega pa je povišana končna vrednost pH v mesu po zaključku glikolize. Po 24 urah po zakolu je mehko le meso, ki ima nizko ali pa visoko vrednost pH, meso s vrednostjo pH 5,8-6,2 je presenetljivo trdo (slika 3). Po 6-ih dneh zorenja pri 10 °C pa meso, ne glede na končno vrednost pH, postane mehkejše. Visoke Warner-Bratzler strižne sile (100-200 N pri vrednostih pH okoli 5,8-6,2 so posledica počasnega zorenja in ne toliko drugih dejavnikov. Med vrednostmi pH med 5,5 in 5,9 se majhne spremembe v pH pokažejo v veliki spremembi trdote (Devine, 2004).



Slika 3: Spremembe v obsegu mehčanja mesa, ki so posledica stresa pred zakolom (Devine, 2004: 335)

Figure 3: Changes in rate of tenderization of meat resulting from premortal stress (Devine, 2004: 335)

2.5.3 Drugi dejavniki

2.5.3.1 Mišica

Na podlagi merjenja Warner-Bratzler (WB) strižne sile mišic so raziskovalci štirideset govejih mišic razdelili v več skupin: v zelo mehke, mehke, srednje in trde mišice. Zelo mehke (WBS <3,2 kg) so *spinalis*, *infraspinatus*, *iliacus*, *psaos major*, *serratus ventralis*, *biceps brachii*, *obliquus internus abdominis* in *vastus medius*. Mehke so naslednje mišice (3,2 kg <WBS <3,9 kg) *tensor fasciae latae*, *pectorales superficiales*, *teres major*, *longissimus lumborum*, *biventer cervicis*, *longissimus thoracis*, *splenius*, *subscapularis*, *rectus femoris*, *gluteus medius*, *gracilis*, *complexus*, *rectus abdominis*, *rhomboideus* in *triceps brachii*. Srednje trde (3,9 kg <WBS <4,6 kg) so mišice *gastrocnemius*, *supraspinatus*, *gluteobiceps*, *obliquus externus abdominis*, *semitendinosus*, *adductor*, *vastus lateralis*, *deltoideus*, *latissimus dorsi*, *transversus abdominis* in *semimembranosus*. Trde (WB strižna sila >4,6 kg) pa so mišice *extensor carpi radialis*, *trapezius*, *brachialis*, *pectoralis profundus* in *flexor digitorum superficialis* (Belew in sod., 2003).

2.5.3.2 Anatomska lokacija v mišici

Raziskovalci (Belew in sod., 2003; Denoyelle in Lebihan, 2003) so ugotovili, da vsi zrezki iz ene mišice ne zorijo enakomerno, oziroma, da je mehkooba znotraj mišice anatomsko pogojena. Take mišice so *pectoralis profundus*, *infraspinatus*, *triceps brachii (caput longum)*, *psaos major*, *semimembranosus*, *rectus femoris*, *semitendinosus* in *triceps*

brachii. Kasneje so določili še nekaj takih mišic, kot so *complexus*, *rhomboideus*, *vastus lateralis* in *rectus femoris*. Pri govejih mišicah *infraspinatus*, *triceps brachii*, *serratus ventralis* in *splenius* raziskovalci niso ugotovili vpliva anatomske lokacije (Bratcher in sod., 2005).

2.5.3.3 Vsebnost vezivnega tkiva v mišici

Vsebnost veziva vsekakor močno vpliva na mehko meso, zelo variira med različnimi mišicami v trupu in se zmanjša zaradi hidrolize med določenimi toplotnimi postopki priprave. Čeprav se zdi, da se vezivno tkivo med zorenjem mesa precej ne spreminja, pa ne smemo zanemariti njegove vloge pri zelo dolgotrajnem zorenju mesa. Koohmaraie in Geesink (2006) navajata podatke o vsebnosti kolagena v mišicah (*psoas major* < *longissimus* < *triceps brachii* < *semimembranosus* < *biceps femoris* < *semitendinosus*), dolžini sarkomer (*longissimus* < *semimembranosus* < *biceps femoris* < *semitendinosus* < *triceps brachii* < *psoas major*) in deležu razkrojenga dezmina med zorenjem (*psoas major* < *triceps brachii* < *semitendinosus* < *semimembranosus* < *longissimus* < *biceps femoris*) ter na podlagi teh ugotavljata, da na mehko mišic v podobni meri vplivata dolžina sarkomer in vsebnost kolagena, stopnja proteolize pa najbolj.

2.5.3.4 Način zorenja

Mokro in suho zorenje mesa sta dva najbolj pogosta načina zorenja mesa. Mokro zorenje je zorenje mesa v zvarjenih zavitkih pri temperaturah hladilnika. Kot suho zorenje pa je definirano zorenje nepakiranih kosov mesa pri kontrolirani temperaturi in vlažnosti. Suho zorenje je dražji postopek, ker zahteva več prostora in časa, predvsem zaradi skrčenja kosov mesa in večje količine odpadkov – zasušeno skorjo je po zorenju potrebno obrezati. Vendar pa raziskave kažejo, da v mehki (Warner-Bratzlerjevi strižni sili) med mokro in suho zoreno govedino ni značilnih razlik (Smith in sod., 2008).

2.5.3.5 Električna stimulacija

Električno stimuliranje zaklanih živali pospeši zorenje mesa, medtem ko meso, ki ga zajame "hladno skrajšanje" zori počasneje (Devine, 2004).

2.5.3.6 Dejavniki, ki zavirajo zorenje mesa

Vbrizgavanje kalcijevih ionov (5 % m/v), kot postopek za pospeševanje proteolize, je učinkovito v primeru, če se aplicira v pre-rigorane mišice, vendar pa pred 14-im dnevom *post mortem*. Vbrizgavanje kalcija v že mehko meso ne povzroča gobaste strukture, prav tako pa tudi ne vpliva negativno na ostale senzorične lastnosti. Tudi injiciranje drugih agensov, kot so to fosfati, izboljša mehko meso in zorenje mesa. Mariniranje mesa z raznimi kislinami pa je učinkovito šele, če je vrednost pH pod 4,5, kar pa lahko odvrne potrošnika, ki zazna določene priokuse (Devine, 2004).

Če se meso zmrzne, potem ne zori več, čeprav je možno, da proteoliza poteče v omejenem obsegu. Po odtajanju, naj bi meso zorelo naprej, vendar se s tem problemom ukvarja le malo študij (Devine, 2004).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL IN NAČRT DELA

V poskus je bilo vključenih 6 govedi (3 biki in 3 telice) lisaste pasme iz slovenske reje kakovostnega tržnega razreda R3. Biki so bili ob zakolu stari 21 do 23 mesecev, telice pa 22 do 30 mesecev. Postopki predklavnega obdobja, zakola in primarne obdelave trupov so potekali po ustaljeni tehnologiji. Tople mase trupov bikov so znašale 359 kg do 364 kg, tople mase trupov telic pa 234 kg do 264 kg.

Hlajenje trupov je potekalo po ustaljeni tehnologiji do 24 ur *post mortem*.

Vrednosti pH, izmerjene 24 ur *post mortem* (pH₂₄) *p.m.* v mišici *longissimus dorsi* med 6. in 7. prsnim vretencem so bile pri vseh poskusnih živalih v mejah od 5,5 do 5,9 (normalna kakovost mišičnine). Po hlajenju (24 ur *p.m.*) smo iz obeh polovic trupov (iz desne in leve polovice) izrezali mišice:

- *m. psoas major* (PM) – pljučna pečenka (meso izven kategorije),
- *m. longissimus lumborum* (LL) – ledja (šimbas) (meso I. kategorije),
- *m. semimembranosus* (SM) – mišica iz notranjega stegna (meso I. kategorije),
- *m. biceps femoris* (BF) – zunanje stegno – črni krajec (meso I. kategorije),
- *m. semitendinosus* (ST) – zunanje stegno – beli krajec (meso I. kategorije),
- *m. triceps brachii* (TB) – debelo pleče (meso II. kategorije)

Vsako mišico smo razrezali na 2 dela (na sredini mišice, pravokotno na mišična vlakna) in tako iz vsakega trupa dobili po 4 vzorce. Vsak vzorec smo vakuumsko zapakirali v vrečke iz termokrčljive folije (Cryovac). Z naključnim izborom smo določili, kateri del mišice zori koliko časa, tako smo poskušali izločiti vpliv lokacije vzorca v mišici. Zorenje je potekalo pri stalni temperaturi 1 °C. Čas zorenja je bil 2, 7, 14 in 28 dni. Po končanem zorenju smo vzorce pripravili za nadaljnje analize oziroma zamrznili pri -21 °C ±1°C. Tako pripravljeni so počakali do posameznih analiz (največ en mesec). Vse analize smo opravili v paralelni določitvi.

Drugi dan zorenja smo si pripravili vzorce za osnovno kemijsko analizo (voda, maščobe, pepel, beljakovine), izmerili vrednost pH direktno v vzorcih, opravili instrumentalno analizo barve, določili vsebnost neproteinskega dušika, kolagena (le na LL in BF), na toplotno obdelanih vzorcih pa smo opravili senzorično analizo barve, mehkobe, sočnosti, vonja in arome ter instrumentalno analizo teksture. Vse omenjene analize, razen osnovnih kemijskih analiz in kolagena smo opravili tudi po 7-ih, 14-ih in 28-ih dneh zorenja. Vsebnost kolagena smo določili po 2-eh in 28-ih dneh zorenja. Po prvem obdobju (po 2-eh dneh) in po končnem obdobju zorenja (po 28-ih dneh) je bila na presnih vzorcih opravljena tudi mikrobiološka analiza (skupno število mikroorganizmov in število anaerobnih bakterij).

Toplotna obdelava vzorcev za senzorično analizo in instrumentalno analizo mehkobe je bila opravljena na zrezkih debeline 3,5 cm s pečenjem na dvoploščnem žaru (temperatura plošč 200 °C) do končne središčne temperature zrezkov 60 °C (približno 5 minut).

3.2 METODE

3.2.1 Merjenje vrednosti pH

Direktno merjenje vrednosti pH₂₄ smo izvedli 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). Natančnost merjenja je bila $\pm 0,01$ enote. pH meter je bil umerjen na pH 4,00 in pH 7,00.

Ponovljivost metode je bila zelo dobra, saj je bil koeficient variabilnosti merjenja vrednosti pH v šestih paralelkah zelo majhen (0,23 %).

3.2.2 Določanje osnovne kemijske sestave

Za določanje kemijske sestave presnega mesa smo vzorce homogenizirali s kuhinjskim sekljalnikom do pastozne mase in jo shranili v polietilenske vrečke ter jo do analiz zmrznili v zamrzovalni komori pri $-21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Vsebnost vode v mesu smo določili s sušenjem po uradnem postopku, opisanem v AOAC Official Method 950.46 Moisture in Meat (1997).

Vsebnost beljakovin (skupni dušik $\times 6,25$) smo določili po uradnem postopku, opisanem v AOAC Official Method 928.08 Nitrogen in Meat Kjeldahl Method (1997).

Vsebnost maščobe smo določili po uradnem postopku, opisanem v AOAC Official Method 991.36 Fat (Crude) in Meat and Meat Product (1997).

Vsebnost skupnih anorganskih snovi pa smo določili po uradnem postopku, opisanem v AOAC Official Method 920.153 Ash of Meat (1997).

Ponovljivost metod je bila dobra, saj so bili koeficienti variabilnosti določanja osnovne kemijske sestave v šestih paralelkah naključnega vzorca manjši od 5 %, zato smo se na osnovi tega tudi odločili, da je za nadaljnje analize dovolj delo v dveh paralelkah.

3.2.3 Določanje deleža neproteinskega dušika

Reagenti:

- 3 % trikloroacetna kislina
- koncentrirana H₂SO₄ (95-97 %)
- katalizator KJELTABS Cu /3,5 (3,5 g K₂SO₄ + 0,4 g CuSO₄ x 5 H₂O)
- nasičena H₃BO₄ (ca. 3 % razt.)
- 30 % NaOH
- cca 15 % raztopina NaOH
- indikator bromtimolmodro
- 0,1 M HCl

Vsebnost neproteinskega dušika (NPN) v mišicah smo določili po modificirani metodi, ki jo opisujejo Paulsen in sod. (2006) in Soriano in sod. (2006). Zatehtali smo $5,000\text{ g} \pm$

0,001 g homogeniziranega vzorca, dodali 40 ml ohlajene 3 % raztopine trikloroacetne kisline (Merck, 1.00807) in suspenzijo 120 s homogenizirali v ledeni vodni kopeli s homogenizatorjem (Ultra-turrax T25 in nastavkom S25N-18G; IKA, Nemčija) pri 20000 obr/min. Suspenzijo smo filtrirali skozi filter papir (Sartorius 388, FT-3-101-150) direktno v Büchijeve razklopne kivete in nato spirali filtrirno pogačo z 10 ml 3 % raztopine trikloroacetne kisline. Vsebnost NPN smo določili v skupnem bistrem filtratu z Büchi Kjeldahlovo linijo (Büchi Kjeldahl Line: K-424, B-324, B-414) za določanje dušika po uradni Kjeldahlovi metodi (AOAC 928.08, 1997). Delež neproteinskega dušika smo izrazili kot odstotek neproteinskega dušika glede na skupni dušik.

Ponovljivost metode je bila zelo dobra, saj je bil koeficient variabilnosti določanja vsebnosti neproteinskega dušika v šestih paralelkah naključnega vzorca 1,21 %, zato smo se na osnovi tega odločili, da je za nadaljnje analize dovolj delo v dveh paralelkah.

3.2.4 Določanje vsebnosti vezivnega tkiva

Reagenti:

- klorovodikova kislina (6 M in 12 M)
- petroleter (s točko vrelišča 60-80 °C)
- pufrna raztopina (pH = 6,8)
 - 26,0 g citronske kisline (monohidrat), 14,0 g NaOH in 78,0 g CH₃COONa (brezvodni) damo v 500 ml destilirane vode s 100 mg Na-etilmerkritisalicilata (čistega), pomešamo in kvantitativno prenesemo v 1000 ml merilno bučko. Po dodatku 250 ml n-propanola, dopolnimo z destilirano vodo do oznake. Pufrna raztopina je pri 4 °C obstojna 2 meseca.
- raztopina hidroksiprolina I (γ = 600 mg/l)
 - 120 mg hidroksiprolina (104506, Merck) raztopimo v destilirani vodi in v 200 ml bučki dopolnimo z destilirano vodo do oznake.
- raztopina hidroksiprolina II (γ = 6 mg/l)
 - 5 ml (2,5 ml) raztopine I odpipetirano v 500 ml (250 ml) bučko in dopolnimo do znake.
- standardna raztopina hidroksiprolina
 - od raztopine II odpipetiramo po 1, 2, 5,10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 ml v 100 ml merilne bučke. Nato dodamo v vsako 30 mg Na-etilmerkritisalicilata in dopolnimo do oznake z destilirano vodo. Koncentracija standardnih raztopin je 0,06, 0,12, 0,30, 0,60, 0,90, 1,20, 1,50 1,80, 2,40 μ g/ml. Standarde raztopine so na sobni temperaturi obstojne 1 teden, pri 4 °C pa 3 mesece.
- oksidacijski reagent
 - 1,4 g kloramin T (trihidrat) raztopimo v 100 ml pufrne raztopine. Pri 4 °C je obstojen en teden v temi.
- barvni reagent
 - 2,0 g *p*-dimetlaminobenzaldehida (za sinteze) raztopimo v 7 ml klorove (VII) kisline (perklorna kislina), ca. 60 %, gostote 1,53 g/ml. Za tem počasi dodajamo 13 ml n-propanola. To raztopino vedno pripravimo svežo tik pred uporabo.
- Ringerjev laktat, vrednost pH 5-7.
 - sestava raztopine Ringerjevega laktata:

| | mmol/l |
|------------------|--------|
| Na ⁺ | 130,0 |
| K ⁺ | 4,0 |
| Ca ²⁺ | 1,5 |
| Cl ⁻ | 109,0 |
| laktat | 28,0 |

Za določanje vezivnega tkiva smo uporabili modificirano spektrofotometrično metodo po Matisseku in sod. (1992), ki temelji na določanju hidroksiprolina. Ekstrakcijo termolabilnega kolagena in ločbo topnega vezivnega tkiva od netopnega smo izvedli po Hillu (1996) in sicer v Ringerjevi raztopini laktata. Ringerjeva raztopina se uporablja za rahljanje intramolekularnih vezi v kolagenu in je bolj učinkovita kot destilirana voda (Hill, 1996).

Hidroksiprolin iz vezivno tkivnih beljakovin sprostimo s hidrolizo s HCl ter ga oksidiramo s pomočjo kloramin T oksida. Oksidacijski produkt tvori z p-dimetilaminobenzaldehydom rdeče obarvan kondezacijski produkt, ki ga določimo spektrofotometrično pri valovni dolžini 558 nm (prolin ne daje takojšnje reakcije).

Za določanje hidroksiprolina smo uporabili spektrofotometrično metodo po Matisseku in sod. (1992), ki smo jo modificirali po Dominku (1995) in je podrobneje opisana v diplomskem delu Absec (2005). Določili smo vsebnost topnega vezivnega tkiva (TVT), netopnega vezivnega tkiva (NVT) in izračunali seštevke obeh – skupno vezivno tkivo (SVT).

Ponovljivost metode smo določili s šestimi vzporednimi analizami. V ta namen smo med vzorci naključno izbrali enega in ga pod enakimi pogoji analizirali v šestih ponovitvah. Vendar pa rezultati kažejo, da je vsebnost vezivnega tkiva zelo variabilen parameter – koeficient variabilnosti 16,2 % (NVT) oziroma 15 % (TVT).

3.2.5 Instrumentalna analiza

3.2.5.1 Barva

Barvo nezorenih in zorenih presnih rezin vzorcev smo instrumentalno določili s kromometrom Minolta CR 200b (Minolta, Japonska). Pred merjenjem smo kromometer (vir svetlobe (angl. illuminant) C, osvetljevanje pod kotom 45°) umerili na bel standard ($L^* = 92,8$; $a^* = 0,3136$; $b^* = 0,3196$). Aparat poda barvo v treh koordinatah, kot so v L^* , a^* in b^* . Vrednost L^* opisuje svetlost barve, pri čemer višje vrednosti pomenijo svetlejšo barvo vzorca in obratno. Vrednost a^* določa intenziteto rdeče barve v pozitivnem območju (rdeča barva je odvisna od prisotnosti barvila mioglobina) in zelene barve v negativnem območju (samo v primeru diskoloracij na površini mesa). Vrednost b^* pa predstavlja intenziteto rumene barve v pozitivnem območju (rumena barva je povezana s stopnjo oksigenacije mesnega barvila) in modre v negativnem območju (samo v primeru diskoloracij na površini mesa). Barvo smo merili na oksigenirani rezini (vzorec smo predhodno imeli 1 uro v hladilniku pri temperaturi 4 °C) na štirih mestih za vsak vzorec, tako smo dobili vrednosti, ki nam opišejo barvo posameznega vzorca.

3.2.5.2 Tekstura

Toplotna obdelava vzorcev za senzorično analizo in instrumentalno analizo mehkoobe je bila opravljena na rezkih debeline 3,5 cm s pečenjem na dvoploščnem žaru (temperatura plošč 200 °C) do končne središčne temperature zrezkov 60 °C (približno 5 min). Toplotno obdelanim zrezkom smo najprej odstranili zapečene dele. Vsak pečeni zrezek smo nato razdelili na polovico. Na topli polovici zrezka, katero smo narezali na kocke z robom 1,5 cm, je bila opravljena senzorična analiza. Za instrumentalno analizo pa smo vzorce (drugo polovico zrezka) zavili v folijo, ohladili in po 24 urah oblikovali vzorce za instrumentalno merjenje reoloških lastnosti.

Za določanje strižne sile mišic smo uporabili modificirano metodo, ki jo opisujejo Fortin in sod. (2005). Strižno silo mišic smo določili z univerzalnim instrumentom za mehnično testiranje TAXT plus texture analyser (Stable Micro Systems, Velika Britanija). Po 24-urnem hlajenju (druge polovice zrezka) smo iz vsake mišice, vzdolž mišičnih vlaken, izrezali po štiri vzorce v obliki valjev premera 8 mm. Strižno silo smo določili na sredini vsakega valja, pravokotno na mišična vlakna. Uporabili smo strižno Warner-Bratzler "V" giljotino debeline 3 mm, ki vsebuje trikotno odprtino (60°). Hitrost giljotine je bila 0,0033 m/s. Silo, ki je bila potrebna za strig valja, smo izrazili v N (Newton).

3.2.6 Senzorična analiza

Senzorično ocenjevanje je opravil tričlanski panel, ki so ga sestavljali izkušeni degustatorji katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Oddelku za živilsko tehnologijo Biotehniške fakultete. Degustacijo so opravili v senzoričnem laboratoriju te katedre. Senzorično ocenjevanje so izvedli s testom točkovanja lastnosti iz skupine deskriptivnih testov in to z nestrukturirano točkovno lestvico (od 1 do 7 točk).

Na presnih vzorcih (šifriranih) je bila ocenjena ena senzorična lastnost, in sicer:

- barva mesa (1-7 točk) presnih oksigeniranih vzorcev je bila senzorično ocenjena na rezkih debeline 3,5 cm po shranjevanju v hladilniku 1 uro pri temperaturi 4 °C:
7 točk: atraktivna, svetlo rdeča barva oksigenirane površine mišičnine,
1 točka: neoksigenerana, temna barva.

Senzorično ocenjevanje pečenih vzorcev govejih mišic je potekalo na toplih vzorcih, ki so bili prav tako šifrirani. Panel je ocenil naslednje lastnosti:

- mehkooba (1-7 točk) je bila ocenjena kot upor vzorca na žvečenje koščke mesa:
7 točk: odlična mehkooba,
1 točka: slaba mehkooba.
- sočnost (1-7 točk): je bila ocenjena kot količina izcejenega soka med grizenjem vzorca v ustih:
7 točk: sočnost je odlično izražena,
1 točka: suhost, slaba sočnost.
- vonj (1-7 točk) je bil ocenjen olfaktorno kot količina hlapnih snovi:
7 točk: polno izražen vonj zrelega govejega mesa,
1 točka: neizrazit in neprimeren vonj.

- aroma (1-7 točk) je bila ocenjena tako, da je ocenjevalec vzorec položil v usta in ga prežvečil. Med žvečenjem poteka sočasno več procesov, ki se kombinirajo v kompleksno zaznavo, imenovano aroma:

7 točk: polno izražena aroma zrelega govejega mesa,

1 točka: neizrazita (prazna) aroma.

3.2.7 Statistična analiza

V poizkusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Tako urejene podatke smo statistično obdelali z računalniškim programom SAS (SAS Software. Version 8.01, 1999) s postopkom MIXED.

Model za analizo kemijske sestave govejega mesa je vključeval fiksne vplive, kot so spol (S), žival znotraj spola (Z(S)) in mišica (M), ter interakcijo mišica×spol (M×S):

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + Z(S)_j + M_k + M \times S_{ik} + e_{ijkl} \quad (\text{model 1})$$

Za analizo vpliva vsebnosti veziva na proteolizo govejega mesa sta bila dva fiksna vpliva (spol (S) in žival znotraj spola (Z(S))) ter interakcija mišica×spol (M×S) izločeni iz modela, ker niso bili značilni, dodan pa je bil fiksni vpliv časa zorenja (C) ter interakcija mišica×čas (M×C):

$$y_{ijk} = \mu + M_i + C_j + M \times C_{ij} + e_{ijk} \quad (\text{model 2})$$

Model za analizo vsebnosti deleža neproteinskega dušika (NPN) in senzoričnega profila govejega mesa je vključeval fiksne vplive, kot so spol (S), žival znotraj spola (Z(S)), mišica (M), čas zorenja (C), interakciji mišica×čas (M×C) in spol×mišica (S×M):

$$y_{ijklm} = \mu + S_i + Z(S)_j + M_k + C_l + M \times C_{kl} + S \times M_{ik} + e_{ijklm} \quad (\text{model 3})$$

Model za analizo instrumentalno merjene barve (Lab) in WBSF govejega mesa je vključeval fiksne vplive, kot so spol (S), žival znotraj spola (Z(S)), mišica (M), čas zorenja (C), interakcijo mišica×spol (M×S):

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + Z(S)_j + M_k + C_l + M \times S_{ik} + e_{ijkl} \quad (\text{model 4})$$

Pričakovane srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane s testom LSM in primerjane pri 5 % tveganju. Pearsonovi korelacijski koeficienti med parametri zorenega mesa so izračunani s postopkom CORR (SAS Software. Version 8.01, 1999).

4 REZULTATI

4.1 OSNOVNA KEMIJSKA SESTAVA

Iz rezultatov analiz osnovne kemijske sestave (vode, maščobe, beljakovine in skupne anorganske snovi) lahko ugotovimo, da smo izbrali dokaj homogen material, saj so koeficienti variabilnosti majhni, le pri maščobah so pri mišici BF večji kot 30 % (33,8 %). Tako so goveje mišice v tem poskusu v povprečju vsebovale 74,49 % vode, 22,40 % beljakovin, 2,73 % maščob in 1,28 % skupnih anorganskih snovi (podatki niso prikazani v preglednicah), podrobnejša sestava po mišicah, pa je predstavljena v preglednici 2.

Preglednica 2: Rezultati kemijske analize različnih govejih mišic z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 12)

Table 2: Basic statistical parameters for chemical composition of different beef muscles (n = 12)

| mišica | parameter (g/100 g) | vrednost | | | KV (%) |
|--------|-------------------------|-----------|-----------|------------|--------|
| | | povprečna | minimalna | maksimalna | |
| BF | voda | 74,60 | 72,90 | 76,50 | 1,4 |
| | beljakovine | 22,30 | 21,00 | 23,90 | 4,0 |
| | maščobe | 2,39 | 1,66 | 4,09 | 33,8 |
| | skupne anorganske snovi | 1,31 | 1,09 | 1,49 | 9,6 |
| LL | voda | 73,60 | 72,80 | 74,80 | 0,9 |
| | beljakovine | 22,30 | 21,30 | 23,30 | 2,7 |
| | maščobe | 2,76 | 1,78 | 3,51 | 23,5 |
| | skupne anorganske snovi | 1,21 | 1,03 | 1,38 | 8,1 |
| PM | voda | 73,80 | 71,10 | 76,60 | 1,9 |
| | beljakovine | 22,00 | 19,50 | 23,60 | 5,3 |
| | maščobe | 3,30 | 3,29 | 3,31 | 0,4 |
| | skupne anorganske snovi | 1,31 | 1,25 | 1,39 | 3,9 |
| SM | voda | 74,90 | 73,80 | 75,60 | 0,8 |
| | beljakovine | 22,60 | 21,70 | 23,30 | 2,2 |
| | maščobe | 1,63 | 1,60 | 1,67 | 3,0 |
| | skupne anorganske snovi | 1,35 | 1,31 | 1,40 | 1,7 |
| ST | voda | 75,30 | 73,90 | 76,40 | 1,0 |
| | beljakovine | 22,90 | 21,10 | 23,90 | 3,8 |
| | maščobe | 2,15 | 2,13 | 2,17 | 1,4 |
| | skupne anorganske snovi | 1,24 | 1,16 | 1,30 | 3,1 |
| TB | voda | 74,80 | 72,40 | 76,60 | 1,6 |
| | beljakovine | 22,20 | 21,60 | 22,60 | 1,4 |
| | maščobe | 3,25 | 2,59 | 4,18 | 17,2 |
| | skupne anorganske snovi | 1,24 | 1,05 | 1,42 | 10,2 |

n – število obravnavanj na posamezni mišici, KV (%) – koeficient variabilnosti

V poskusu uporabljene goveje mišice so se med seboj statistično značilno razlikovale v vsebnosti maščobe ($p < 0,0001$) in skupnih anorganskih snovi ($p = 0,0358$), ne pa v vsebnosti vode ($p = 0,0672$) in beljakovin ($p = 0,4407$). Vpliv spola na osnovno kemijsko sestavo mišic je bil prav tako statistično značilen, tako za vsebnost vode ($p < 0,0001$), maščob ($p < 0,0001$) in skupnih anorganskih snovi ($p = 0,0007$), medtem ko je bil za vsebnost beljakovin statistično neznačilen ($p = 0,5837$). Pri vseh kemijskih lastnostih razen pri vsebnosti vode je bila statistično značilna tudi interakcija med vrsto mišice in spolom živali, zato so rezultati prikazani ločeno po mišicah in spolu (preglednice 3 do 6).

Preglednica 3: Vsebnost vode (g/100 g) v različnih mišicah mladih bikov in telic

Table 3: Content of water (g/100 g) in different beef muscles originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|-------------|-------|-------------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 75,00 | 0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 74,21 | 0,79 | 0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 73,88 | 1,12 | 0,33 | 0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 73,35 | 1,65 | 0,86 | 0,53 | 0 | | | | | | | | |
| PM-b | 74,23 | 0,77 | -0,02 | -0,36 | -0,89 | 0 | | | | | | | |
| PM-t | 73,33 | 1,67 | 0,88 | 0,54 | 0,01 | 0,90 | 0 | | | | | | |
| SM-b | 75,03 | -0,03 | -0,82 | -1,15 | -1,68 | -0,80 | -1,69 | 0 | | | | | |
| SM-t | 74,70 | 0,30 | -0,49 | -0,83 | -1,36 | -0,47 | -1,37 | 0,33 | 0 | | | | |
| ST-b | 75,90 | -0,90 | -1,69 | -2,02 | -2,55 | -1,67 | -2,57 | -0,87 | -1,20 | 0 | | | |
| ST-t | 74,72 | 0,28 | -0,51 | -0,84 | -1,37 | -0,49 | -1,39 | 0,31 | -0,02 | 1,18 | 0 | | |
| TB-b | 75,56 | -0,56 | -1,35 | -1,69 | -2,22 | -1,33 | -2,23 | -0,53 | -0,86 | 0,34 | -0,84 | 0 | |
| TB-t | 73,99 | 1,02 | 0,22 | -0,11 | -0,64 | 0,25 | -0,65 | 1,04 | 0,72 | 1,91 | 0,73 | 1,58 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Iz preglednice 3 lahko povzamemo, da je v mišicah ST, TB, SM in BF mladih bikov vsebnost vode večja od povprečne vrednosti v poskusu (74,49 %) in statistično značilno večja kot v mišicah PM in LL telic. Vse mišice bikov vsebujejo več vode kot mišice telic, vendar so razlike statistično značilne le v primeru mišic BF, PM, ST in TB.

Preglednica 4: Vsebnost beljakovin (g/100 g) v različnih mišicah mladih bikov in telic

Table 4: Content of proteins (g/100 g) in different beef muscles originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-----------------------|-------|-------|--------------|-------------|--------------|-------|-------|--------------|-------------|------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 22,44 | 0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 22,24 | 0,20 | 0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 22,52 | -0,08 | -0,28 | 0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 22,09 | 0,35 | 0,15 | 0,43 | 0 | | | | | | | | |
| PM-b | 22,43 | 0,00 | -0,20 | 0,08 | -0,35 | 0 | | | | | | | |
| PM-t | 21,60 | 0,84 | 0,64 | 0,92 | 0,49 | 0,84 | 0 | | | | | | |
| SM-b | 22,52 | -0,08 | -0,29 | -0,01 | -0,43 | -0,09 | -0,92 | 0 | | | | | |
| SM-t | 22,69 | -0,25 | -0,45 | -0,17 | -0,60 | -0,25 | -1,09 | -0,17 | 0 | | | | |
| ST-b | 22,32 | 0,12 | -0,08 | 0,20 | -0,23 | 0,12 | -0,72 | 0,20 | 0,37 | 0 | | | |
| ST-t | 23,40 | -0,96 | -1,16 | -0,89 | -1,31 | -0,97 | -1,80 | -0,88 | -0,71 | -1,08 | 0 | | |
| TB-b | 22,32 | 0,12 | -0,08 | 0,19 | -0,23 | 0,11 | -0,72 | 0,20 | 0,37 | 0,00 | 1,08 | 0 | |
| TB-t | 22,04 | 0,40 | 0,20 | 0,47 | 0,05 | 0,39 | -0,44 | 0,48 | 0,65 | 0,28 | 1,36 | 0,28 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Največ beljakovin je v mišicah ST telic (23,4 %), nad povprečno vrednostjo beljakovin v poskusu (22,4 %) je tudi vsebnost beljakovin v mišicah SM in LL mladih bikov (22,52 %),

najmanj pa v PM, SM, TB, LL in BF telic (med 22,60 % in 22,24 %). Med mišicami bikov in telic v tem parametru obstajata le dve statistično značilni razliki, ki sta si nasprotujoči. V mišicah PM mladih bikov je statistično značilno več (0,84 %), v mišicah ST pa statistično značilno manj (1,08 %) beljakovin kot v omenjenih mišicah telic (preglednica 4).

Preglednica 5: Vsebnost maščob (g/100 g) v različnih mišicah mladih bikov in telic

Table 5: Content of fat (g/100 g) in different beef muscles originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 2,11 | 0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 2,67 | -0,56 | 0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 2,64 | -0,53 | 0,02 | 0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 2,87 | -0,76 | -0,21 | -0,23 | 0 | | | | | | | | |
| PM-b | 3,38 | -1,27 | -0,71 | -0,74 | -0,51 | 0 | | | | | | | |
| PM-t | 3,93 | -1,82 | -1,26 | -1,28 | -1,06 | -0,55 | 0 | | | | | | |
| SM-b | 1,77 | 0,34 | 0,90 | 0,87 | 1,10 | 1,61 | 2,16 | 0 | | | | | |
| SM-t | 1,83 | 0,28 | 0,83 | 0,81 | 1,04 | 1,55 | 2,10 | -0,06 | 0 | | | | |
| ST-b | 1,93 | 0,18 | 0,73 | 0,71 | 0,94 | 1,45 | 2,00 | -0,16 | -0,10 | 0 | | | |
| ST-t | 2,20 | -0,09 | 0,46 | 0,44 | 0,67 | 1,18 | 1,72 | -0,43 | -0,37 | -0,27 | 0 | | |
| TB-b | 2,78 | -0,66 | -0,11 | -0,13 | 0,10 | 0,61 | 1,15 | -1,00 | -0,94 | -0,84 | -0,57 | 0 | |
| TB-t | 3,72 | -1,61 | -1,06 | -1,08 | -0,85 | -0,34 | 0,20 | -1,95 | -1,89 | -1,79 | -1,52 | -0,95 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Največ maščob je v mišici PM (3,93 %) in TB (3,72 %) telic, nad povprečno vrednostjo (2,73 %) je tudi vsebnost maščob v mišicah LL telic in TB bikov (preglednica 5). Najmanj maščob je v mišicah SM, ST in BF (tako bikov kot tudi telic) (1,77 % do 2,67 %). Vse mišice telic vsebujejo večjo vsebnost maščob, vendar pa je razlika (0,95 %) statistično značilna le pri mišici TB.

Na splošno lahko rečemo, da imajo med vsemi mišicami največ skupnih anorganskih snovi (preglednica 6) mišice BF telic (1,37 %) in mišice SM (1,35 %) mladih bikov in telic. Pod povprečjem v poskusu (1,28 %) smo določili vsebnost skupnih anorganskih snovi v LL in TB mladih bikov. Mišice telic imajo nekoliko višjo vsebnost skupnih anorganskih snovi kot mišice bikov, statistično značilne pa so pri treh mišicah, BF (0,12 %), LL (0,13 %) in TB (0,13 %).

Preglednica 6: Vsebnost skupnih anorganskih snovi (g/100 g) v različnih mišicah mladih bikov in telic

Table 6: Content of ash (g/100 g) in different beef muscles originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----------------------|-------------|--------------|-------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------|--------------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 1,25 | 0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 1,37 | -0,12 | 0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 1,15 | 0,10 | 0,22 | 0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 1,28 | -0,02 | 0,09 | -0,13 | 0 | | | | | | | | |
| PM-b | 1,33 | -0,08 | 0,04 | -0,18 | -0,05 | 0 | | | | | | | |
| PM-t | 1,28 | -0,03 | 0,09 | -0,13 | 0 | 0,05 | 0 | | | | | | |
| SM-b | 1,35 | -0,10 | 0,02 | -0,20 | -0,07 | -0,02 | -0,07 | 0 | | | | | |
| SM-t | 1,35 | -0,10 | 0,02 | -0,20 | -0,07 | -0,02 | -0,07 | 0 | 0 | | | | |
| ST-b | 1,25 | 0 | 0,12 | -0,10 | 0,03 | 0,08 | 0,03 | 0,10 | 0,10 | 0 | | | |
| ST-t | 1,22 | 0,03 | 0,15 | -0,07 | 0,05 | 0,11 | 0,06 | 0,13 | 0,13 | 0,03 | 0 | | |
| TB-b | 1,18 | 0,07 | 0,19 | -0,03 | 0,10 | 0,15 | 0,10 | 0,17 | 0,17 | 0,07 | 0,04 | 0 | |
| TB-t | 1,31 | -0,05 | 0,07 | -0,15 | -0,03 | 0,03 | -0,03 | 0,05 | 0,04 | -0,06 | -0,08 | -0,13 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

4.2 KEMIJSKI PARAMETRI DINAMIKE ZORENJA

Iz rezultatov analiz vsebnosti neproteinskega dušika lahko ugotovimo, da je ta parameter dokaj variabilen, saj so koeficienti variabilnosti za posamezne mišice med 3,8 % in 6,8 %. Tako goveje mišice v tem poskusu v povprečju vsebujejo 8,91 % neproteinskega od skupnega dušika (podatek ni prikazan v preglednici).

Preglednica 7: Rezultati meritev deleža neproteinskega dušika (NPN) od skupnega dušika (%) v različnih govejih mišicah z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 48)

Table 7: Basic statistical parameters for the proportion of non protein nitrogen – NPN (% of total nitrogen) of different beef muscles (n = 48)

| mišica | vrednost | | | KV (%) |
|--------|-----------|-----------|------------|--------|
| | povprečna | minimalna | maksimalna | |
| BF | 9,45 | 8,87 | 10,15 | 5,3 |
| LL | 9,66 | 8,99 | 10,17 | 4,8 |
| PM | 8,54 | 7,82 | 9,33 | 6,8 |
| SM | 9,14 | 8,63 | 9,58 | 3,9 |
| ST | 8,39 | 7,96 | 8,80 | 3,8 |
| TB | 8,25 | 7,85 | 8,76 | 4,4 |

n – število obravnavanj v posamezni mišici; KV (%) – koeficient variabilnosti.

Vsebnost neproteinskega dušika v govejem mesu se statistično značilno spreminja s časom zorenja, spolom živali in vrsto mišice ($p < 0,0001$), statistično značilni pa sta tudi dvojni interakciji – med mišico in časom zorenja ($p = 0,0002$) ter mišico in spolom ($p = 0,0033$).

Preglednica 8: Delež neproteinskega od skupnega dušika (NPN/ %) v različno zorenem govejem mesu

Table 8: The proportion of non protein nitrogen – NPN (% of total nitrogen) in different aged beef

| Zorenje (dnevi) | LSM | Razlike med skupinami | | | |
|-----------------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-----|
| | | 2 | 7 | 14 | 28 |
| 2 | 8,3 | 0,0 | | | |
| 7 | 8,7 | -0,5 | 0,0 | | |
| 14 | 9,0 | -0,7 | -0,2 | 0,0 | |
| 28 | 9,6 | -1,4 | -0,9 | -0,7 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Iz preglednice 8 je razvidno, da se s časom zorenja delež NPN statistično značilno povečuje. Delež NPN (od skupnega dušika) se je z začetne vrednosti povečal po štirih tednih zorenja za 16 %.

Preglednica 9: Delež neproteinskega od skupnega dušika (NPN/ %) v različno zorenih govejih mišicah

Table 9: The proportion of non protein nitrogen – NPN (% of total nitrogen) in different aged beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | BF2 | BF7 | BF14 | BF28 | LL2 | LL7 | LL14 | LL28 | PM2 | PM7 | PM14 | PM28 |
| BF2 | 8,6 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF7 | 9,4 | -0,8 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| BF14 | 9,8 | -1,2 | -0,4 | 0,0 | | | | | | | | | |
| BF28 | 10,0 | -1,4 | -0,6 | -0,2 | 0,0 | | | | | | | | |
| LL2 | 8,3 | 0,3 | 1,1 | 1,5 | 1,7 | 0,0 | | | | | | | |
| LL7 | 9,9 | -1,3 | -0,5 | -0,1 | 0,1 | -1,6 | 0,0 | | | | | | |
| LL14 | 10,1 | -1,5 | -0,7 | -0,3 | -0,1 | -1,8 | -0,2 | 0,0 | | | | | |
| LL28 | 10,4 | -1,8 | -1,0 | -0,6 | -0,4 | -2,1 | -0,5 | -0,3 | 0,0 | | | | |
| PM2 | 8,1 | 0,5 | 1,3 | 1,7 | 1,9 | 0,2 | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 0,0 | | | |
| PM7 | 8,2 | 0,4 | 1,2 | 1,6 | 1,8 | 0,1 | 1,7 | 1,9 | 2,2 | -0,1 | 0,0 | | |
| PM14 | 8,7 | -0,1 | 0,7 | 1,1 | 1,3 | -0,4 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | -0,6 | -0,5 | 0,0 | |
| PM28 | 9,2 | -0,6 | 0,2 | 0,6 | 0,8 | -0,9 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | -1,2 | -1,0 | -0,5 | 0,0 |
| SM2 | 8,6 | 0,0 | 0,8 | 1,2 | 1,4 | -0,3 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | -0,5 | -0,4 | 0,1 | 0,6 |
| SM7 | 8,9 | -0,3 | 0,5 | 0,9 | 1,1 | -0,6 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | -0,8 | -0,7 | -0,2 | 0,4 |
| SM14 | 9,1 | -0,5 | 0,3 | 0,7 | 0,9 | -0,8 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | -1,0 | -0,9 | -0,4 | 0,1 |
| SM28 | 10,0 | -1,4 | -0,6 | -0,3 | -0,1 | -1,8 | -0,2 | 0,0 | 0,3 | -2,0 | -1,8 | -1,4 | -0,8 |
| ST2 | 8,1 | 0,5 | 1,3 | 1,7 | 1,9 | 0,2 | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 0,0 | 0,1 | 0,6 | 1,2 |
| ST7 | 8,1 | 0,6 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 0,2 | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 0,0 | 0,2 | 0,6 | 1,2 |
| ST14 | 8,3 | 0,3 | 1,1 | 1,5 | 1,7 | 0,0 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | -0,2 | -0,1 | 0,4 | 0,9 |
| ST28 | 9,1 | -0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | -0,9 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | -1,1 | -0,9 | -0,5 | 0,1 |
| TB2 | 8,0 | 0,6 | 1,4 | 1,8 | 2,0 | 0,3 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 0,1 | 0,2 | 0,7 | 1,2 |
| TB7 | 8,1 | 0,5 | 1,3 | 1,7 | 1,9 | 0,2 | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 0,0 | 0,1 | 0,6 | 1,1 |
| TB14 | 7,9 | 0,7 | 1,5 | 1,9 | 2,1 | 0,4 | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 0,2 | 0,3 | 0,8 | 1,3 |
| TB28 | 9,0 | -0,4 | 0,4 | 0,8 | 1,0 | -0,7 | 0,8 | 1,1 | 1,4 | -1,0 | -0,8 | -0,3 | 0,2 |

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 9: Delež neproteinskega od skupnega dušika (NPN/ %) v različno zorenih govejih mišicah

Continuation of table 9: The proportion of non protein nitrogen – NPN (% of total nitrogen) in different aged beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | SM2 | SM7 | SM14 | SM28 | ST2 | ST7 | ST14 | ST28 | TB2 | TB7 | TB14 | TB28 |
| SM2 | 8,6 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| SM7 | 8,9 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| SM14 | 9,1 | -0,5 | -0,2 | 0,0 | | | | | | | | | |
| SM28 | 10,0 | -1,5 | -1,2 | -1,0 | 0,0 | | | | | | | | |
| ST2 | 8,1 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 2,0 | 0,0 | | | | | | | |
| ST7 | 8,1 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | |
| ST14 | 8,3 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | 1,8 | -0,2 | -0,2 | 0,0 | | | | | |
| ST28 | 9,1 | -0,6 | -0,3 | -0,1 | 0,9 | -1,1 | -1,1 | -0,9 | 0,0 | | | | |
| TB2 | 8,0 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 2,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 1,2 | 0,0 | | | |
| TB7 | 8,1 | 0,5 | 0,8 | 1,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 1,1 | -0,1 | 0,0 | | |
| TB14 | 7,9 | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 2,1 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 1,2 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | |
| TB28 | 9,0 | -0,4 | -0,2 | 0,1 | 1,0 | -1,0 | -1,0 | -0,7 | 0,1 | -1,0 | -0,9 | -1,1 | 0 |

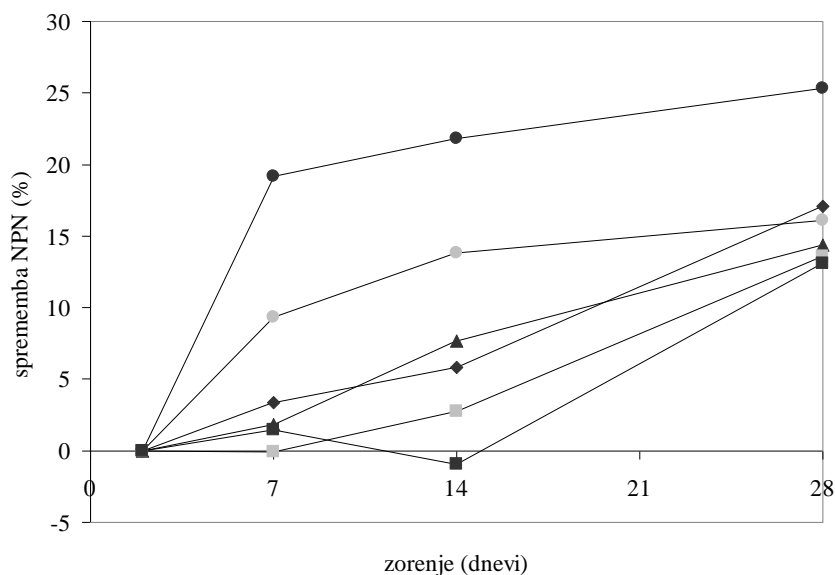
LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; 2 – zorena 2 dni, 7 – zorena 7 dni, 14 – zorena 14 dni, 28 – zorena 28 dni, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Mišica z najnižjim deležem NPN po 2-dnevnem zorenju (preglednica 9) je TB (8 %), sledita ST in PM (8,1 %), nato LL (8,3 %), statistično značilno največji delež NPN pa sta imeli mišici BF in SM (8,6 %) (preglednica 9). Torej, z zorenjem delež NPN v različnih mišicah narašča z različno dinamiko, ob koncu 28-dnevnega zorenja ima mišica TB še vedno najmanjši delež NPN (9 %), sledita ST (9,1 %) in PM (9,2 %), statistično značilno največji pa mišici SM in BF (10 %) ter LL (10,4 %).

Iz iste preglednice je razvidno, da se delež NPN v mišici LL statistično značilno povečuje z vsakim tednom zorenja, največji dvig smo zaznali v prvem tednu (1,6 %), skupno se je povečal za četrtno (iz 8,3 % na 10,4 %). Nekoliko počasneje se povečuje delež NPN v mišici BF (v enem tednu iz 8,6 % na 9,4 %), kjer se po 28-ih dneh doseže 16-odstotno povečanje; vsa povečanja so statistično značilna. Sledi mišica SM (16 %), v kateri statistično značilno povečanje NPN opazimo šele med 14-im in 28-im dnevom. Podobno kinetiko povečanja deleža NPN smo zasledili v mišici PM, vendar je treba poudariti, da smo največji dvig zaznali že po drugem tednu (7 %), skupno pa za 14 %. ST in TB sta mišici, v katerih se delež NPN poveča (12-13 %) šele po 14-ih (ST) oziroma po 28-ih dnevih zorenja (TB).

Na splošno lahko oblikujemo dve skupini mišic (preglednica 7), mišice PM, ST in TB, ki v povprečju vsebujejo do 9 % NPN (med 28-dnevnim zorenjem se poveča za desetino), ter mišice BF, LL in SM, ki v povprečju vsebujejo nad 9 % NPN (med 28-dnevnim zorenjem se poveča za šestino).

Na podlagi intenzivnosti nastanka NPN v prvih 14-ih dnevih zorenja (slika 4), pa lahko oblikujemo tri skupine mišic: TB in ST (počasi) <SM in PM (srednje hitra) <BF in LL (hitra proteoliza).



Legenda: mišice ● BF, ◆ LL, ▲ PM, ◆ SM, ■ ST, ■ TB.

Slika 4: Spremembe deleža neproteinskega dušika (NPN, %) od skupnega dušika med 28-dnevnim zorenjem različnih mišic bikov in telic, preračunane na delež NPN ob drugem dnevu zorenja

Figure 4: Changes in the proportion of non-protein nitrogen (NPN, %) from total nitrogen during the 28-days of ageing of different muscles of bulls and heifers, calculated in proportion to NPN on the second day of ageing

Preglednica 10: Delež neproteinskega od skupnega dušika (NPN/ %) v različnih mišicah mladih bikov in telic

Table 10: The proportion of non protein nitrogen – NPN (% of total nitrogen) in different muscles, originated from bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------|------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 9,1 | 0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 9,8 | -0,6 | 0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 9,3 | -0,2 | 0,4 | 0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 10 | -0,9 | -0,3 | -0,7 | 0 | | | | | | | | |
| PM-b | 8,4 | 0,7 | 1,3 | 0,9 | 1,6 | 0 | | | | | | | |
| PM-t | 8,6 | 0,5 | 1,1 | 0,7 | 1,4 | -0,2 | 0 | | | | | | |
| SM-b | 9,0 | 0,1 | 0,7 | 0,3 | 1,0 | -0,6 | -0,4 | 0 | | | | | |
| SM-t | 9,3 | -0,1 | 0,5 | 0 | 0,7 | -0,8 | -0,6 | -0,3 | 0 | | | | |
| ST-b | 8,5 | 0,6 | 1,2 | 0,8 | 1,5 | -0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0 | | | |
| ST-t | 8,3 | 0,9 | 1,5 | 1,0 | 1,8 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,0 | 0,2 | 0 | | |
| TB-b | 8,0 | 1,2 | 1,8 | 1,3 | 2,0 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 0,5 | 0,3 | 0 | |
| TB-t | 8,5 | 0,6 | 1,2 | 0,8 | 1,5 | -0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0 | -0,3 | -0,5 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Mišice telic imajo nekoliko večji delež NPN kot mišice bikov (preglednica 10), razlike med spoloma pa so statistično značilne samo pri dveh mišicah, BF in LL, pri mišici ST pa je bil delež NPN celo višji pri mladih bikih (razlika pa ni bila statistično značilna).

Pri določanju vsebnosti vezivnega tkiva se kaže, da goveje mišice v tem poskusu v povprečju vsebujejo 0,30 g/100 g SVT, 0,23 g/100 g NVT in 0,07 g/100 g TVT (podatki niso prikazani), vsebnost teh parametrov v mišicah LD in BF z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri pa je predstavljena v preglednici 11. Variabilnost je pri vseh parametrih zelo velika, največja je za TVT (83,7 %). Variabilnost je tudi večja v mišici BF kot v mišici LL, kar je posledica večje vsebnosti veziva v tej mišici.

Preglednica 11: Rezultati meritev vsebnosti veziva v dveh govejih mišicah z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 24)

Table 11: Basic statistical parameters for content of connective tissue in two different beef muscles (n = 24)

| mišica | parameter | vrednost | | | KV (%) |
|--------|---------------|-----------|-----------|------------|--------|
| | | povprečna | minimalna | maksimalna | |
| BF | TVT (g/100 g) | 0,09 | 0,02 | 0,28 | 83,7 |
| | NVT (g/100 g) | 0,14 | 0,08 | 0,20 | 26,8 |
| | SVT (g/100 g) | 0,23 | 0,12 | 0,42 | 38,4 |
| | TVT (%) | 35,4 | 12,6 | 67,2 | 53,2 |
| LL | TVT (g/100 g) | 0,05 | 0,02 | 0,08 | 31,4 |
| | NVT (g/100 g) | 0,32 | 0,22 | 0,44 | 19,0 |
| | SVT (g/100 g) | 0,37 | 0,26 | 0,49 | 18,7 |
| | TVT (%) | 13,9 | 7,50 | 19,4 | 25,6 |

n – število obravnavanj v posamezni mišici; KV (%) – koeficient variabilnosti; TVT – topno vezivno tkivo, NVT – netopno vezivno tkivo, SVT – skupno vezivno tkivo.

Na vsebnost TVT v tem poskusu statistično značilno vpliva mišica ($p = 0,0077$), čas zorenja ($p = 0,0002$) ter interakcija mišica in čas zorenja ($p < 0,0001$). Na vsebnost NVT statistično značilno vpliva le mišica ($p < 0,0001$), na SVT pa še interakcija mišica in čas zorenja ($p = 0,0322$).

Iz preglednice 12 je razvidno, da se med štiritedenskim zorenjem govejih mišic LL, odvzetih iz trupov bikov in telic, vsebnost vseh oblik vezivnega tkiva ne spreminja. Pri mišicah BF se vrednost SVT prav tako ne spreminja, nasprotno pa se vsebnost TVT in posledično tudi DTVT v tej mišici statistično zelo visoko značilno spreminja. Po 28-ih dneh zorenja je v mišici BF za 5-krat več TVT kot po dveh dneh zorenja.

Preglednica 12: Vsebnost topnega (TVT), netopnega (NVT) in skupnega (SVT) vezivnega tkiva ter delež topnega vezivnega tkiva od skupnega (DTVT/ %) v različno zorenih govejih mišicah BF in LL.

Table 12: The content of soluble (TVT), insoluble (NVT) and total (SVT) connective tissue and the proportion of soluble connective tissue (DTVT, % of total) of different aged BF and LL beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | LSM | Razlike med skupinami | | | |
|---------|------|-----------------------|-------------|------|------|------|-----------------------|--------------|------|------|
| | | BF2 | BF28 | LL2 | LL28 | | BF2 | BF28 | LL2 | LL28 |
| | | TVT (g/100 g) | | | | | NVT (g/100 g) | | | |
| BF2 | 0,03 | 0 | | | | 0,24 | 0 | | | |
| BF28 | 0,15 | -0,12 | 0 | | | 0,14 | 0,10 | 0 | | |
| LL2 | 0,05 | -0,02 | 0,10 | 0 | | 0,32 | -0,08 | -0,18 | 0 | |
| LL28 | 0,05 | -0,02 | 0,10 | 0 | 0 | 0,31 | -0,07 | -0,17 | 0,01 | 0 |
| | | SVT (g/100 g) | | | | | DTVT (%) | | | |
| BF2 | 0,27 | 0 | | | | 11,1 | 0 | | | |
| BF28 | 0,29 | -0,02 | 0 | | | 51,7 | -40,6 | 0 | | |
| LL2 | 0,37 | -0,10 | -0,08 | 0 | | 13,5 | -2,4 | 38,2 | 0 | |
| LL28 | 0,36 | -0,09 | -0,07 | 0,01 | 0 | 13,8 | -2,7 | 37,9 | -0,3 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; 2 – zorena 2 dni, 28 – zorena 28 dni, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

4.3 INSTRUMENTALNO MERJENI PARAMETRI BARVE IN TEKSTURE

Preglednica 13: Rezultati meritev instrumentalne analize barve (na presnih vzorcih) različnih govejih mišic z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 96)

Table 13: Basic statistical parameters for instrumentally measured colour parameters of raw beef muscles (n = 96)

| mišica | parameter | vrednost | | | KV (%) |
|--------|-----------|-----------|-----------|------|--------|
| | | povprečna | minimalna | mak | |
| BF | L* | 41,9 | 37,8 | 49,6 | 6,1 |
| | a* | 23,9 | 19,2 | 29,5 | 11,0 |
| | b* | 12,5 | 7,4 | 17,1 | 18,1 |
| LL | L* | 39,6 | 32,1 | 43,7 | 7,5 |
| | a* | 20,3 | 13,1 | 26,2 | 16,4 |
| | b* | 10,5 | 4,8 | 17,1 | 24,9 |
| PM | L* | 39,6 | 34,4 | 43,6 | 6,2 |
| | a* | 23,0 | 16,7 | 28,1 | 10,8 |
| | b* | 11,8 | 6,2 | 15,7 | 17,0 |
| SM | L* | 40,5 | 30,8 | 48,8 | 10,4 |
| | a* | 24,2 | 16,1 | 29,3 | 12,9 |
| | b* | 13,2 | 6,6 | 17,5 | 19,6 |
| ST | L* | 44,2 | 36,1 | 49,6 | 7,7 |
| | a* | 22,7 | 17,1 | 30,7 | 12,8 |
| | b* | 13,1 | 8,0 | 18,5 | 18,8 |
| TB | L* | 39,7 | 31,7 | 43,2 | 5,0 |
| | a* | 23,2 | 17,9 | 28,0 | 9,8 |
| | b* | 11,9 | 8,0 | 15,5 | 14,7 |

n – število obravnavanj v posamezni mišici; KV (%) – koeficient variabilnosti.

V preglednici 13 so zbrani rezultati meritev instrumentalne analize barve (na presnih, 1 uro pri temperaturi 4 °C oksigeniranih vzorcih) različnih govejih mišic z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. Z izjemo vrednosti L^* so vsi parametri dokaj variabilni, kar je posledica predvsem vpliva spola, časa zorenja in mišice, pa tudi vpliv posamezne živali ni zanemarljiv.

Instrumentalno merjena barva vzorcev se statistično značilno ($p < 0,0001$) spreminja s časom zorenja, spolom, živaljo in vrsto mišice, statistično značilna pa je tudi dvojna interakcija mišica in spol ($p < 0,008$). Torej, s časom zorenja se statistično značilno ($p < 0,0001$) spreminjajo vsi parametri instrumentalno merjene barve. Povzamemo lahko, da pri tem barva vzorcev postaja svetlejša (vrednost L^* se povečuje) in bolj nasičena (vrednosti a^* in b^* se povečujeta), z dvema izjemama, to sta vrednost L^* , ki se po 14-ih dneh nekoliko zmanjša (vendar razlika ni statistično značilna), in vrednost b^* , katere povečanje med 7-im in 14-im dnem ter 14-im in 28-im dnem ni statistično značilno (preglednica 14).

Preglednica 14: Instrumentalno merjeni parametri barve različno dolgo zorenega govejega mesa

Table 14: The instrumentally measured colour parameters of aged beef

| Vrednost | Zorenje (dnevi) | LSM | Razlike med skupinami | | | |
|----------|--------------------|------|-----------------------|-------------|-------------|----|
| | | | 2 | 7 | 14 | 28 |
| L^* | 2 | 39,5 | 0,0 | | | |
| | 7 | 40,6 | -1,1 | 0,0 | | |
| | 14 | 42,1 | -2,5 | -1,4 | 0,0 | |
| | 28 | 41,4 | -1,9 | -0,8 | 0,6 | 0 |
| a^* | 2 | 20,9 | 0,0 | | | |
| | 7 | 22,7 | -1,9 | 0,0 | | |
| | 14 | 23,6 | -2,8 | -0,9 | 0,0 | |
| | 28 | 24,4 | -3,5 | -1,7 | -0,8 | 0 |
| b^* | 2 | 10,4 | 0,0 | | | |
| | 7 | 12,3 | -1,9 | 0,0 | | |
| | 14 | 12,8 | -2,4 | -0,6 | 0,0 | |
| | 28 | 13,2 | -2,8 | -0,9 | -0,4 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Na splošno lahko rečemo, da imajo mišice bikov v povprečju statistično značilno svetlejšo barvo in bolj izražen rdeč in rumen odtenek kot mišice telic, vrednost L^* : 42,2 vs. 39,9, vrednost a^* : 23,9 vs. 22,9, vrednost b^* : 12,9 vs. 12,2 (podatki niso prikazani v preglednicah). Iz preglednice 15 pa lahko povzamemo tudi, da pri nekaterih mišicah razlike med spoloma v barvnih parametrih niso statistično značilne (L^* : PM; a^* in b^* : BF, PM in TB).

Preglednica 15: Instrumentalno merjeni parametri barve različnih mišic mladih bikov in telic
Table 15: The instrumentally measured colour parameters of different beef muscles originated from young bulls and heifers

| Vrednost | Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|----------|---------|------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|------|
| | | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| L* | BF-b | 42,8 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| | BF-t | 41,0 | 1,8 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| | LL-b | 41,0 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | |
| | LL-t | 38,2 | 4,6 | 2,8 | 2,8 | 0,0 | | | | | | | | |
| | PM-b | 40,3 | 2,5 | 0,7 | 0,7 | -2,1 | 0,0 | | | | | | | |
| | PM-t | 39,0 | 3,8 | 2,0 | 2,0 | -0,8 | 1,3 | 0,0 | | | | | | |
| | SM-b | 42,9 | -0,1 | -2,0 | -2,0 | -4,8 | -2,7 | -4,0 | 0,0 | | | | | |
| | SM-t | 38,0 | 4,8 | 2,9 | 3,0 | 0,1 | 2,3 | 0,9 | 4,9 | 0,0 | | | | |
| | ST-b | 45,7 | -2,9 | -4,7 | -4,7 | -7,5 | -5,4 | -6,7 | -2,7 | -7,6 | 0,0 | | | |
| | ST-t | 42,7 | 0,1 | -1,7 | -1,7 | -4,5 | -2,4 | -3,7 | 0,2 | -4,7 | 3,0 | 0,0 | | |
| | TB-b | 40,6 | 2,2 | 0,4 | 0,4 | -2,4 | -0,3 | -1,6 | 2,3 | -2,6 | 5,1 | 2,1 | 0,0 | |
| | TB-t | 38,8 | 4,0 | 2,2 | 2,2 | -0,6 | 1,5 | 0,2 | 4,2 | -0,7 | 6,9 | 3,9 | 1,8 | 0,0 |
| a* | BF-b | 24,1 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| | BF-t | 23,7 | 0,4 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| | LL-b | 21,6 | 2,5 | 2,1 | 0,0 | | | | | | | | | |
| | LL-t | 18,9 | 5,1 | 4,8 | 2,7 | 0,0 | | | | | | | | |
| | PM-b | 23,4 | 0,7 | 0,3 | -1,8 | -4,5 | 0,0 | | | | | | | |
| | PM-t | 22,5 | 1,6 | 1,2 | -0,9 | -3,6 | 0,9 | 0,0 | | | | | | |
| | SM-b | 26,0 | -1,9 | -2,3 | -4,4 | -7,1 | -2,6 | -3,5 | 0,0 | | | | | |
| | SM-t | 22,4 | 1,7 | 1,3 | -0,8 | -3,5 | 1,0 | 0,1 | 3,6 | 0,0 | | | | |
| | ST-b | 24,5 | -0,4 | -0,8 | -2,9 | -5,6 | -1,1 | -2,0 | 1,5 | -2,1 | 0,0 | | | |
| | ST-t | 21,0 | 3,1 | 2,8 | 0,7 | -2,0 | 2,4 | 1,5 | 5,0 | 1,4 | 3,5 | 0,0 | | |
| | TB-b | 23,6 | 0,5 | 0,1 | -2,0 | -4,7 | -0,2 | -1,1 | 2,4 | -1,2 | 0,9 | -2,6 | 0,0 | |
| | TB-t | 22,8 | 1,3 | 0,9 | -1,2 | -3,9 | 0,6 | -0,3 | 3,2 | -0,4 | 1,7 | -1,8 | 0,8 | 0,0 |
| b* | BF-b | 12,6 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| | BF-t | 12,5 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| | LL-b | 11,5 | 1,0 | 0,9 | 0,0 | | | | | | | | | |
| | LL-t | 9,4 | 3,2 | 3,1 | 2,2 | 0,0 | | | | | | | | |
| | PM-b | 12,2 | 0,4 | 0,3 | -0,7 | -2,8 | 0,0 | | | | | | | |
| | PM-t | 11,4 | 1,2 | 1,1 | 0,1 | -2,0 | 0,8 | 0,0 | | | | | | |
| | SM-b | 14,6 | -2,1 | -2,1 | -3,1 | -5,3 | -2,4 | -3,2 | 0,0 | | | | | |
| | SM-t | 11,7 | 0,9 | 0,8 | -0,2 | -2,3 | 0,5 | -0,3 | 2,9 | 0,0 | | | | |
| | ST-b | 14,5 | -1,9 | -2,0 | -2,9 | -5,1 | -2,3 | -3,0 | 0,2 | -2,8 | 0,0 | | | |
| | ST-t | 11,7 | 0,9 | 0,8 | -0,1 | -2,3 | 0,5 | -0,3 | 2,9 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | | |
| | TB-b | 12,1 | 0,5 | 0,4 | -0,5 | -2,7 | 0,1 | -0,7 | 2,6 | -0,4 | 2,4 | -0,4 | 0,0 | |
| | TB-t | 11,7 | 0,9 | 0,8 | -0,2 | -2,3 | 0,5 | -0,3 | 2,9 | 0,0 | 2,8 | 0,0 | 0,4 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Iz preglednice 15 lahko razberemo tudi razlike v instrumentalno merjeni barvi med šestimi mišicami. Na splošno lahko rečemo, da je najbolj svetla mišica (najvišja vrednost L*) ST mladih bikov, ostale pa so približno enako svetle. Po izraženosti rdečega odtenka si sledijo mišice SM, ST, BF, TB in PM bikov ter BF telic, medtem ko so mišice telic skoraj po pravilu manj rdeče. Po izraženosti rumenega odtenka pa prednjačita mišici SM in ST

bikov, najmanj rumenega odtenka pa je v mišici LL telic. Drugače rečeno, izmed vseh preiskovanih mišic ima najsvetlejšo barvo mišica ST bikov, najtemnejšo in najmanj atraktivno (najnižji vrednosti a^* in b^*) mišica LL telic, mišica PM telic pa je le nekoliko svetlejša in bolj atraktivna od LL.

V preglednici 16 so zbrani rezultati meritev instrumentalne analize teksture (WB strižna sila) na dvoploščnem žaru (temperatura plošč 200 °C) do končne središčne temperature zrezkov 60 °C pečenih različnih govejih mišic z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. Meritve na vseh šestih mišicah so zelo variabilne (KV >27 %), kar je posledica predvsem zelo opaznega mehčanja mišic med zorenjem.

Preglednica 16: Rezultati meritev instrumentalno merjene Warner-Bratzlerjeve strižne sile – WB (N) na pečenih zorenih govejih mišicah z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 96)

Table 16: Basic statistical parameters for instrumentally measured on Warner-Bratzler share force – WB (N) of roasted aged beef muscles (n = 96)

| mišica | vrednost | | | KV (%) |
|--------|-----------|-----------|------------|--------|
| | povprečna | minimalna | maksimalna | |
| BF | 44,2 | 19,3 | 108,2 | 38,5 |
| LL | 44,5 | 17,7 | 83,1 | 33,3 |
| PM | 29,4 | 0,5 | 68,7 | 39,6 |
| SM | 53,6 | 29,4 | 113,5 | 31,7 |
| ST | 46,1 | 14,2 | 86,8 | 33,3 |
| TB | 36,4 | 16,8 | 63,3 | 27,8 |

n – število obravnavanj v posamezni mišici; KV (%) – koeficient variabilnosti.

S statističnim programom smo testirali značilnost vseh v poskusu opazovanih vplivov (spol, žival znotraj spola, mišico in čas zorenja) na strižno silo govejega pečenega mesa, vendar so bili statistično značilni le trije vplivi: žival znotraj spola ($p = 0,0014$), mišica in čas zorenja ($p = 0,0001$) ter dvojna interakcija mišica in spol ($p = 0,0333$).

Preglednica 17: Warner-Bratzlerjeva strižna sila – WB (N) v pečenem zorenem govejem mesu

Table 17: Warner-Bratzler share force – WB (N) on roasted and aged beef

| Zorenje (dnevi) | LSM | Razlike med skupinami | | | |
|-----------------|-------|-----------------------|-------------|-------------|----|
| | | 2 | 7 | 14 | 28 |
| 2 | 49,54 | 0 | | | |
| 7 | 42,52 | 7,02 | 0 | | |
| 14 | 41,65 | 7,89 | 0,87 | 0 | |
| 28 | 35,80 | 13,74 | 6,72 | 5,85 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Iz preglednice 17 je razvidno, da se s časom zorenja strižna sila, potrebna za prerezanje vzorca, statistično značilno zmanjšuje. V povprečju je za prerezanje dva dni zorenih govejih mišic potrebna sila 49,54 N. V sedmih dneh zorenja se je sila statistično značilno zmanjšala in sicer za 7,02 N, zmanjšanje med 7-im in 14-im dnem zorenja (0,87 N) ni statistično značilno, pač pa so se vzorci bistveno zmehčali med 14-im in 28-im dnem zorenja (sila se je zmanjšala za 5,85 N). V povprečju se je sila potrebna za prerezanje

vzorcev govejega mesa v 28-ih dneh zmanjšala za 28 %.

V preglednici 18 je predstavljen vpliv interakcije vrste mišice in spola živali na WB strižno silo različno dolgo zorenega mesa bikov in telic. Brez tveganja lahko trdimo, da sta najmehkejši mišici PM in TB, ne glede na spol. Najtrša mišica pa je SM, prav tako ne glede na spol. Med najtrše mišice spada tudi mišica ST telic. Nekoliko bolj mehke od te mišice so mišice BF bikov, LL bikov in telic ter ST bikov.

Preglednica 18: Warner-Bratzlerjeva strižna sila – WB (N) v različnih govejih mišicah mladih bikov in telic

Table 18: Warner-Bratzler share force – WB (N) in different beef muscles, originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|--|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t | |
| BF-b | 47,4 | 0,0 | | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 41,0 | 6,3 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| LL-b | 42,1 | 5,3 | -1,0 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| LL-t | 46,9 | 0,5 | -5,8 | -4,8 | 0,0 | | | | | | | | | |
| PM-b | 28,9 | 18,5 | 12,2 | 13,2 | 18,0 | 0,0 | | | | | | | | |
| PM-t | 29,9 | 17,5 | 11,1 | 12,2 | 17,0 | -1,0 | 0,0 | | | | | | | |
| SM-b | 50,0 | -2,6 | -8,9 | -7,9 | -3,1 | -21,1 | -20,1 | 0,0 | | | | | | |
| SM-t | 57,2 | -9,8 | -16,1 | -15,1 | -10,3 | -28,3 | -27,3 | -7,2 | 0,0 | | | | | |
| ST-b | 41,1 | 6,3 | 0,0 | 1,0 | 5,8 | -12,2 | -11,2 | 8,9 | 16,1 | 0,0 | | | | |
| ST-t | 51,2 | -3,8 | -10,1 | -9,1 | -4,3 | -22,3 | -21,3 | -1,2 | 6,0 | -10,1 | 0,0 | | | |
| TB-b | 38,2 | 9,2 | 2,9 | 3,9 | 8,7 | -9,3 | -8,3 | 11,8 | 19,0 | 2,9 | 13,0 | 0,0 | | |
| TB-t | 34,7 | 12,7 | 6,3 | 7,4 | 12,1 | -5,8 | -4,8 | 15,2 | 22,5 | 6,4 | 16,5 | 3,5 | 0,0 | |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Vpliv spola živali (preglednica 18) na strižno silo, potrebno za prerezanje vzorca, je statistično neznačilen. Nekoliko v nasprotju s pričakovanji se je izkazalo, da so mišice telic nekoliko trše kot mišice bikov (43,5 N vs. 41,2 N), razlike so statistično značilne le pri mišici ST.

4.4 SENZORIČNE LASTNOSTI

Med senzoričnimi lastnostmi toplotno obdelanega mesa je za potrošnika brez dvoma najpomembnejša mehkoča, zato smo jo tudi v našem poskusu izbrali kot poglavitno merilo senzorične kakovosti po različnih obdobjih zorenja. Rezultati senzoričnega ocenjevanja so podani v preglednici 19. V skladu s pričakovanji je ugotovitev, da sta najbolj variabilni senzorični oceni mehkoče in barve (38,6 % in 24,5 %), pri ostalih senzoričnih lastnostih pa KV pod 10 %.

Preglednica 19: Rezultati ocenjevanja senzoričnih lastnosti govejih mišic z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (n = 432)

Table 19: Basic statistical parameters for sensory properties of different beef muscles (n = 432)

| lastnost | vrednost | | | KV (%) |
|--------------------|-----------|-----------|------------|--------|
| | povprečna | minimalna | maksimalna | |
| barva (1-7 točk) | 4,5 | 1,5 | 6,5 | 24,5 |
| mehkoba (1-7 točk) | 4,1 | 1,0 | 7,0 | 38,6 |
| sočnost (1-7 točk) | 5,8 | 4,5 | 7,0 | 7,3 |
| vonj (1-7 točk) | 5,5 | 4,5 | 6,5 | 8,0 |
| aroma (1-7 točk) | 5,4 | 4,5 | 6,5 | 8,0 |

n – število obravnavanj v poizkusu; KV (%) – koeficient variabilnosti.

Mišice, ki smo jih vključili v poskus, spadajo po Pravilniku o kakovosti mesa klavne živine in divjadi (2007) v tri različne kakovostne kategorije, zato smo za vrednotenje njihove primerne mehkoabe uporabili dva različna kriterija:

- za mišico *psaos major* (PM, pljučna pečenka), meso izven kategorije, smo za primerno mehkoabo zorenega mesa izbrali oceno 6 ali več;
- za mišice *longissimus lumborum* (LL, ledja oz. šimbas), *semimembranosus* (SM, mišica iz notranjega stegna), *biceps femoris* (BF, zunanje stegno-črni krajec) in *semitendinosus* (ST, zunanje stegno-beli krajec), meso I. kategorije, smo za primerno mehkoabo zorenega mesa izbrali oceno 5 ali več;
- za mišico *triceps brachii* (TB, debelo pleče), meso II. kategorije, smo za primerno mehkoabo zorenega mesa prav tako izbrali oceno 5 ali več.

S statističnim modelom so bili vrednoteni vsi viri variabilnosti (spol živali, žival znotraj spola, vrsta mišice, čas zorenja in interakciji med vrsto mišice in časom zorenja ter med vrsto mišice in spolom), odgovorni za vrednosti posameznih lastnosti. Ugotovili smo, da spol živali statistično značilno ($p < 0,0001$) vpliva na barvo vzorcev, žival znotraj spola in vrsta mišice na barvo in mehkoabo ($p < 0,0001$), čas zorenja na vse lastnosti ($p < 0,0001$), interakcija med vrsto mišice in časom zorenja na mehkoabo, vonj in aromo ($p < 0,01$), interakcija med mišico in spolom pa na barvo in mehkoabo vzorcev ($p < 0,05$).

V naslednji preglednici 20 je podrobneje razčlenjen vpliv časa zorenja na senzorične lastnosti govejega mesa. Po 7-ih dneh zorenja se je statistično značilno poslabšala barva, izboljšala pa mehkoaba, vonj in aroma govejega mesa, vendar pa predvsem barva in mehkoaba komaj oz. ne dosegata 4 točke, meje senzorične sprejemljivosti. Moramo pa upoštevati, da so v izračunu upoštevane vse mišice, od mehkih (PM) pa do najtrših (BF). Na splošno lahko rečemo, da se po 14-ih dneh v primerjavi z mesom po dveh dneh zorenja statistično značilno izboljšajo mehkoaba, vonj in aroma. V 28-ih dneh pa se barva izboljša za 1,2 točke (30 %), postane bistveno bolj svetla in izrazita. Največje spremembe med zorenjem potečejo pri mehkoabi, ki se izboljša za 2,2 točke (73 %). Vzorce smo v povprečju po dveh dneh zorenja ocenili kot nesprejemljivo trde (3 točke), po 28-ih dneh pa postanejo relativno mehki, kar nam potrjujejo visoke ocene za mehkoabo (5,2 točke). Sočnost se sicer z zorenjem spremeni statistično značilno, in sicer za 0,2 točke (3,4 %), ampak komaj po 28-tih dneh zorenja, ocene se gibljejo med 5,8 točke (2 dni) in 6,0 točke (28 dni), prej pa so spremembe statistično neznačilne. Vonj in aroma se z zorenjem izboljšujeta bolj opazno,

prva opaznejša sprememba je že po 7-ih dneh zorenja, vendar se z nadaljnjim zorenjem še izboljšujeta (vonj za 0,9 točke (18 %) in aroma za 0,8 točke (16 %)).

Preglednica 20: Vpliv časa zorenja na senzorične lastnosti različnih pečenih govejih mišic

Table 20: The effect of time of ageing on the sensory properties of different roasted beef muscles

| Parameter | zorenje (dnevi) | LSM | Razlike med skupinami | | | |
|-----------|-----------------|-----|-----------------------|-------------|-------------|----|
| | | | 2 | 7 | 14 | 28 |
| barva | 2 | 4,3 | 0 | | | |
| | 7 | 3,9 | 0,4 | 0 | | |
| | 14 | 4,5 | -0,2 | -0,6 | 0 | |
| | 28 | 5,5 | -1,2 | -1,6 | -1,0 | 0 |
| mehkoba | 2 | 3,0 | 0 | | | |
| | 7 | 4,1 | -1,1 | 0 | | |
| | 14 | 4,3 | -1,3 | -0,2 | 0 | |
| | 28 | 5,2 | -2,2 | -1,1 | -0,9 | 0 |
| sočnost | 2 | 5,8 | 0 | | | |
| | 7 | 5,7 | 0,1 | 0 | | |
| | 14 | 5,8 | 0,0 | -0,1 | 0 | |
| | 28 | 6,0 | -0,2 | -0,3 | -0,2 | 0 |
| vonj | 2 | 5,0 | 0 | | | |
| | 7 | 5,3 | -0,3 | 0 | | |
| | 14 | 5,6 | -0,6 | -0,4 | 0 | |
| | 28 | 5,9 | -0,9 | -0,6 | -0,2 | 0 |
| aroma | 2 | 5,0 | 0 | | | |
| | 7 | 5,3 | -0,3 | 0 | | |
| | 14 | 5,6 | -0,6 | -0,3 | 0 | |
| | 28 | 5,8 | -0,8 | -0,5 | -0,2 | 0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Ker je bila interakcija med vrsto mišice in časom zorenja statistično neznačilna ($p = 0,8224$), rezultate senzorično ocenjene barve prikazujemo ločeno po mišicah in za vse čase zorenja samo informativno (preglednica 21), zaključki pa so primerljivi z zaključki, oblikovanimi na podlagi vrednotenja glavnega vpliva – časa zorenja.

Preglednica 21: Senzorično ocenjena barva (1-7 točk) v pečenih zorenih govejih mišicah

Table 21: Sensory evaluated colour (1-7 scores) in roasted aged beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | BF2 | BF7 | BF14 | BF28 | LL2 | LL7 | LL14 | LL28 | PM2 | PM7 | PM14 | PM28 |
| BF2 | 4,3 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF7 | 4,4 | -0,1 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| BF14 | 4,8 | -0,5 | -0,4 | 0,0 | | | | | | | | | |
| BF28 | 5,7 | -1,4 | -1,3 | -0,9 | 0,0 | | | | | | | | |
| LL2 | 4 | 0,3 | 0,4 | 0,8 | 1,7 | 0,0 | | | | | | | |
| LL7 | 3,4 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 2,4 | 0,7 | 0,0 | | | | | | |
| LL14 | 4,1 | 0,3 | 0,3 | 0,8 | 1,7 | 0,0 | -0,7 | 0,0 | | | | | |
| LL28 | 5,2 | -0,9 | -0,8 | -0,3 | 0,6 | -1,1 | -1,8 | -1,1 | 0,0 | | | | |
| PM2 | 4,1 | 0,2 | 0,3 | 0,7 | 1,6 | -0,1 | -0,8 | -0,1 | 1,1 | 0,0 | | | |
| PM7 | 3,3 | 1,0 | 1,1 | 1,6 | 2,4 | 0,8 | 0,1 | 0,8 | 1,9 | 0,8 | 0,0 | | |
| PM14 | 3,9 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 1,9 | 0,2 | -0,5 | 0,2 | 1,3 | 0,3 | -0,6 | 0,0 | |
| PM28 | 5,2 | -0,9 | -0,8 | -0,4 | 0,5 | -1,2 | -1,8 | -1,1 | 0,0 | -1,1 | -1,9 | -1,3 | 0,0 |
| SM2 | 4,4 | -0,1 | 0,0 | 0,4 | 1,3 | -0,4 | -1,0 | -0,3 | 0,8 | -0,3 | -1,1 | -0,5 | 0,8 |
| SM7 | 4,1 | 0,2 | 0,3 | 0,8 | 1,6 | -0,1 | -0,7 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | -0,8 | -0,2 | 1,1 |
| SM14 | 4,4 | -0,1 | 0,0 | 0,4 | 1,3 | -0,4 | -1,1 | -0,4 | 0,8 | -0,3 | -1,1 | -0,6 | 0,8 |
| SM28 | 5,4 | -1,1 | -1,0 | -0,6 | 0,3 | -1,4 | -2,1 | -1,4 | -0,3 | -1,3 | -2,1 | -1,6 | -0,2 |
| ST2 | 4,9 | -0,6 | -0,5 | 0,0 | 0,9 | -0,8 | -1,5 | -0,8 | 0,3 | -0,8 | -1,6 | -1,0 | 0,3 |
| ST7 | 4,5 | -0,2 | -0,1 | 0,3 | 1,2 | -0,5 | -1,2 | -0,5 | 0,6 | -0,4 | -1,3 | -0,7 | 0,7 |
| ST14 | 5,3 | -1,0 | -0,9 | -0,5 | 0,4 | -1,3 | -1,9 | -1,3 | -0,1 | -1,2 | -2,0 | -1,4 | -0,1 |
| ST28 | 6,0 | -1,7 | -1,6 | -1,2 | -0,3 | -2,0 | -2,6 | -1,9 | -0,8 | -1,9 | -2,7 | -2,1 | -0,8 |
| TB2 | 3,9 | 0,4 | 0,4 | 0,9 | 1,8 | 0,1 | -0,6 | 0,1 | 1,2 | 0,2 | -0,7 | -0,1 | 1,3 |
| TB7 | 3,9 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 1,9 | 0,2 | -0,5 | 0,2 | 1,3 | 0,3 | -0,6 | 0,0 | 1,3 |
| TB14 | 4,4 | -0,1 | 0,0 | 0,5 | 1,4 | -0,3 | -1,0 | -0,3 | 0,8 | -0,3 | -1,1 | -0,5 | 0,8 |
| TB28 | 5,3 | -1,0 | -0,9 | -0,5 | 0,4 | -1,3 | -1,9 | -1,3 | -0,1 | -1,2 | -2,0 | -1,4 | -0,1 |

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 21: Senzorično ocenjena barva (1-7 točk) različno zorenih pečenih govejih mišic

Continuation of table 21: Sensory evaluated colour (1-7 scores) in different aged and roasted beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | SM2 | SM7 | SM14 | SM28 | ST2 | ST7 | ST14 | ST28 | TB2 | TB7 | TB14 | TB28 |
| SM2 | 4,4 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| SM7 | 4,1 | 0,3 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| SM14 | 4,4 | 0,0 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | |
| SM28 | 5,4 | -1,0 | -1,3 | -1,0 | 0,0 | | | | | | | | |
| ST2 | 4,9 | -0,5 | -0,8 | -0,4 | 0,6 | 0,0 | | | | | | | |
| ST7 | 4,5 | -0,1 | -0,4 | -0,1 | 0,9 | 0,3 | 0,0 | | | | | | |
| ST14 | 5,3 | -0,9 | -1,2 | -0,9 | 0,1 | -0,4 | -0,8 | 0,0 | | | | | |
| ST28 | 6,0 | -1,6 | -1,9 | -1,6 | -0,6 | -1,1 | -1,5 | -0,7 | 0,0 | | | | |
| TB2 | 3,9 | 0,4 | 0,1 | 0,5 | 1,5 | 0,9 | 0,6 | 1,4 | 2,1 | 0,0 | | | |
| TB7 | 3,9 | 0,5 | 0,2 | 0,6 | 1,6 | 1,0 | 0,7 | 1,4 | 2,1 | 0,1 | 0,0 | | |
| TB14 | 4,4 | 0,0 | -0,3 | 0,1 | 1,1 | 0,5 | 0,2 | 0,9 | 1,6 | -0,4 | -0,5 | 0,0 | |
| TB28 | 5,3 | -0,9 | -1,2 | -0,9 | 0,1 | -0,4 | -0,8 | 0,0 | 0,7 | -1,4 | -1,4 | -0,9 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; 2 – zorena 2 dni, 7 – zorena 7 dni, 14 – zorena 14 dni, 28 – zorena 28 dni, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

S senzorično analizo smo potrdili statistično značilno boljše barvo mišic bikov v primerjavi z mišicami telic (4,8 točke vs. 4,2 točke), v ostalih lastnostih, kot so mehkoča, sočnost, vonj in aroma, pa nismo določili statistično značilnih razlik. Ker je bila statistično značilna interakcija med vrsto mišice in spolom živali ($p = 0,0011$), rezultate senzorično ocenjene barve prikazujemo ločeno po mišicah za oba spola (preglednica 22). Povzamemo lahko, da je barva mišic bikov v primerjavi z mišicami telic statistično značilno boljše le pri mišicah LL, SM in ST. V celotnem poskusu pa je bila najboljše ocenjena barva mišic ST, SM in BF bikov, najslabše izraženo barvo pa imajo mišice telic, LL, PM in ST.

Preglednica 22: Senzorično ocenjena barva (1-7 točk) različnih pečenih govejih mišic mladih bikov in telic

Table 22: Sensory evaluated colour (1-7 scores) of different roasted beef muscles, originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------|------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 4,9 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 4,7 | 0,3 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 4,5 | 0,5 | 0,2 | 0,0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 3,8 | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,0 | | | | | | | | |
| PM-b | 4,3 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | -0,5 | 0,0 | | | | | | | |
| PM-t | 3,9 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | -0,1 | 0,4 | 0,0 | | | | | | |
| SM-b | 5,2 | -0,3 | -0,5 | -0,7 | -1,4 | -0,9 | -1,3 | 0,0 | | | | | |
| SM-t | 3,9 | 1,0 | 0,7 | 0,5 | -0,1 | 0,3 | 0,0 | 1,3 | 0,0 | | | | |
| ST-b | 5,7 | -0,7 | -1,0 | -1,2 | -1,8 | -1,4 | -1,7 | -0,5 | -1,7 | 0,0 | | | |
| ST-t | 4,7 | 0,3 | 0,0 | -0,2 | -0,8 | -0,4 | -0,8 | 0,5 | -0,7 | 1,0 | 0,0 | | |
| TB-b | 4,4 | 0,5 | 0,3 | 0,0 | -0,6 | -0,1 | -0,5 | 0,8 | -0,5 | 1,2 | 0,3 | 0,0 | |
| TB-t | 4,3 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | -0,5 | 0,0 | -0,4 | 0,9 | -0,4 | 1,4 | 0,4 | 0,1 | 0,0 |

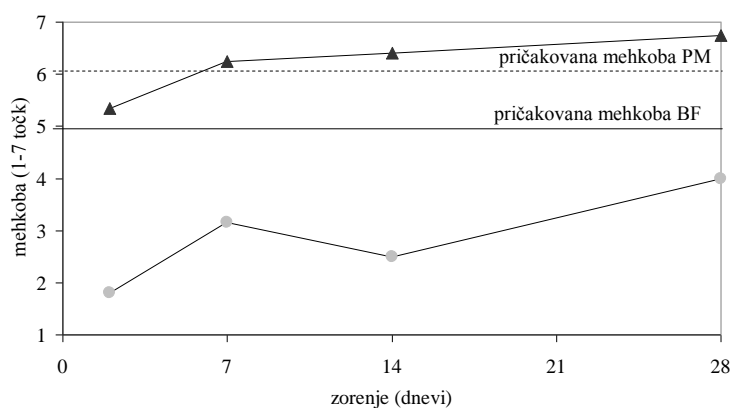
LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Ker je bila tudi interakcija med vrsto mišice in časom zorenja statistično značilna ($p = 0,0094$), rezultate senzorično ocenjene mehkoče prikazujemo ločeno po mišicah in za vse čase zorenja (preglednica 23).

Najslabšo mehkočo je imela mišica BF (zunanje stegno – črni krajec), ki je po 28-ih dneh zorenja pri temperaturi 1 °C komaj pridobila sprejemljivo mehkočo (4,0 točke). Ocena mehkoče je torej prenizka za zoreno mlado govedino (5 točk), čeprav so bile po tem obdobju zorenja vse ostale senzorične lastnosti mišice BF ocenjene visoko (s 5,7 ali več točk). Ugotavljamo, da 28-dnevno zorenje mišice BF pri temperaturi 1 °C ne zadostuje za doseganje primerne mehkoče (slika 5).

Mehkoča mišice LL (ledja) je bila po 28-dnevnem zorenju ocenjena s 5,4 točke (preglednica 23). Glede na dinamiko mehčanja mišice LL med zorenjem ocenjujemo (slika 6), da bi primerno mehkočo zorene mišice (ocena 5 točk) lahko dosegli že nekoliko prej, in sicer po približno 21 dneh zorenja. Ostale senzorične lastnosti so bile razmeroma visoko ocenjene (4,4 točk ali več) že po 14-dnevnem zorenju, zato predvidevamo, da bi 21

dni zorenja vsekakor zadostovalo za zagotovitev primerne celotne senzorične kakovosti mišice LL.

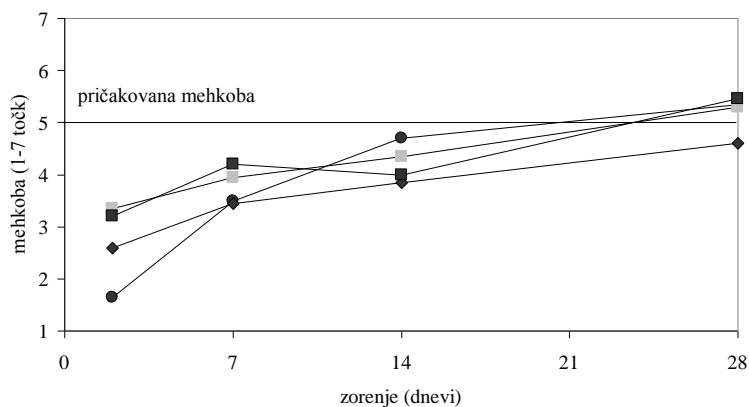


Legenda: mišice • BF, ▲ PM.

Slika 5: Senzorično iz vrednotena mehkoba govejih mišic *biceps femoris* (BF) in *psoas major* (PM) po 2-, 7-, 14- in 28-tih dneh zorenja

Figure 5: Sensory evaluated tenderness of beef muscle *biceps femoris* (BF) and *psoas major* (PM) after 2-, 7 -, 14 - and 28-days of ageing

Glede na izbrane kriterije za vrednotenje mehkode posameznih mišic ugotavljamo, da je bila mišica PM (pljučna pečenka) ocenjena kot primerno mehka že po 7-ih dneh zorenja (6,3 točke), hkrati pa so bile visoko ocenjene (nad 5 točk) tudi senzorične lastnosti aroma, vonj ter sočnost (preglednice 25, 27 in 29). Po 7-ih dneh zorenja je bila slabše ocenjena samo barva presnih vzorcev (4,1 točke), kar pomeni pretemno oz. premalo oksigenirano barvo površine mišice. S podaljševanjem zorenja do 28 dni so se barva, mehkoba, sočnost in vonj mišice PM sicer še nekoliko izboljšali, vendar pa se je po 28-ih dneh zorenja poslabšala njena aroma (5,3 točke).



Legenda: mišice • LL, ♦ SM, ■ ST, ■ TB.

Slika 6: Senzorično iz vrednotena mehkoba govejih mišic *triceps brahii* (TB), *longissimus lumborum* (LL), *semimembranosus* (SM) in *semitendinosus* (ST) po 2-, 7-, 14- in 28-tih dneh zorenja

Figure 6: Sensory evaluated tenderness of beef muscles *triceps brahii* (TB), *longissimus lumborum* (LL), *semimembranosus* (SM) in *semitendinosus* (ST) after 2-, 7 -, 14 - and 28-days of ageing

Proti pričakovanju pa 28-dnevno zorenje pri temperaturi 1 °C ne zadostuje za doseganje primerne mehkoobe mišice SM (del notranjega stegna) (4,3 točke), čeprav so bile ocene ostalih senzoričnih lastnosti po tem obdobju zorenja (z izjemo barve površine mišice pri telicah) višje od 5 točk (preglednice 21, 25, 27 in 29).

Tudi mišica ST (zunanje stegno – beli krajec) je primerno mehkoobo dosegla po 28-ih dneh zorenja (preglednica 23). Po tem času zorenja so bile visoko ocenjene tudi vse ostale senzorične lastnosti mišice ST (6 točk). Glede na ocenjeno senzorično kakovost torej tudi za mišico ST bikov in telic zadostuje 28-dnevno zorenje pri temperaturi 1 °C (slika 6).

Mišica TB (debelo pleče) bikov in telic je po 28-ih dneh zorenja proti pričakovanju dosegla boljšo mehkoobo kot stegenske mišice (preglednica 23). Po 28-ih dneh zorenja je bila mehkooba mišice TB ocenjena s 5,4 točke. V tem obdobju zorenja so bile visoko ocenjene tudi vse ostale senzorične lastnosti mišice TB, vonj in aroma celo z ocenami 6,1 točke. Vsekakor za doseganje primerne senzorične kakovosti mišice TB bikov in telic zadostuje 28-dnevno zorenje, oziroma bi bilo čas zorenja mogoče celo za kakšen dan skrajšati.

Preglednica 23: Senzorično ocenjena mehkooba (1-7 točk) v zorenih pečenih govejih mišicah

Table 23: Sensory evaluated softness (1-7 scores) in aged and roasted beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| | | BF2 | BF7 | BF14 | BF28 | LL2 | LL7 | LL14 | LL28 | PM2 | PM7 | PM14 | PM28 |
| BF2 | 1,8 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF7 | 3,1 | -1,4 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| BF14 | 2,5 | -0,7 | 0,7 | 0,0 | | | | | | | | | |
| BF28 | 4,0 | -2,2 | -0,8 | -1,5 | 0,0 | | | | | | | | |
| LL2 | 1,7 | 0,1 | 1,5 | 0,8 | 2,3 | 0,0 | | | | | | | |
| LL7 | 3,5 | -1,7 | -0,4 | -1,0 | 0,5 | -1,8 | 0,0 | | | | | | |
| LL14 | 4,7 | -2,9 | -1,6 | -2,2 | -0,7 | -3,0 | -1,2 | 0,0 | | | | | |
| LL28 | 5,4 | -3,6 | -2,2 | -2,9 | -1,4 | -3,7 | -1,9 | -0,7 | 0,0 | | | | |
| PM2 | 5,4 | -3,6 | -2,2 | -2,9 | -1,4 | -3,7 | -1,9 | -0,7 | 0,0 | 0,0 | | | |
| PM7 | 6,3 | -4,5 | -3,1 | -3,8 | -2,3 | -4,6 | -2,8 | -1,6 | -0,9 | -0,9 | 0,0 | | |
| PM14 | 6,4 | -4,6 | -3,3 | -3,9 | -2,4 | -4,7 | -2,9 | -1,7 | -1,0 | -1,0 | -0,1 | 0,0 | |
| PM28 | 6,8 | -5,0 | -3,6 | -4,3 | -2,8 | -5,1 | -3,3 | -2,1 | -1,4 | -1,4 | -0,5 | -0,4 | 0,0 |
| SM2 | 2,6 | -0,9 | 0,5 | -0,2 | 1,3 | -1,0 | 0,9 | 2,1 | 2,7 | 2,7 | 3,6 | 3,8 | 4,1 |
| SM7 | 3,4 | -1,7 | -0,3 | -1,0 | 0,5 | -1,8 | 0,1 | 1,3 | 1,9 | 1,9 | 2,8 | 2,9 | 3,3 |
| SM14 | 3,9 | -2,1 | -0,7 | -1,4 | 0,1 | -2,2 | -0,4 | 0,8 | 1,5 | 1,5 | 2,4 | 2,5 | 2,9 |
| SM28 | 4,6 | -2,8 | -1,4 | -2,1 | -0,6 | -2,9 | -1,1 | 0,1 | 0,8 | 0,8 | 1,7 | 1,8 | 2,2 |
| ST2 | 3,4 | -1,6 | -0,2 | -0,9 | 0,6 | -1,7 | 0,1 | 1,3 | 2,0 | 2,0 | 2,9 | 3,0 | 3,4 |
| ST7 | 3,9 | -2,1 | -0,8 | -1,4 | 0,1 | -2,3 | -0,4 | 0,8 | 1,4 | 1,4 | 2,4 | 2,5 | 2,8 |
| ST14 | 4,3 | -2,5 | -1,2 | -1,8 | -0,3 | -2,6 | -0,8 | 0,4 | 1,1 | 1,1 | 2,0 | 2,1 | 2,4 |
| ST28 | 5,3 | -3,5 | -2,2 | -2,8 | -1,3 | -3,6 | -1,8 | -0,6 | 0,1 | 0,1 | 1,0 | 1,1 | 1,4 |
| TB2 | 3,2 | -1,4 | -0,1 | -0,7 | 0,8 | -1,5 | 0,3 | 1,5 | 2,2 | 2,2 | 3,1 | 3,2 | 3,6 |
| TB7 | 4,2 | -2,4 | -1,1 | -1,8 | -0,3 | -2,6 | -0,7 | 0,5 | 1,1 | 1,1 | 2,1 | 2,2 | 2,5 |
| TB14 | 4,0 | -2,2 | -0,8 | -1,5 | 0,0 | -2,3 | -0,5 | 0,7 | 1,4 | 1,4 | 2,3 | 2,4 | 2,8 |
| TB28 | 5,4 | -3,6 | -2,3 | -2,9 | -1,4 | -3,8 | -1,9 | -0,7 | -0,1 | -0,1 | 0,9 | 1,0 | 1,3 |

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 23: Senzorično ocenjena mehkoča (1-7 točk) v zorenih pečenih govejih mišicah

Continuation of table 23: Sensory evaluated softness (1-7 scores) in aged and roasted beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | SM2 | SM7 | SM14 | SM28 | ST2 | ST7 | ST14 | ST28 | TB2 | TB7 | TB14 | TB28 |
| SM2 | 2,6 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| SM7 | 3,4 | -0,8 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| SM14 | 3,9 | -1,2 | -0,4 | 0,0 | | | | | | | | | |
| SM28 | 4,6 | -1,9 | -1,1 | -0,7 | 0,0 | | | | | | | | |
| ST2 | 3,4 | -0,7 | 0,1 | 0,5 | 1,2 | 0,0 | | | | | | | |
| ST7 | 3,9 | -1,3 | -0,5 | -0,1 | 0,7 | -0,6 | 0,0 | | | | | | |
| ST14 | 4,3 | -1,7 | -0,9 | -0,4 | 0,3 | -0,9 | -0,4 | 0,0 | | | | | |
| ST28 | 5,3 | -2,7 | -1,9 | -1,4 | -0,7 | -1,9 | -1,4 | -1,0 | 0,0 | | | | |
| TB2 | 3,2 | -0,6 | 0,3 | 0,7 | 1,4 | 0,2 | 0,7 | 1,1 | 2,1 | 0,0 | | | |
| TB7 | 4,2 | -1,6 | -0,8 | -0,4 | 0,4 | -0,9 | -0,3 | 0,1 | 1,1 | -1,0 | 0,0 | | |
| TB14 | 4,0 | -1,3 | -0,5 | -0,1 | 0,6 | -0,6 | -0,1 | 0,3 | 1,3 | -0,8 | 0,3 | 0,0 | |
| TB28 | 5,4 | -2,8 | -2,0 | -1,6 | -0,8 | -2,1 | -1,5 | -1,1 | -0,1 | -2,2 | -1,2 | -1,4 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; 2 – zorena 2 dni, 7 – zorena 7 dni, 14 – zorena 14 dni, 28 – zorena 28 dni, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Ker je bila statistično značilna interakcija med vrsto mišice in spolom živali ($p = 0,0138$), rezultate senzorično ocenjene mehkoče prikazujemo ločeno po mišicah za oba spola (preglednica 24). Povzamemo lahko, da je mehkoča mišic bikov v primerjavi z mišicami telic statistično značilno boljša le pri mišici SM in statistično značilno slabša pri mišici TB. V celotnem poskusu pa je bila najboljše ocenjena mehkoča mišic ST, SM in BF bikov, najslabšo mehkočo pa imajo mišice telic, LL, PM in ST.

Preglednica 24: Senzorično ocenjena mehkoča (1-7 točk) različnih pečenih govejih mišic mladih bikov in telic

Table 24: Sensory evaluated softness (1-7 scores) of different roasted beef muscles, originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------|------|-------------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 2,7 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 3,0 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 3,8 | -1,2 | -0,8 | 0,0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 3,8 | -1,1 | -0,8 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | | |
| PM-b | 6,3 | -3,6 | -3,3 | -2,4 | -2,5 | 0,0 | | | | | | | |
| PM-t | 6,1 | -3,4 | -3,1 | -2,3 | -2,3 | 0,2 | 0,0 | | | | | | |
| SM-b | 4,0 | -1,3 | -1,0 | -0,2 | -0,3 | 2,3 | 2,1 | 0,0 | | | | | |
| SM-t | 3,2 | -0,6 | -0,2 | 0,6 | 0,5 | 3,0 | 2,9 | 0,8 | 0,0 | | | | |
| ST-b | 4,2 | -1,5 | -1,2 | -0,4 | -0,4 | 2,1 | 1,9 | -0,2 | -1,0 | 0,0 | | | |
| ST-t | 4,3 | -1,6 | -1,3 | -0,4 | -0,5 | 2,0 | 1,9 | -0,2 | -1,0 | -0,1 | 0,0 | | |
| TB-b | 3,8 | -1,1 | -0,8 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 2,3 | 0,2 | -0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,0 | |
| TB-t | 4,6 | -1,9 | -1,6 | -0,8 | -0,8 | 1,7 | 1,5 | -0,6 | -1,4 | -0,4 | -0,3 | -0,8 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Preglednica 25: Senzorično ocenjena sočnost (1-7 točk) v zorenih pečenih govejih mišicah

Table 25: Sensory evaluated juiciness (1-7 scores) in aged and roasted beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | | BF2 | BF7 | BF14 | BF28 | LL2 | LL7 | LL14 | LL28 | PM2 | PM7 | PM14 | PM28 |
| BF2 | 5,7 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF7 | 5,7 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| BF14 | 5,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | |
| BF28 | 6,1 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | 0,0 | | | | | | | | |
| LL2 | 5,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | | | | | | | |
| LL7 | 5,6 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| LL14 | 5,9 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | 0,3 | -0,2 | -0,3 | 0,0 | | | | | |
| LL28 | 5,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| PM2 | 5,8 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,4 | -0,1 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | | | |
| PM7 | 5,8 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,3 | -0,1 | -0,2 | 0,1 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | | |
| PM14 | 6,1 | -0,3 | -0,3 | -0,4 | 0,1 | -0,4 | -0,4 | -0,2 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | 0,0 | |
| PM28 | 6,1 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | 0,0 | -0,4 | -0,5 | -0,3 | -0,4 | -0,4 | -0,3 | -0,1 | 0,0 |
| SM2 | 5,8 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,3 | -0,1 | -0,2 | 0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,3 |
| SM7 | 5,6 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,5 |
| SM14 | 5,7 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | -0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,4 |
| SM28 | 5,9 | -0,2 | -0,2 | -0,2 | 0,2 | -0,2 | -0,3 | -0,1 | -0,2 | -0,2 | -0,1 | 0,1 | 0,2 |
| ST2 | 6,0 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | 0,1 | -0,3 | -0,4 | -0,1 | -0,3 | -0,2 | -0,2 | 0,1 | 0,1 |
| ST7 | 5,7 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | -0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,4 |
| ST14 | 5,6 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,5 |
| ST28 | 6,0 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | 0,1 | -0,3 | -0,4 | -0,2 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | 0,0 | 0,1 |
| TB2 | 5,8 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,4 | -0,1 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,4 |
| TB7 | 5,6 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,5 |
| TB14 | 5,8 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,3 | -0,1 | -0,2 | 0,1 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,3 |
| TB28 | 5,9 | -0,2 | -0,2 | -0,2 | 0,2 | -0,2 | -0,3 | 0,0 | -0,2 | -0,1 | -0,1 | 0,2 | 0,2 |

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 25: Senzorično ocenjena sočnost (1-7 točk) v zorenih pečenih govejih mišicah

Continuation of table 25: Sensory evaluated juiciness (1-7 scores) in aged and roasted beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|------|------------|-------------|-------------|------------|------|------|------|------|
| | | SM2 | SM7 | SM14 | SM28 | ST2 | ST7 | ST14 | ST28 | TB2 | TB7 | TB14 | TB28 |
| SM2 | 5,8 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| SM7 | 5,6 | 0,2 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| SM14 | 5,7 | 0,1 | -0,1 | 0,0 | | | | | | | | | |
| SM28 | 5,9 | -0,1 | -0,3 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | |
| ST2 | 6,0 | -0,2 | -0,4 | -0,3 | -0,1 | 0,0 | | | | | | | |
| ST7 | 5,7 | 0,1 | -0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,3 | 0,0 | | | | | | |
| ST14 | 5,6 | 0,2 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | | | | |
| ST28 | 6,0 | -0,2 | -0,4 | -0,4 | -0,1 | -0,1 | -0,4 | -0,4 | 0,0 | | | | |
| TB2 | 5,8 | 0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,2 | 0,2 | -0,1 | -0,1 | 0,3 | 0,0 | | | |
| TB7 | 5,6 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,1 | 0,0 | | |
| TB14 | 5,8 | 0,0 | -0,2 | -0,1 | 0,1 | 0,2 | -0,1 | -0,2 | 0,3 | 0,0 | -0,1 | 0,0 | |
| TB28 | 5,9 | -0,1 | -0,3 | -0,2 | 0,0 | 0,1 | -0,2 | -0,3 | 0,1 | -0,1 | -0,3 | -0,1 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; -2 – zorena 2 dni, -7 – zorena 7 dni, -14 – zorena 14 dni, -28 – zorena 28 dni, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Ker sta bili interakciji med vrsto mišice in časom zorenja ($p = 0,3765$) in interakcija med vrsto mišice in spolom živali ($p = 0,9616$) statistično neznačilni, rezultate senzorično ocenjene sočnosti prikazujemo ločeno po mišicah in za vse čase zorenja oz. spolu živali (preglednica 25) oz. spolu živali (preglednica 26) samo informativno, zaključki pa so primerljivi z zaključki, oblikovanimi na podlagi vrednotenja glavnega vpliva – časa zorenja.

Preglednica 26: Senzorično ocenjena sočnost (1-7 točk) različnih pečenih govejih mišic mladih bikov in telic

Table 26: Sensory evaluated juiciness (1-7 scores) of different roasted beef muscles, originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|------|------|-------------|------------|------------|------|------|------|------|------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 5,8 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 5,8 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 5,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 5,7 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | | |
| PM-b | 5,9 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | |
| PM-t | 5,9 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | -0,2 | 0,0 | 0,0 | | | | | | |
| SM-b | 5,8 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | -0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | | | | | |
| SM-t | 5,7 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| ST-b | 5,8 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | -0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | -0,2 | 0,0 | | | |
| ST-t | 5,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | | |
| TB-b | 5,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | |
| TB-t | 5,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Ker sta bili interakciji med vrsto mišice in časom zorenja statistično značilni ($p < 0,0001$), rezultate senzorično ocenjenega vonja in arome prikazujemo ločeno po mišicah in za vse čase zorenja (preglednici 27 in 29). Podatke prikazane po vrsti mišice in spolu živali prikazujemo samo informativno (preglednici 28 in 30), kajti omenjena interakcija je bila za te dve senzorični lastnosti statistično neznačilna ($p = 0,5208$ oz. $0,3511$).

V vonju in aromi med mišicami ob začetku poskusa ni bilo statistično značilnih razlik, statistično značilne razlike pa so se pojavile po 7-dneh zorenja, ko je bila po vonju in aromi najboljša mišica PM. Ob koncu zorenja, po 28-ih dneh, pa sta bili po vonju in aromi najboljši mišici TB in ST, vonj in aroma mišice PM pa sta se že poslabšala in sta bila najslabše ocenjena v primerjavi z ostalimi mišicami (preglednici 27 in 29).

Preglednica 27: Senzorično ocenjen vonj (1-7 točk) v različno zorenih pečenih govejih mišicah

Table 27: Sensory evaluated smell (1-7 scores) in differently aged roasted beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| | | BF2 | BF7 | BF14 | BF28 | LL2 | LL7 | LL14 | LL28 | PM2 | PM7 | PM14 | PM28 |
| BF2 | 5,0 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF7 | 5,3 | -0,2 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| BF14 | 5,6 | -0,5 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | |
| BF28 | 5,9 | -0,9 | -0,6 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | |
| LL2 | 4,9 | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,0 | | | | | | | |
| LL7 | 5,1 | -0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,8 | -0,1 | 0,0 | | | | | | |
| LL14 | 5,6 | -0,6 | -0,4 | -0,1 | 0,3 | -0,7 | -0,5 | 0,0 | | | | | |
| LL28 | 5,9 | -0,9 | -0,7 | -0,4 | 0,0 | -1,0 | -0,8 | -0,3 | 0,0 | | | | |
| PM2 | 5,1 | -0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,8 | -0,1 | 0,0 | 0,5 | 0,8 | 0,0 | | | |
| PM7 | 5,5 | -0,4 | -0,2 | 0,1 | 0,4 | -0,5 | -0,4 | 0,1 | 0,4 | -0,4 | 0,0 | | |
| PM14 | 5,8 | -0,8 | -0,6 | -0,3 | 0,1 | -0,9 | -0,8 | -0,2 | 0,1 | -0,8 | -0,4 | 0,0 | |
| PM28 | 5,5 | -0,4 | -0,2 | 0,1 | 0,4 | -0,5 | -0,4 | 0,1 | 0,4 | -0,4 | 0,0 | 0,4 | 0,0 |
| SM2 | 5,0 | 0,0 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | -0,1 | 0,1 | 0,6 | 0,9 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0,5 |
| SM7 | 5,3 | -0,2 | 0,0 | 0,3 | 0,6 | -0,3 | -0,2 | 0,4 | 0,7 | -0,2 | 0,2 | 0,6 | 0,2 |
| SM14 | 5,5 | -0,5 | -0,3 | 0,0 | 0,4 | -0,6 | -0,4 | 0,1 | 0,4 | -0,4 | -0,1 | 0,3 | -0,1 |
| SM28 | 5,9 | -0,8 | -0,6 | -0,3 | 0,0 | -0,9 | -0,8 | -0,3 | 0,1 | -0,8 | -0,4 | 0,0 | -0,4 |
| ST2 | 5,0 | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 0,9 | -0,1 | 0,1 | 0,6 | 0,9 | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 0,4 |
| ST7 | 5,3 | -0,3 | -0,1 | 0,3 | 0,6 | -0,4 | -0,2 | 0,3 | 0,6 | -0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,2 |
| ST14 | 5,6 | -0,6 | -0,4 | -0,1 | 0,3 | -0,7 | -0,6 | 0,0 | 0,3 | -0,6 | -0,2 | 0,2 | -0,2 |
| ST28 | 6,0 | -1,0 | -0,8 | -0,4 | -0,1 | -1,1 | -0,9 | -0,4 | -0,1 | -0,9 | -0,5 | -0,2 | -0,5 |
| TB2 | 4,9 | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,0 | 0,1 | 0,7 | 1,0 | 0,1 | 0,5 | 0,9 | 0,5 |
| TB7 | 5,3 | -0,3 | -0,1 | 0,2 | 0,6 | -0,4 | -0,3 | 0,3 | 0,6 | -0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,1 |
| TB14 | 5,7 | -0,7 | -0,5 | -0,2 | 0,2 | -0,8 | -0,6 | -0,1 | 0,2 | -0,6 | -0,3 | 0,1 | -0,3 |
| TB28 | 6,1 | -1,0 | -0,8 | -0,5 | -0,2 | -1,1 | -1,0 | -0,4 | -0,1 | -1,0 | -0,6 | -0,2 | -0,6 |

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 27: Senzorično ocenjen vonj (1-7 točk) v različno zorenih pečenih govejih mišicah

Continuation of table 27: Sensory evaluated smell (1-7 scores) in differently aged roasted beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | SM2 | SM7 | SM14 | SM28 | ST2 | ST7 | ST14 | ST28 | TB2 | TB7 | TB14 | TB28 |
| SM2 | 5,0 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| SM7 | 5,3 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| SM14 | 5,5 | -0,5 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | |
| SM28 | 5,9 | -0,9 | -0,6 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | |
| ST2 | 5,0 | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 0,0 | | | | | | | |
| ST7 | 5,3 | -0,3 | -0,1 | 0,2 | 0,6 | -0,3 | 0,0 | | | | | | |
| ST14 | 5,6 | -0,6 | -0,4 | -0,1 | 0,2 | -0,6 | -0,3 | 0,0 | | | | | |
| ST28 | 6,0 | -1,0 | -0,8 | -0,5 | -0,1 | -1,0 | -0,7 | -0,4 | 0,0 | | | | |
| TB2 | 4,9 | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,1 | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 0,0 | | | |
| TB7 | 5,3 | -0,3 | -0,1 | 0,2 | 0,5 | -0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,7 | -0,4 | 0,0 | | |
| TB14 | 5,7 | -0,7 | -0,5 | -0,2 | 0,1 | -0,7 | -0,4 | -0,1 | 0,3 | -0,8 | -0,4 | 0,0 | |
| TB28 | 6,1 | -1,1 | -0,8 | -0,5 | -0,2 | -1,0 | -0,8 | -0,4 | -0,1 | -1,1 | -0,7 | -0,3 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; -2 – zorena 2 dni, -7 – zorena 7 dni, -14 – zorena 14 dni, -28 – zorena 28 dni, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Preglednica 28: Senzorično ocenjen vonj (1-7 točk) pečenih različnih govejih mišic mladih bikov in telic

Table 28: Sensory evaluated smell (1-7 scores) of different roasted beef muscles, originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|------|-------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|------|------|------|--|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t | |
| BF-b | 5,4 | 0,0 | | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 5,4 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| LL-b | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| LL-t | 5,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | |
| PM-b | 5,5 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | 0,0 | | | | | | | | |
| PM-t | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | |
| SM-b | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | | | | | | |
| SM-t | 5,4 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | |
| ST-b | 5,5 | 0,0 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,0 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,0 | | | | |
| ST-t | 5,5 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,0 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | | | |
| TB-b | 5,5 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | -0,1 | 0,1 | -0,1 | 0,0 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | |
| TB-t | 5,6 | -0,1 | -0,2 | -0,2 | -0,2 | 0,0 | -0,2 | -0,1 | -0,2 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,0 | |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Preglednica 29: Senzorično ocenjena aroma (1-7 točk) pečenih, različno zorenih govejih mišic

Table 29: Sensory evaluated flavour (1-7 scores) in roasted differently aged beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| | | BF2 | BF7 | BF14 | BF28 | LL2 | LL7 | LL14 | LL28 | PM2 | PM7 | PM14 | PM28 |
| BF2 | 5,0 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF7 | 5,3 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| BF14 | 5,6 | -0,6 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | |
| BF28 | 5,8 | -0,8 | -0,5 | -0,2 | 0,0 | | | | | | | | |
| LL2 | 4,9 | 0,1 | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 0,0 | | | | | | | |
| LL7 | 5,0 | 0,0 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | -0,1 | 0,0 | | | | | | |
| LL14 | 5,6 | -0,6 | -0,3 | 0,0 | 0,2 | -0,7 | -0,6 | 0,0 | | | | | |
| LL28 | 5,9 | -0,9 | -0,6 | -0,3 | -0,1 | -1,0 | -0,9 | -0,3 | 0,0 | | | | |
| PM2 | 5,1 | -0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,7 | -0,2 | -0,1 | 0,5 | 0,8 | 0,0 | | | |
| PM7 | 5,5 | -0,5 | -0,2 | 0,1 | 0,3 | -0,6 | -0,5 | 0,1 | 0,4 | -0,4 | 0,0 | | |
| PM14 | 5,8 | -0,8 | -0,5 | -0,2 | 0,0 | -0,9 | -0,8 | -0,2 | 0,1 | -0,7 | -0,3 | 0,0 | |
| PM28 | 5,3 | -0,4 | 0,0 | 0,3 | 0,5 | -0,4 | -0,3 | 0,3 | 0,6 | -0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,0 |
| SM2 | 5,0 | 0,0 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | -0,1 | 0,0 | 0,6 | 0,9 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0,4 |
| SM7 | 5,3 | -0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,5 | -0,4 | -0,3 | 0,3 | 0,6 | -0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,0 |
| SM14 | 5,6 | -0,6 | -0,3 | 0,0 | 0,3 | -0,7 | -0,6 | 0,1 | 0,4 | -0,4 | -0,1 | 0,3 | -0,2 |
| SM28 | 5,8 | -0,9 | -0,5 | -0,3 | 0,0 | -0,9 | -0,8 | -0,2 | 0,1 | -0,7 | -0,3 | 0,0 | -0,5 |
| ST2 | 5,0 | -0,1 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | -0,1 | 0,0 | 0,6 | 0,9 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0,3 |
| ST7 | 5,4 | -0,4 | -0,1 | 0,2 | 0,4 | -0,5 | -0,4 | 0,2 | 0,5 | -0,3 | 0,1 | 0,4 | -0,1 |
| ST14 | 5,5 | -0,5 | -0,2 | 0,1 | 0,3 | -0,6 | -0,5 | 0,1 | 0,4 | -0,4 | 0,0 | 0,3 | -0,1 |
| ST28 | 6,0 | -1,0 | -0,7 | -0,4 | -0,2 | -1,1 | -1,0 | -0,4 | -0,1 | -0,9 | -0,5 | -0,2 | -0,6 |
| TB2 | 5,0 | 0,0 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | -0,1 | 0,0 | 0,6 | 0,9 | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 0,3 |
| TB7 | 5,4 | -0,4 | -0,1 | 0,2 | 0,4 | -0,5 | -0,4 | 0,2 | 0,5 | -0,3 | 0,1 | 0,4 | -0,1 |
| TB14 | 5,8 | -0,8 | -0,5 | -0,2 | 0,0 | -0,9 | -0,8 | -0,2 | 0,1 | -0,7 | -0,3 | 0,0 | -0,4 |
| TB28 | 6,1 | -1,1 | -0,8 | -0,5 | -0,3 | -1,2 | -1,1 | -0,5 | -0,2 | -1,0 | -0,6 | -0,3 | -0,8 |

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 29: Senzorično ocenjena aroma (1-7 točk) v pečenih zorenih govejih mišicah

Continuation of table 29: Sensory evaluated flavour (1-7 scores) in roasted differently aged beef muscles

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | SM2 | SM7 | SM14 | SM28 | ST2 | ST7 | ST14 | ST28 | TB2 | TB7 | TB14 | TB28 |
| SM2 | 5,0 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| SM7 | 5,3 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| SM14 | 5,6 | -0,6 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | | |
| SM28 | 5,8 | -0,9 | -0,5 | -0,3 | 0,0 | | | | | | | | |
| ST2 | 5,0 | -0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 0,0 | | | | | | | |
| ST7 | 5,4 | -0,4 | -0,1 | 0,1 | 0,4 | -0,4 | 0,0 | | | | | | |
| ST14 | 5,5 | -0,5 | -0,2 | 0,1 | 0,4 | -0,4 | -0,1 | 0,0 | | | | | |
| ST28 | 6,0 | -1,0 | -0,7 | -0,4 | -0,1 | -0,9 | -0,6 | -0,5 | 0,0 | | | | |
| TB2 | 5,0 | 0,0 | 0,3 | 0,6 | 0,8 | 0,0 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 0,0 | | | |
| TB7 | 5,4 | -0,4 | -0,1 | 0,2 | 0,4 | -0,4 | 0,0 | 0,1 | 0,6 | -0,4 | 0,0 | | |
| TB14 | 5,8 | -0,8 | -0,5 | -0,2 | 0,1 | -0,8 | -0,4 | -0,3 | 0,2 | -0,8 | -0,4 | 0,0 | |
| TB28 | 6,1 | -1,1 | -0,8 | -0,6 | -0,3 | -1,1 | -0,7 | -0,6 | -0,1 | -1,1 | -0,7 | -0,3 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; -2 – zorena 2 dni, -7 – zorena 7 dni, -14 – zorena 14 dni, -28 – zorena 28 dni, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

Preglednica 30: Senzorično ocenjena aroma (1-7 točk) različnih pečenih govejih mišic mladih bikov in telic

Table 30: Sensory evaluated flavour (1-7 scores) of different roasted beef muscles, originated from young bulls and heifers

| Skupina | LSM | Razlike med skupinami | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----------------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------------|------|------|------|
| | | BF-b | BF-t | LL-b | LL-t | PM-b | PM-t | SM-b | SM-t | ST-b | ST-t | TB-b | TB-t |
| BF-b | 5,4 | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| BF-t | 5,4 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | | |
| LL-b | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | | | | | |
| LL-t | 5,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | | | | | | | | |
| PM-b | 5,5 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | 0,0 | | | | | | | |
| PM-t | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | | | | | | |
| SM-b | 5,5 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | -0,2 | 0,0 | -0,1 | 0,0 | | | | | |
| SM-t | 5,4 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | | | | |
| ST-b | 5,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | -0,1 | 0,0 | | | |
| ST-t | 5,5 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,2 | 0,0 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | 0,0 | | |
| TB-b | 5,5 | -0,1 | -0,1 | -0,1 | -0,3 | -0,1 | -0,2 | -0,1 | -0,2 | -0,1 | 0,0 | 0,0 | |
| TB-t | 5,6 | -0,2 | -0,2 | -0,2 | -0,3 | -0,1 | -0,2 | -0,1 | -0,2 | -0,2 | -0,1 | -0,1 | 0,0 |

LSM – pričakovane srednje vrednosti; BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psoas major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*; b – biki, t – telice, statistično značilne ($p \leq 0,05$) razlike so označene krepko.

4.5 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA

Zaradi morebitne prisotnosti prevelikega števila mikroorganizmov v mišicah in s tem možnosti negativnega vpliva na senzorične lastnosti (predvsem vonj in aromo) zorenega mesa, smo naredili tudi mikrobiološko analizo.

Preglednica 31: Skupno število mikroorganizmov in anaerobnih bakterij v govejih mišicah na začetku (po 2 dneh) in po končanem (po 28-ih dneh) zorenju

Table 31: The total number of micro-organisms and anaerobic bacteria in beef muscles at the beginning (after 2 days) and at the end (28 days) of ageing

| mišica | žival | skupno število mikroorganizmov | | število anaerobnih bakterij | |
|--------|----------|--------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| | | zoreno 2 dni | zoreno 28 dni | zoreno 2 dni | zoreno 28 dni |
| BF | bik 1 | <100 | 19000 | 10 | 19000 |
| | bik 2 | <100 | 620 | <10 | 630 |
| | bik 3 | 15 | 99000 | <10 | >100000 |
| | telica 1 | 8700 | 300000 | 1100 | 18000 |
| | telica 2 | 10 | 3300 | <10 | 4600 |
| | telica 3 | <100 | 2500 | <10 | 2800 |
| LL | bik 1 | <100 | 390000 | <10 | >100000 |
| | bik 2 | 110 | 6900 | 110 | 4900 |
| | bik 3 | <100 | 640000 | <10 | >100000 |
| | telica 1 | <100 | 3000 | <10 | 4500 |
| | telica 2 | 200 | >1000000 | 25 | >100000 |
| | telica 3 | 10 | 160000 | 10 | >100000 |
| PM | bik 1 | <100 | 2100 | 10 | 40000 |
| | bik 2 | 20 | 59000 | 10 | 37000 |
| | bik 3 | <100 | 570000 | <10 | >100000 |
| | telica 1 | 25 | >1000000 | 10 | >100000 |
| | telica 2 | 45 | 610000 | <10 | >100000 |
| | telica 3 | <100 | 16000 | <10 | 17000 |
| SM | bik 1 | <100 | 640 | 20 | 500 |
| | bik 2 | <100 | 890 | <10 | 980 |
| | bik 3 | 45 | 96000 | 10 | >100000 |
| | telica 1 | <100 | 100 | <10 | 90 |
| | telica 2 | <100 | 15000 | <10 | 24000 |
| | telica 3 | <100 | 5600 | <10 | 8300 |
| ST | bik 1 | 45 | 1000 | 10 | 350 |
| | bik 2 | <100 | 640 | <10 | 720 |
| | bik 3 | 25 | 130000 | <10 | >100000 |
| | telica 1 | 570 | 2300 | 460 | 4000 |
| | telica 2 | 70 | 31000 | <10 | 13000 |
| | telica 3 | <100 | 21000 | <10 | 17000 |
| TB | bik 1 | 15 | 3300 | 20 | 7800 |
| | bik 2 | <100 | 28000 | <10 | 22000 |
| | bik 3 | 20 | 1000000 | <10 | >100000 |
| | telica 1 | 6100 | 350000 | 5100 | >100000 |
| | telica 2 | 380 | 330000 | 370 | >100000 |
| | telica 3 | <100 | 1200 | <10 | 2000 |

BF – *biceps femoris*; LL – *longissimus lumborum*; PM – *psaos major*; SM – *semimembranosus*; ST – *semitendinosus*; TB – *triceps brachii*.

Slovenska zakonodaja ne omejuje skupnega števila mikroorganizmov v integralnih kosih presnega mesa. Rezultati v preglednici 31 kažejo, da je pri dveh dneh zorenja nizko začetno število mikroorganizmov, z izjemo mišic BF in TB telice št. 1, kjer je začetno število mikroorganizmov nekoliko višje. Pri 28-ih dneh zorenja se je število mikroorganizmov po pričakovanjih povišalo, vendar so bile tudi te vrednosti v večini primerov še vedno razmeroma nizke. Višje vrednosti (1.000.000 ali >1.000.000 mikroorganizmov) so bile ugotovljene samo v primerih mišic LL telice št. 2, PM telice št. 1 in TB bika št. 3.

Tudi števila anaerobnih bakterij (preglednica 31) so na začetku (pri dveh dneh) zorenja v vseh mišicah praviloma nizka, pri 28-ih dneh zorenja pa so po pričakovanjih nekoliko povišana.

Ker s senzorično analizo pri nobenem od vzorcev nismo zaznali sprememb, ki bi kazale na začetek mikrobiološkega kvara mišičnine, menimo, da so bile tudi pri 28-ih dneh zorenja vse mišice mikrobiološko sprejemljive.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Proizvajalce govejega mesa zanima primernost zorenja mesa v vakuumskih zavitkih, katere mišice oz. kosi so primernejši, ali je smiselno odbiranje mišic po spolu živali in trajanje zorenja, ki naj bi zagotovilo razvoj zelenih gastronomskih lastnosti. Podlaga vsem tem rešitvam pa je poznavanje sestave mišičnine, procesa proteolize in lipolize, mehčanja, porušanja mikrostrukture in oblikovanja vonja in okusa po zorenem mesu. V nalogi smo zato sistematično obravnavali omenjene parametre in dejavnike, ki med zorenjem vplivajo na njih.

Osnovna kemijska zgradba

Presne goveje mišice v tem poskusu so v povprečju vsebovale 74,49 % vode, 2,73 % maščobe, 22,40 % beljakovin in 1,28 % skupnih anorganskih snovi. Osnovna kemijska sestava je bila narejena na presnem mesu 48 ur po zakolu, saj se sestava tekom zorenja ne spremeni (Jeretina, 2004). Pred analizo smo odstranili vso vidno maščobo in dele vezivnega tkiva, tako da rezultati prikazujejo osnovno kemijsko sestavo pustega govejega mesa. V preglednici 32 je prikazana primerjava naših rezultatov o osnovni kemijski sestavi štirih mišic po 48 urah zorenja s podatki iz literature oziroma s podatki iz Slovenskih prehranskih tabel, Meso in mesni izdelki (2006). Rezultati variirajo le v vsebnosti maščob, predvsem v mišici BF.

Preglednica 32: Primerjava naših rezultatov o kemijski sestavi govejih mišic s podatki iz Slovenskih prehranskih tabel, Meso in mesni izdelki (2006)

Table 32: Comparison of our results on chemical composition of beef muscles to those from the Slovenian food composition tables, Meat and meat products (2006)

| mišica | BF | | LL | | PM | | TB | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| parameter (g/100 g)/ podatki | naši | SPT | naši | SPT | naši | SPT | naši | SPT |
| voda | 74,6 | 75,0 | 73,6 | 73,6 | 73,8 | 73,4 | 74,8 | 74,4 |
| beljakovine | 22,3 | 22,0 | 22,3 | 22,4 | 22,0 | 21,2 | 22,2 | 22,2 |
| maščobe | 2,4 | 3,2 | 2,8 | 2,8 | 3,3 | 4,0 | 3,3 | 3,3 |
| skupne anorganske snovi | 1,31 | 1,22 | 1,21 | 1,22 | 1,31 | 1,15 | 1,24 | 1,19 |

SPT – Slovenske prehranske tabele – meso in mesni izdelki (2006)

Neproteinski dušik

Delež neproteinskega dušika (NPN) je v literaturi definiran tudi kot proteolitični indeks (uveljavljen izraz pri sušenih mesninah (Polak, 2003)) in predstavlja razmerje med neproteinskim dušikom in skupnim dušikom. Delež NPN smo spremljali tekom zorenja, medtem ko smo vsebnost beljakovin izmerili samo pri svežem vzorcu. Delež NPN (od skupnega dušika) se je iz začetne vrednosti po štirih tednih zorenja povečal za 16 %, kar je posledica delovanja encimov, kot so endogene proteinaze, oligopeptidaze in aminopeptidaze. Na podlagi intenzivnosti nastanka NPN v prvih 14-ih dneh zorenja pa lahko oblikujemo tri skupine mišic: TB in ST (počasi) <SM in PM (srednje hitra) <BF in LL (hitra proteoliza). Ti rezultati se dobro ujemajo s podatki v nam dostopni literaturi. Bruas-Reigner in sod. (1996) navajajo, da vsebnost NPN v mišicah narašča med tretjim in 14-im dnevom zorenja. Posledica delovanja proteolitičnih encimov je povečanje vsebnosti

prostih aminokislin. Količina prostih aminokislin in njihovo medsebojno razmerje je odvisno od pogojev, katerim je meso podvrženo, vendar se vsebnost prostih aminokislin povečuje predvsem v začetni stopnji zorenja (prvih 10 dni).

Vsebnost vezivnega tkiva

Povprečna vrednost skupnega vezivnega tkiva (SVT) v mišici LL je 0,37 g/100 g, od tega je 0,32 g/100 g netopnega vezivnega tkiva (NVT) in 0,05 g/100 g topnega vezivnega tkiva (TVT). Če te vrednosti primerjamo z Maverjem (2001), ki je ugotovil, da je v mišici LL 0,81 g SVT/100 g, od tega je 0,07 g TVT/100 g in 0,75 g NVT/100 g, ugotovimo, da je pri naši raziskavi vsebnost vezivnega tkiva veliko manjša. Povprečna vrednost SVT v mišici BF je 0,28 g/100 g, od tega je 0,13 g/100 g NVT in 0,15 g/100 g TVT, kar je manj kot v LL. Slednje je v nasprotju z ugotovitvijo Koohmaraie in Geesinka (2006), ki sta ugotovila, da mišica *longissimus* vsebuje manj kolagena kot BF.

Vsebnost SVT v mišici LL se med zorenjem ni bistveno spremenila, kar navajajo tudi Nishimura in sod. (1993). Nasprotno pa se vsebnost TVT in posledično tudi DTVT v mišici BF statistično zelo visoko značilno spreminja. Po 28-ih dneh zorenja je v mišici BF za 5-krat več TVT kot po dveh dneh zorenja. Rezultati o topnosti vezivnega tkiva v našem poskusu se le delno ujemajo z ugotovitvami Baileya in Lighta (1989), ki sta potrdila, da je topnost kolagena višja v dlje zorenem mesu kot mesu, zorenem krajši čas, pri enaki temperaturi. Iz preglednice 12 je namreč razvidno, da se le v mišici BF vsebnost TVT v 28-ih dneh zorenja statistično značilno poveča iz 0,03 g/100 g na 0,15 g/100 g.

Naše ugotovitve, da spol ne vpliva na celokupno vsebnost veziva, so v skladu s trditvami Prosta in sod. (1975).

Instrumentalno merjena barva

Na podlagi naših meritev lahko povzamemo, da se s časom zorenja statistično značilno ($p < 0,0001$) spreminjajo vsi parametri instrumentalno merjene barve. Z zorenjem barva govejih mišic postaja svetlejša (vrednost L^* se povečuje) in bolj nasičena (vrednosti a^* in b^* se povečujeta), z redkimi izjemami. Najmanj se spremeni vrednost b^* , to se delno ujema s podatki iz literature (Gašperlin, 1997), ki navaja, da se med zorenjem spremenita vrednosti L^* in a^* , medtem ko na vrednost b^* zorenje ne vpliva. Boakye in Mittal (1996) sta opazovala barvo 16 dni zorenega govejega mesa (*longissimus lumborum*). Ugotovili sta, da se je vrednost L^* zvišala z 29,0 na 34,6, vrednost a^* se je povečala z 16,2 na 17,2 in vrednost b^* z 9,5 na 11,3. Če te rezultate primerjamo z našimi, vidimo, da se tako kot pri našem primeru povečujejo vsi parametri barve. Največja razlika je pri vrednosti L^* , ki je v našem primeru višja.

Na podlagi instrumentalne analize barve lahko povzamemo, da ima izmed vseh preiskovanih mišic najsvetlejšo barvo mišica ST bikov, najtemnejšo in najmanj atraktivno (najnižji vrednosti a^* in b^*) mišica LL telic, mišica PM telic pa je le nekoliko svetlejša in bolj atraktivna od LL.

S korelacijsko analizo instrumentalno izmerjene in senzorično ocenjene barve presnih mišic smo ugotovili tudi močno pozitivno in statistično značilno povezavo med njimi,

Pearsonovi korelacijski koeficienti za barvo in L^* , a^* in b^* so bili 0,70, 0,62 in 0,67 ($p < 0,0001$).

Instrumentalno merjena tekstura

Stopnjo mehko-be pečnega govejega mesa smo določili tudi z merjenjem WB strižne sile. Ugotovili smo, da se s povečevanjem časa zorenja WB sila statistično značilno zmanjšuje, kar pomeni, da se mišica mehča. V povprečju se je sila potrebna za prerezanje vzorcev govejega mesa v 28-ih dneh zmanjšala za 28 %. Jeremiah in Gibson (2003) sta prišla do podobnih rezultatov v zoreni govedini. Ugotovila sta, da je WB strižna sila, merjena na mišici LL, na začetku zorenja 59 N, prvi teden 47 N, drugi teden 42, tretji teden 36 N in četrti teden 37 N. Če primerjamo te rezultate z našimi povprečnimi, ugotovimo, da je WB strižna sila četrti teden podobna, v izhodišču pa so bile vse naše mišice mehkejše. Temperatura zorenja pa je bila v obeh primerih enaka.

Na podlagi instrumentalno merjene teksture lahko trdimo, da sta najmehkejši mišici PM in TB, najtrša pa je SM. Med najtrše mišice spada tudi mišica ST telic. Nekoliko bolj mehke od te mišice so mišice BF bikov, LL bikov in telic ter ST bikov.

Vpliv spola živali na strižno silo, potrebno za prerezanje vzorca, je bil statistično neznačilen, čeprav se je izkazalo, da so v povprečju mišice telic nekoliko trše kot mišice bikov (43,5 N vs. 41,2 N), razlike so statistično značilne le pri mišici ST.

Senzorična ocena

Na splošno lahko ugotovimo, da se barva med 4-tedenskim zorenjem izboljša za celo točko (s povprečne vrednosti vseh mišic in spolov pri 2 dneh 4,3 točke na 5,5 točke pri 28-ih dneh zorenja), postane bistveno bolj svetla in izrazita.

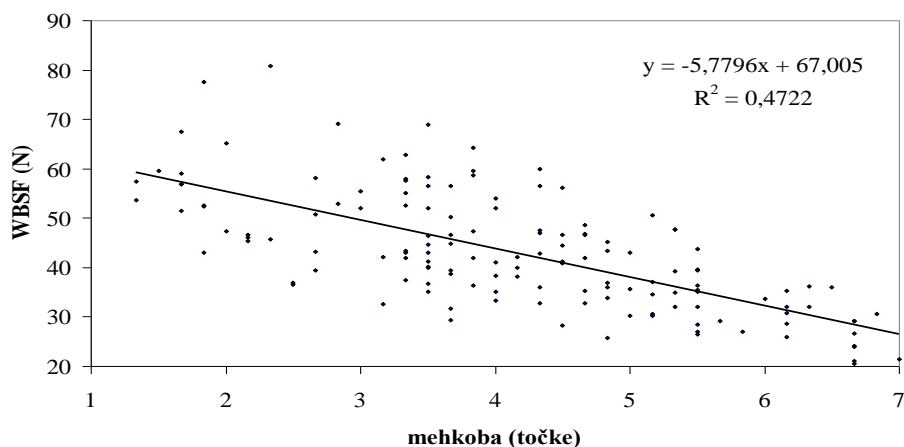
Največje spremembe med zorenjem potečejo pri mehko-bi. Vzorce smo v povprečju po dveh dneh zorenja ocenili kot skoraj nesprejemljivo trde (3,0 točke), pri 28-ih dneh pa postanejo relativno mehki, kar nam potrjujejo visoke ocene (5,2 točke). Zoreno goveje meso so ocenjevali tudi Cifuni in sod. (2004) ter Monsón in sod. (2005). Monsón in sod. (2005) so ugotavljali vpliv pasme živali in časa zorenja (35 dni) na senzorično kakovost m. *longissimus thoracis et lumborum* govejih pasem Spanish Holstein, Brown Swiss, Limousin in Blonde d'Aquitaine ter ugotovili 15-25 % izboljšanje senzorično ocenjene mehko-be, kar je sicer v skladu z ugotovitvami v našem poskusu. Ugotovili smo celo povprečno bistveno večje (vse mišice) izboljšanje mehko-be (za 73 %). Cifuni in sod. (2004) so dobili podobne rezultate, saj se sočnost med zorenjem (od 8 do 15 dni) ni spremenila (6,3 točke), mehko-ba se je povečala (iz 6,0 na 6,5 točke) in tudi aroma se je izboljšala (iz 5,6 na 6,0 točke). To je predvsem posledica proteolitičnih encimov, ki razgradijo beljakovine do peptidov in aminokislin. Zaradi delovanja lipolitičnih encimov se med zorenjem izboljšujeta vonj in aroma mesa, medtem ko sočnost ostaja enaka. Nekaj podobnega smo ugotovili tudi mi v našem poizkusu – sočnost se sicer v našem poizkusu z zorenjem spremi statistično značilno, ampak komaj po 28-tih dneh zorenja, ocene se gibljejo med 5,8 točke (2 dni) in 6,0 točke (28 dni), prej pa so spremembe statistično neznačilne. Med tem, ko se vonj in aroma z zorenjem izboljšujeta veliko bolj opazno, prva opaznejša sprememba je že pri 7-ih dneh zorenja, vendar se z nadaljnjim zorenjem še izboljšujeta (iz 5,0 točk na 5,9 točke (vonj) oziroma iz 5,0 točk na 5,8 točke (aroma)).

Mišice se zelo visoko statistično značilno ločijo po barvi in mehkobi, med zorenjem pa se pojavijo še razlike v aromi in vonju. V vonju in aromi med mišicami ob začetku poskusa ni bilo statistično značilnih razlik, statistično značilne razlike pa so se pojavile že po 7-dneh zorenja, ko je bila po vonju in aromi najboljša mišica PM. Ob koncu zorenja, po 28-ih dneh, pa sta bili po vonju in aromi najboljši mišici TB in ST, vonj in aroma mišice PM pa sta se že poslabšala in sta dobila najnižjo oceno v primerjavi z ostalimi mišicami. Vzrok za to poslabšanje je mogoče pripisati končnim produktom lipolize, ki so že morebiti pričeli povzročati »kvar«. V celotnem poskusu si po ocenjeni mehkobi sledijo mišice od najboljše do najslabše ocene takole: PM, ST, TB, LL, SM in BF.

S senzorično analizo smo potrdili samo statistično značilno boljšo barvo mišic bikov v primerjavi z mišicami telic (4,8 točke vs. 4,2 točke). Mehkoba mišic bikov v primerjavi z mišicami telic pa je statistično značilno boljša le pri mišici SM in statistično značilno slabša pri mišici TB. V ostalih lastnostih, kot so sočnost, vonj in aroma, pa nismo določili statistično značilnih razlik.

Povezava med WB strižno silo in senzorično ocenjeno mehkobo govejega mesa

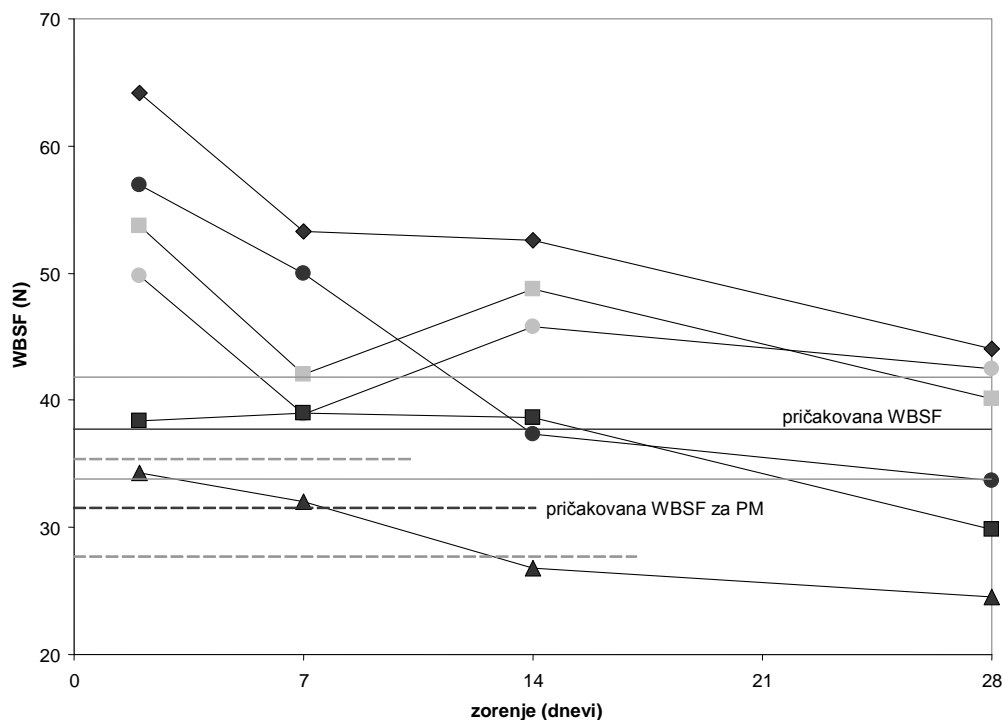
Predvidevali smo, da bomo s korelacijsko analizo instrumentalno izmerjene WB strižne sile in senzorično oceno mehkobe šestih različnih govejih mišic bikov in telic ugotovili močno negativno povezavo med njima, in res smo opazili negativno, statistično značilno, vendar ne tesno povezavo (Pearsonov korelacijski koeficient 0,47, $p < 0,0001$).



Slika 7: Odvisnost WB strižne sile in senzorično ocenjene mehkobe šestih različnih govejih mišic bikov in telic

Figure 7: WBSF versus tenderness of all results, acquired in this experiment, of six different muscles of bulls and heifers

Povezava je predstavljena tudi na sliki 8, izražena pa je v formuli za linearno povezavo med instrumentalno in senzorično ocenjeno mehkobo:



Legenda: pričakovana strižna sila 38,1 N za dosego ocene 5 točk za mehko (—) ter pričakovana strižna sila z upoštevanjo standardno napako ocene 34,1-42,2N (—), pričakovana strižna sila 32,3 N za dosego ocene 6 točk za mehko (- - -) ter strižna sila 28,3-36,4 N z upoštevanjo standardno napako ocene (- - -); enačba za izračun: WB strižna sila = $-5,8 \times (\text{ocena za mehko}) + 67,0$; mišice: ● BF, ● LL, ▲PM, ◆ SM, ■ ST, ■ TB.

Slika 8: Odvisnost WB strižne sile, merjene na šestih različnih pečenih govejih mišicah, od časa zorenja

Figure 8: WBSF versus time of ageing in six different roasted beef muscles

S programom Excel smo po postopku STEYX, ki izračuna standardno napako predvidenih y-vrednosti za vsak x v regresiji, določili tudi standardno napako ocene za mehko. Ta znaša 1,4 točke. Na podlagi formule in standardne napake ocene smo izračunali pričakovano WB strižno silo 38,1 N za dosego ocene 5 točk za mehko ter pričakovano WB strižno silo 34,1-42,2N z upoštevanjo standardno napako ocene 1,4 točke. Za oceno mehko 6 točk bi morala mišica imeti WB strižno silo 32,3 N oziroma 28,3-36,4 N z upoštevanjo standardno napako ocene (slika 8).

Na podlagi vrednotenja WB strižne sile lahko sklepamo, da mišica SM in BF pri 28-dnevnem zorenju še vedno ostajata pretrdi.

Naslednja ugotovitev je, da je mišica PM dovolj mehka že po 7-dnevnem zorenju (slika 8), takrat pa je tudi že dosegla senzorično oceno mehko 6 točk (preglednica 23), ki je v našem poskusu določena/zahtevana za meso izven kategorije, v katero PM sodi. WB strižna sila se pri mišicah LL, odvzetih iz trupov bikov, pomembno zniža po 28-ih dneh, pri telicah pa že po 14-ih dneh. Opazili smo tudi, da se WB strižna sila pri mišicah obeh spolov zmanjša skoraj za polovico. Mišice LL šele pri 28-dnevnem zorenju dosežejo oceno za mehko nad 5 točk (5,4 točke, preglednica 23).

Mišica SM je že na začetku zorenja dokaj trda mišica. Tudi po 28-ih dneh zorenja (zmanjšanje WB strižne sile za 14 % pri bikih in 45 % pri telicah) ne doseže senzorične ocene 5 točk, ki smo jo predpisali kot sprejemljivo mehko za meso I. kakovosti.

Mišica ST se v 28-ih dneh zmehta (zmanjša se WB strižna sila) za 20-30%, odvisno od spola živali, takrat pa tudi za senzorično oceno mehko pridobi več kot 5 točk.

Mišica TB je na začetku zorenja dobila za senzorično oceno mehko zelo nizke ocene (3,2 točke), po 28-ih dneh zorenja pa se je senzorična ocena mehko povečala za 68 % (na 5,4 točke) oz. se je WB strižna sila zmanjšala za 28 %.

Mikrobiološka analiza

Na podlagi skupnega števila mikroorganizmov in števila anaerobnih bakterij ter senzorične analize, s katero pri nobenem od vzorcev nismo zaznali sprememb, ki bi kazale na začetek mikrobiološkega kvara mišičnine, menimo, da so bile tudi pri 28-ih dneh zorenja vse mišice mikrobiološko sprejemljive.

Priporočila

Kljub temu pa v primeru zorenja mesa v širše komercialne namene zaradi čim večje mikrobiološke varnosti priporočamo:

- poseben (ločen) prostor za razsek in pakiranje mesa, ki je namenjeno zorenju, s konstantno nizko temperaturo;
- uvedbo poostrenih higienskih ukrepov med razsekom in pakiranjem kosov mesa (higiena delavcev, uporaba sterilnih rokavic in mask, itd.);
- stalen nadzor temperature hladilnice (1 °C), v kateri poteka zorenje (preprečiti nihanja temperature).

Zaključne ugotovitve

Naša prva hipoteza je bila, da se bo med štiritedenskim zorenjem spreminjala vsebnost topnega kolagena v manjši meri, povečal se bo delež neproteinskega dušika v presnih mišicah, medtem ko se bodo tudi senzorične lastnosti, mehko, sočnost in aroma toplotno obdelanih mišic pomembneje izboljšale. Rezultati naše raziskave potrjujejo domnevo, saj se je med štiritedenskim zorenjem:

- povečala vsebnost topnega veziva, vendar se je povečala le pri mišici BF, ne pa mišici LL,
- delež neproteinskega dušika se je statistično značilno povečal pri vseh mišicah in
- pomembno se je izboljšala mehko (Warner-Bratzler strižna sila se statistično značilno zmanjšuje, povprečna senzorična ocena pa se izboljša od skoraj nesprejemljivo trde (3,0 točke) po dveh dneh do relativno mehke (5,2 točke) po 28-ih dneh), že po sedmih dneh pa tudi vonj in aroma toplotno obdelanih mišic, ki se z nadaljnjim zorenjem še izboljšujeta. Tudi sočnost se je tekom zorenja statistično značilno izboljšala, ampak šele po 28-ih dneh zorenja.

Druga hipoteza je bila, da je obseg procesov proteolize močno odvisen od mišice in raste v navedenem zaporedju: PM, LL, SM, BF, ST in TB. Na podlagi intenzivnosti nastanka neproteinskega dušika v prvih 14-ih dneh zorenja, hipotezo zavračamo in oblikujemo tri

skupine mišic: TB in ST (počasnejša proteoliza), PM in SM (nekaj srednjega), BF in LL (hitrejša proteoliza).

Tretja hipoteza pa je bila, da bo optimalni čas zorenja za mišici PM in LL 14 dni, za ostale mišice TB, BF, SM in ST pa 28 dni. Tudi to hipotezo smo zavrnili. Na podlagi reološke in senzorične analize ugotavljamo, da je za doseganje primerne mehkobe ter sprejemljive ostale senzorične lastnosti, kot so barva, sočnost, vonj in aroma potrebno:

- podaljšati čas zorenja mišice BF, kajti 28-dnevno zorenje pri temperaturi 1 °C ne zadostuje;
- za zagotovitev primerne celotne senzorične kakovosti mišice LL zoreti pri temperaturi 1 °C več kot 14 in manj kot 28 dni, ostale senzorične lastnosti so bile razmeroma visoko ocenjene že pri 14-dnevnem zorenju;
- mišice PM zoreti sedem dni pri temperaturi 1 °C, ker so bile tudi ostale senzorične lastnosti zelo dobro ocenjene, WB strižna sila primerna; s podaljševanjem zorenja do 28 dni se senzorična kakovost še nekoliko izboljša, pri 28-ih dneh pa se poslabša aroma;
- mišice SM je potrebno zoreti pri temperaturi 1 °C več kot 28 dni, čeprav so bile ocene ostalih senzoričnih lastnosti, razen mehkobe, sprejemljive že pri 28-ih dneh;
- za doseganje primerne senzorične kakovosti mišic ST in TB zadostuje 28-dnevno zorenje pri temperaturi 1 °C, oziroma bi bilo čas zorenja mogoče celo za kakšen dan skrajšati.

5.2 SKLEPI

Na osnovi rezultatov, pridobljenih med spremljanjem zorenja v različnih mišicah goved, lahko zaključimo:

- Goveje mišice so v povprečju vsebovale $74,49 \pm 1,1$ % vode, $2,73 \pm 0,8$ % maščobe, $22,40 \pm 0,8$ % beljakovin in $1,28 \pm 0,1$ % skupnih anorganskih snovi.
- Na podlagi intenzivnosti nastanka neproteinskega dušika (od skupnega dušika) v prvih 14-ih dneh zorenja lahko oblikujemo tri skupine mišic: TB in ST s počasnejšo proteolizo (8,02 % na 8,27 %), s srednje hitro PM in SM (8,32 % na 8,97 %) ter BF in LL s najhitrejšo proteolizo (8,45 % na 9,95 %); v nadaljevanju zorenja parameter prav tako narašča (do 9,09 %, 9,63 % oz. 10,19 %). Delež NPN je značilno večji v mišicah BF in LL telic kot pri bikih.
- V 28-tih dneh zorenja se vsebnost topnega vezivnega tkiva poveča le v mišici BF, ne pa tudi v mišici LL.
- Barva presnih govejih mišic se med 4-tedenskim zorenjem izboljša, postane bistveno bolj svetla in izrazita, kar potrjujeta tako instrumentalna (povečajo se vse tri komponente L^* , a^* in b^*) kot senzorična analiza (za 1,2 točke v povprečju).
- Sočnost se statistično značilno izboljša komaj po 28-tih dneh zorenja, ocene se gibljejo med 5,8 točke (2 dni) in 6,0 točke (28 dni).
- Vonj in aroma se z zorenjem izboljšujeta, prva opaznejša sprememba je bila pri 7-ih dneh zorenja, vendar se z nadaljnjim zorenjem še izboljšujeta (za 15 %).
- Največje spremembe med zorenjem potečejo pri mehkobi; instrumentalno merjena Warner-Bratzlerjeva strižna sila se je v 28-ih dneh zorenja značilno zmanjšala za povprečno 28 %, senzorična ocena pa se je povprečno izboljšala za 25 %, od skoraj nesprejemljivo trde do relativno mehke. Mehkoba je odvisna tudi od vrste mišice, najmehkejši sta PM in TB, najtrša je SM.
- Za zagotovitev celotne senzorične kakovosti mesa (mehkoba 6 točk za meso izven kategorije in 5 točk za I. in II. kategorijo, ostale lastnosti nad 5 točk) zadostuje zorenje pri temperaturi 1 °C:
 - mišice PM sedem dni,
 - mišice LL več kot 14 in manj kot 28 dni,
 - mišice TB in ST 28 dni,
 - mišice SM in BF več kot 28 dni.
- Odbiranje samo kosov mesa bikov ali telic ni smiselno.
- Pri 28-ih dneh zorenja so bile vse mišice mikrobiološko sprejemljive.

6 POVZETEK

V zadnjem času zoreno meso pridobiva na pomenu in predstavlja novo obliko ponudbe svežega mesa na našem tržišču. Klasične načine zorenja mesa v obliki celih trupov, polovic ali četrti nadomešča zorenje izkošččenega in oblikovanega mesa v vakuumskih zavitkih, katerega največja pomanjkljivost so povišani stroški (obreznine, izguba mase, strošek pakiranja in skladiščenja). Zato se proizvajalci zorenega mesa trudijo racionalizirati postopek in izbiro surovine. Predvsem jih zanima primernost zorenja mesa v vakuumskih zavitkih, katere mišice oz. kosi so primernejši, ali je smiselno odbiranje mišic po spolu živali in trajanje zorenja, ki zagotovi oblikovanje želenih gastronomskih lastnosti. Zato je namen te študije, da ne le pojasni dinamiko procesov zorenja pri različnih mišicah temveč tudi da oblikuje praktične rešitve v pridelavi, predelavi in pa gastronomski uporabi govejega mesa.

V poskus je bilo vključenih 6 goved (3 bike in 3 telice) lisaste pasme iz slovenske reje kakovostnega tržnega razreda R3. Biki so bili ob zakolu stari 21 do 23 mesecev, telice pa 22 do 30 mesecev. Postopki predklavnega obdobja, zakola in primarne obdelave trupov so potekali po ustaljeni tehnologiji. Tudi hlajenje trupov je potekalo po ustaljeni tehnologiji do 24 ur *post mortem*. Vrednosti pH, izmerjene 24 ur *post mortem* v mišici *longissimus dorsi* so bile pri vseh poskusnih živalih v mejah od 5,5 do 5,9 (normalna kakovost mišičnine). Po hlajenju (24 ur *post mortem*) smo iz obeh polovic trupov (iz desne in leve polovice) izrezali mišice *psaos major* (PM) – pljučna pečenka (meso izven kategorije), *longissimus lumborum* (LL) – ledja (šimbasa) (meso I. kategorije), *semimembranosus* (SM) – mišica iz notranjega stegna (meso I. kategorije), *biceps femoris* (BF) – zunanje stegno – črni krajec (meso I. kategorije), *semitendinosus* (ST) – zunanje stegno – beli krajec (meso I. kategorije) in *triceps brachii* (TB) – debelo pleče (meso II. kategorije). Vsako mišico smo razrezali na dva dela in tako iz vsakega trupa dobili po štiri vzorce iste mišice (za analize pri 2, 7, 14 in 28 dneh zorenja). Vsak vzorec smo vakuumsko zapakirali v termokrčljivo folijo (Cryovac). Z naključnim izborom smo določili, kateri del mišice zori koliko časa. Zorenje je potekalo pri stalni temperaturi 1 °C. Čas zorenja je bil 2, 7, 14 in 28 dni. Po končanem zorenju smo vzorce pripravili za nadaljnje analize oziroma zamrznili pri -21 °C ±1 °C. Tako pripravljeni so počakali do posameznih analiz. Vse analize smo opravili v paralelni določitvi. Merjenje WB strižne sile in instrumentalno merjenje barve, pa na štirih vzorcih.

Drugi dan zorenja smo si pripravili vzorce za osnovno kemijsko analizo (voda, maščobe, pepel, beljakovine), izmerili vrednost pH, opravili instrumentalno analizo barve, določili vsebnost neproteinskega dušika, kolagena (le na LL in TB), na toplotno obdelanih vzorcih pa smo opravili senzorično analizo barve, mehkobe, sočnosti, vonja in arome ter instrumentalno analizo teksture. Vse omenjene analize, razen osnovne kemijske analize ter vsebnosti vezivnega tkiva, smo opravili tudi pri 7-ih, 14-ih in 28-tih dneh *post mortem* oz. zorenja. Po prvem obdobju (pri 2 dneh) in po končnem obdobju zorenja (pri 28 dneh) je bila na presnih vzorcih opravljena tudi mikrobiološka analiza (skupno število mikroorganizmov in število anaerobnih bakterij).

Toplotna obdelava vzorcev za senzorično analizo in instrumentalno analizo mehkoobe je bila opravljena na rezkih debeline 3,5 cm s pečenjem na dvoploščnem žaru (temperatura plošč 200 °C) do končne središčne temperature zrezkov 60 °C (približno 5 min).

Za analizo osnovne kemijske sestave (voda, beljakovine, pepel, maščoba) smo uporabili analitske metode, ki jih predpisuje AOAC. Delež neproteinskega dušika od skupnega dušika (NPN) smo določali z metodo po Kjeldahlu. Za ugotavljanje topnega in netopnega vezivnega tkiva v mesu smo uporabili metodo po Matisseku (1992), ki temelji na spektrofotometričnem določanju hidroksiprolina. Barvo presnih rezin vzorcev merili instrumentalno s kromometrom Minolta CR 200b in jo izrazili v sistemu L*, a*, b*. Warner-Bratzler strižno silo toplotno obdelanih mišic smo izmerili instrumentalno z instrumentom za mehnično testiranje TA.XT plus texture analyser. Senzorično ocenjevanje barve presnih ter mehkoobe, sočnosti, vonja in arome na toplotno obdelanih vzorcih smo izvedli s testom točkovanja lastnosti iz skupine deskriptivnih testov in to z nestukturirano točkovno lestvico (od 1 do 7 točk). Rezultate smo statistično obdelali z računalniškim programom SAS.

Goveje mišice so v povprečju vsebovale $74,49 \pm 1,1$ % vode, $2,73 \pm 0,8$ % maščobe, $22,40 \pm 0,8$ % beljakovin in $1,28 \pm 0,1$ % skupnih anorganskih snovi. Na podlagi intenzivnosti nastanka neproteinskega dušika (od skupnega dušika) v prvih 14-ih dneh zorenja lahko oblikujemo tri skupine mišic: TB in ST s počasnejšo proteolizo, s srednje hitro PM in SM ter BF in LL s hitrejšo proteolizo; v nadaljevanju zorenja parameter prav tako narašča. Delež NPN je statistično značilno večji v mišicah BF in LL telic kot pri bikih. V 28-tih dneh zorenja se vsebnost topnega vezivnega tkiva poveča le v mišici BF, ne pa v mišici LL. Barva presnih govejih mišic se med 4-tedenskim zorenjem izboljša, postane bistveno bolj svetla in izrazita, kar potrjujeta tako instrumentalna (povečajo se vse tri komponente L*, a* in b*) kot senzorična analiza (za 1,2 točke v povprečju). Sočnost se z zorenjem statistično značilno izboljša, ampak komaj po 28 dneh zorenja, ocene se gibljejo med 5,8 točke (2 dni) in 6,0 točke (28 dni). Vonj in aroma se z zorenjem izboljšujeta, prva opaznejša sprememba je bila pri 7-ih dneh zorenja, vendar se z nadaljnjim zorenjem še izboljšujeta (za 15 %). Največje spremembe med zorenjem potečejo na mehkoobi; instrumentalno merjena Warner-Bratzler strižna sila se je v 28-ih dneh zorenja statistično značilno zmanjšala za povprečno 28 %, povprečna senzorična ocena pa se je povprečno izboljšala za 25 %, iz skoraj nesprejemljivo trde do relativno mehke. Mehkoba je odvisna tudi od vrste mišice (najmehkejši sta PM in TB, najtrša SM). Za zagotovitev celotne senzorične kakovosti mesa (mehkoba 6 točk za meso izven kategorije in 5 točk za I. in II. kategorijo, ostale lastnosti nad 5 točk) zadostuje zorenje pri temperaturi 1°C mišice PM 7 dni, mišice LL več kot 14 in manj kot 28 dni, mišice TB in ST 28 dni, mišice SM in BF pa več kot 28 dni. Odbiranje samo kosov mesa bikov ali telic ni smiselno. Po 28-ih dneh zorenja so bile vse mišice mikrobiološko sprejemljive.

6.1 SUMMARY

Recently, aged meat is gaining in importance and represents a new form of fresh meat supply to our market. Conventional methods of beef ageing in the form of whole carcasses, halves or quarters are replaced with 'wet method', storing of vacuum packed large "primal" cuts of high quality for a desired period of time. The main drawback is the

excessive costs (trimmings, loss of weight, cost of packing and storage). Therefore, meat producers of aged beef are tried to economise the process and selection of raw materials. Producers are primarily interested in the suitability of aging in vacuum packs, which muscles or cuts, sex of animals and period of ageing are more suitable, on what conditions desired culinary properties was ensured. Therefore, the purpose of this study is to explain the dynamics of the processes of ageing in different muscles as well as to develop practical solutions for production, processing and gastronomically use of the beef.

Six different muscles were 24 h *post mortem* taken from three 21-23 month old bulls and three 22-30 months old Simmental (brown) heifers. Animals were slaughtered in a commercial abattoir. Procedures of pre-slaughter period and primary processing of carcasses were held with the established technology. Even chilling of carcasses was performed by well-established technology for up to 24 hours *post mortem*. pH values measured 24 hours post mortem in the muscle longissimus dorsi were in all experimental animals within the limits from 5.5 to 5.9 (normal quality of muscle). Muscles *Psoas major* (PM) – tenderloin (extra category), *Longissimus lumborum* (LL) – sirloin (I. category), *Semimembranosus* (SM) – top inside (I. category), *Biceps femoris* (BF) – silverside (I. category), *Semitendinosus* (ST) – silverside (I. category) and *Triceps brachii* (TB) – shoulder (II. category) were cut from both halves (left and right) of the carcasses after cooling (24 hours post mortem). Each muscle (left and right) was cut into two equal size samples, therefore four samples were made for different times of ageing (2, 7, 14 and 28 days). Samples were vacuum packed (Cryovac). The sample used for a defined period of ageing was taken at random. One sample of each muscle was not aged (2 days *post mortem*), the others there were aged at 1 °C (± 1 °C), one for 7, 14 and 28 days (aged samples). The aged sample was deep frozen at -21 °C (± 1 °C) immediately after packing. Aged samples were also stored at -21 °C (± 1 °C) before examination in order to ensure the same initial conditions. Most analyses were carried out in duplicate; WB share force and instrumental colour values were measured four times.

The second day of aged, we have prepared the samples for basic chemical analysis (water, fat, ash, protein), at that period also pH value, instrumental colour values, content of non protein nitrogen, connective tissue (only on LL and TB) and sensory evaluated colour were made on raw samples; on the roasted samples sensory (tenderness, juiciness, flavour intensity and smell) and instrumental analysis of texture were determined. All analyses except content of connective tissue were made also after 7, 14 and 28 days *post mortem* e.g. aging. Microbiological analysis (total plate count and the number of anaerobic bacteria) was after the first period (after 2 days) and after the final period of aging (after 28 days) performed on raw samples.

Thermal treatment of samples for sensory and instrumental analysis was carried on steaks (3.5 cm) roasted on two-plated grill at 200 °C to internal temperature of 60 °C.

Basic chemical composition (water, protein, fat and ash) was determined according to AOAC. Part of non protein nitrogen (NPN) of total nitrogen was assessed by the Kjeldahl method according to AOAC. The spectrophotometric method by Matissek (1992) was used for determining the content of insoluble and soluble connective tissue and based on hydroxyproline. The $L^* a^* b^*$ colour was evaluated by colorimeter Minolta CR 200b in and

system L^* , a^* , b^* . Warner-Bratzler shear force on roasted samples was examined using a TA.XT plus texture analyser. Colour on raw samples, tenderness, juiciness, flavour intensity and smell on roasted samples were sensory evaluated by the analytical-descriptive test, performed by scoring sensory properties by assigning a non-structured scale from 1 to 7 points, where higher score means more expressed property. Experimental data were evaluated statistically using the computer program SAS/STAT.

On average, these beef muscles contained 74.49 ± 1.1 % water, 2.73 ± 0.8 % fat, 22.40 ± 0.8 % protein, and 1.28 ± 0.1 % ash. In general, content of non-protein nitrogen significantly increased by ageing, regarding to the dynamics of proteolysis muscles. TB, ST, PM, SM, BF and LL were disposed from the lowest to the highest. Portion of non-protein nitrogen was significantly higher in BF and LL in heifers than in bulls. The content of soluble connective tissue increased by ageing only in TB muscle. The colour of raw beef muscle was during 4-week aging improved, it becomes much more bright and deep, which confirmed both instrumental (all three components L^* , a^* and b^* increased) and sensory analysis (on average, increase of 1.2 points). Juiciness during 28-day period of aging improved, range estimated between 5.8 points (2 days) and 6.0 points (28 days). Flavour intensity and smell were significantly improved with aging, the first notable change was after 7 days of aging, and was still improving (15%). The most important change during aging was noted on tenderness, WB shear force was during aging for approximately 28% decreased, and on average sensory evaluated tenderness was improved by 25%, from almost unacceptably hard to relatively soft. Tenderness depends on the type of muscle (the softest and hardest are PM and TB, SM). To ensure the overall sensory quality of beef (tenderness have to be evaluated 6 points for extra beef quality or 5 points for I. and II. category, and for other properties 5 points is required) is sufficient ageing at a temperature 1°C for PM 7 days, for LL more than 14 days and less than 28 days, for TB and ST 28 days, for SM and BF more than 28 days. There are not significant differences in meat quality of bulls and heifers. After 28-days of ageing, all muscles were microbiologically acceptable.

7 VIRI

- Absec A. 2005. Spremljanje parametrov kakovosti goveje mišice *longissimus lumborum* med zorenjem. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za živilstvo: 64 str.
- AOAC 920.153. Ash of meat. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International: chapter 39: 4-4.
- AOAC 928.08. Nitrogen in meat Kjeldahl method. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International: chapter 39: 5-6.
- AOAC 950.46. Moisture in meat. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International: chapter 39: 1-2.
- AOAC 991.36. Fat (crude) in meat and meat products. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International: chapter 39: 3-4.
- Bailey A. J., Light. N. D. 1989. Connective tissue in meat and meat products. London, New York, Elsevier Applied Science: 355 str.
- Belew J. B., Brooks J. C., McKenna D. R., Savell J. W. 2003. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Science*, 64: 507-512.
- Boakye K., Mittal G. S. 1996. Changes in colour of beef *m. longissimus dorsi* muscle during ageing. *Meat Science*, 42, 3: 347-354.
- Bratcher C. L., Johnson D. D., Littell R. C., Gwartney B. L. 2005. The effects of quality grade, aging, and location within muscle on Warner-Bratzler shear force in beef muscles of locomotion. *Meat Science*, 70: 279-284.
- Brewer M. S. 2004. Water-holding capacity. V: Encyclopedia of meat sciences. Vol. 1. Jensen W.K., Devine C., Dikeman M. (eds.). 1st ed. Oxford, Elsevier Ltd.: 242-249.
- Bruas-Reignier F., Brun-Bellut J. 1996. Changes affecting the *longissimus dorsi*, *triceps brachii caput longum* and *rectum femoris* muscles of young friesian bulls during meat ageing. *Meat Science*, 43: 335-344.
- Bučar F., Žlender B., Đorđević V. 1989. Tehnologija mesa (izbrana poglavja). Interno gradivo za študente živilske tehnologije in živinoreje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: loč. pog.
- Calkins C. R., Killinger K. M. 2003. Meat: Structure. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 6. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). 2nd ed. Oxford, Academic Press: 3760-3766.
- Cifuni G. F., Napolitano F., Riviezzzi A. M., Braghieri A., Girolami A. 2004. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat Podolian young bulls. *Meat Science*, 67: 289-297.

- Clark, K. A., McElhinny A. S., Beckerle M. C., Gregorio C. C. 2002. Striated muscle cytoarchitecture: An intricate web of form and function. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 18: 637-706.
- Denoyelle C., Lebihan E. 2003. Intramuscular variation in beef tenderness. *Meat Science*, 66: 241-247.
- Devine C. E. 2004. Conversion of muscle to meat: Ageing. V: *Encyclopedia of meat sciences*. Vol. 1. Jensen W.K., Devine C., Dikeman M. (eds.). 1st ed. Oxford, Elsevier Ltd.: 330-338.
- Dominko M. 1995. Topnost kolagena v *m. longissimus dorsi* prašičev različne teže in starosti. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23-31.
- Feidt C., Petit A, Bruas-Reignier F., Brun-Bellut J. 1996. Release of free amino-acids during ageing in bovine meat. *Meat Science*, 44, 1-2: 19-25.
- Fortin A., Robertson W.M., Tong A. K. W. 2005. The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Science*, 69: 297-305.
- Fraterman S., Zeiger U., Khurana T. S., Wilm M., Rubinstein N. A. 2007. Quantitative proteomics profiling of sarcomere associated proteins in limb and extraocular muscle allotypes. *Molecular and Cellular Proteomics*, 6: 728-737.
- Gašperlin L. 1997. Barva presnih in termično obdelanih govejih mišic *m. Longissimus dorsi* in *m. Psoas major* normalne in TČS kakovosti. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 104-104.
- Gašperlin L., Žlender B., Abram V. 2001. Colour of beef heated to different temperatures as related to meat ageing. *Meat Science*, 59: 23-30.
- Geesink G. H., Taylor R. G., Bekhit A. E. D., Bickerstaffe R. 2001. Evidence against the non-enzymatic calcium theory of tenderization. *Meat Science*, 59, 4: 417-422.
- Goll D. E., Thompson V. F., Taylor R. G., Christiansen J. A. 1992. Role of the calpain system in muscle growth. *Biochimie*, 74: 225-237.
- Goll D. E., Thompson V. F., Li H., Wei W. E. I., Cong J. 2003. The Calpain system. *Physiological Reviews*, 83, 3, 731-801.
- Golob T., Stibilj V., Žlender B., Kropf U., Korošec M., Polak T., Salobir J., Čandek Potokar M. 2006. Slovenske prehranske tabele – meso in mesni izdelki. Golob T., Bertonec J., Kropf U., Korošec M., Koroušič-Seljak B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 127 str.
- Gorraiz C., Beriain M. J., Chasco J., Insausti K. 2002. Effect of ageing time on volatile compounds, odor, and flavor of cooked beef from Pirenaica and Friesian bulls and heifers. *Journal of Food Science*, 67: 916-922.
- Herrera-Mendez C. H., Becilab S., Boudjellal A., Ouali A. 2006. Meat ageing: Reconsideration of the current concept. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 8: 394-405.
- Hill F. 1996. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *Journal of Food Science*, 31: 161-166.

- Honikel K. O. 2004. Conversion of muscle to meat. V: Encyclopedia of meat sciences. Vol. 1. Jensen W. K., Devine C., Dikeman M. (eds.). 1st ed. Oxford, Elsevier Ltd.: 314-322.
- Hopkins D. L, Huff-Lonergan E. 2004. Tenderizing mechanisms: Chemical and enzymatic. V: Encyclopedia of meat sciences. Vol. 3. Jensen W. K., Devine C., Dikeman M. (ur.). 1st ed. Oxford, Elsevier Ltd.: 1363-1369.
- Huff-Lonergan E., Parrish F. C. Jr., Robson, R. M. 1995. Effects of postmortem aging time, animal age, and sex on degradation of titin and nebulin in bovine *longissimus* muscle. Journal of Animal Science, 73, 4, 1064-1073.
- Huff-Lonergan, E., Mitsuhashi T., Beekman D. D., Parrish F. C., Olson D. G., Robson R. M. 1996. Proteolysis of specific muscle structural proteins by mu-calpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle. Journal of Animal Science, 74: 993-1008.
- Jeremiah L. E. 1978. A review of factors affecting meat quality. Lacombe, Alberta, Lacombe Research Station: Technical Bulletin Number 1. Cit po: Jeremiah L. E., Gibson L. L. 2003. The effects of *postmortem* product handling and ageing time on beef palatability. Food Research International, 36: 929-941.
- Jeremiah L. E., Gibson L. L. 2003. The effects of *postmortem* product handling and ageing time on beef palatability. Food Research International, 36: 929-941.
- Jeremiah L. E., Dugan M. E. R., Aalhus J. L., Gibson, L. L. 2003. Assessment of the chemical and cooking properties of the major beef muscles and muscle groups. Meat Science, 65, 3, 985-992.
- Jeretina U. 2004. Spremljanje vsebnosti kreatina med zorenjem goveje dolge hrbtne mišice (*m. longissimus dorsi*). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 37-40.
- Ji J. R., Takahashi K. 2006. Changes in concentration of sarcoplasmic free calcium during post-mortem ageing of meat. Meat Science, 73: 395-403.
- Koohmaraie M., Geesink G. H. 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. Meat Science, 74: 34-43.
- Lametsch R., Lonergan S., Huff-Lonergan E. 2008. Disulfide bond within μ -calpain active site inhibits activity and autolysis. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins and Proteomics, 1784, 9:1215-1221.
- Lawrie R. A., Ledward D. A. 2006. Lawrie's meat science. 7th ed. Cambridge, Woodhead Publishing in Food Science, Technology and Nutrition: 442 str.
- Lonergan E. H., Lonergan S. M. 2008. Interaction between myofibril structure and proteolytic tenderization in beef. V: Proceedings of 54th International Congress of Meat Science and Technology, Cape Town, South Africa, 10th-15th August 2008. Cape Town, ICOMST: 1 CD ROM.
- Loo D. T., Kanner S. B., Aruffo A. 1998. Filamin binds to the cytoplasmic domain of the beta1-integrin. Journal of Biological Chemistry, 273: 23304.

- MacBride, M. A., Parrish F. C. 1977. 30,000-dalton component of tender bovine longissimus muscle. *Journal of Food Science*, 42: 1627-1629.
- MacLeod G. 1998. The flavour of meat. V: Flavour of meat, meat products and seafoods. 2nd ed. Shahidi F. (ed.). London, Blackie Academic & Professional: 27-60.
- Maver T. 2001. Ugotavljanje vezivnega tkiva v govejih mišicah *m. longissimus dorsi* in *m. semitendinosus*. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za živilstvo: 26-33.
- Matissek R., Schnepel F. M., Steiner G. 1992. Lebensmittel Analytik. Grundzüge-Methoden, Anwendungen. 2. Anfl. Berlin-Heidelberg, Springer-Verlag: 107-111.
- McCormick R. J. 1994. The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Science*, 36: 79-91.
- Melody, J. L., Lonergan S. M., Rowe L. J., Huiatt T. W., Mayes M. S., Huff-Lonergan E. 2004. Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*, 82: 1195-1205.
- Mestre-Prates J. A. 2002. Factors and mechanisms responsible for meat ageing. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 153, 7: 499-506.
- Monsón F., Sañudo C., Sierra I. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*, 71: 471-479.
- Moya V.-J., Flores M., Aristoy M.-C., Toldra F. 2001. Pork meat quality and amino acid profiles during the ageing process. *Meat Science*, 58: 197-206.
- Nishimura T., Hattori A., Takahashi K. 1993. Structural weakening of the intramuscular connective tissue during conditioning of beef. *Meat Science*, 42: 251-260.
- Olson, D. G., Parrish F. C., Dayton W. R., Goll D. E. 1977. Effect of postmortem storage and calcium activated factor on myofibrillar proteins of bovine skeletal-muscle. *Journal of Food Science*, 42: 117-124.
- Ouali A., Talmant A. 1990. Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscles. *Meat Science*, 28, 4: 331-348.
- Ouali A., Herrera-Mendez C.H., Coulis G., Becila S., Boudjellal A., Aubry L., Sentandreu M. A. 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, 74: 44-58.
- Paulsen P., Hagen U., Bauer F. 2006. Changes in biogenic amine contents, non-protein nitrogen and crude protein during curing and thermal processing of *M. longissimus, pars lumborum* of pork. *European Food Research and Technology*, 223, 5: 603-608.
- Polak T. 2003. Heterociklični aromatski amini v zoreni termično obdelani goveji dolgi hrbtni mišici. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 93 str.
- Pravilnik o kakovosti mesa klavne živine in divjadi. 2007. Uradni list Republike Slovenije, 17, 120: 17390-17396.

- Prost E., Pelczynska E., Kotula, A.W. 1975. Quality characteristics of bovine meat. I. Content of connective tissue in relation to individual muscles, age and sex of animals and carcass quality grade. *Journal of Animal Science*, 41, 2, 534-540.
- Rowe L. J., Maddock K. R., Lonergan S. M., Huff-Lonergan E. 2004. Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of calpain. *Journal of Animal Science*, 82: 3254-3266.
- SAS Software. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc.
- Sentandreu M. A., Coulis G., Ouali A. 2002. Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. *Trends in Food Science Technology*, 13: 400-421.
- Smith R. D., Nicholson K. L., Nicholson J. D. W., Harris K. B., Miller R. K., Griffin D. B., Savell J. W. 2008. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. *Meat Science*, 79: 631-639.
- Soriano A., Cruz B., Gómez L., Mariscal C., Ruiz A.G. 2006. Proteolysis, physicochemical characteristics and free fatty acid composition of dry sausages made with deer (*Cervus elaphus*) or wild boar (*Sus scrofa*) meat: A preliminary study. *Food Chemistry*, 96, 2: 173-184.
- Stetzer A. J., Cadwallader K., Singh T. K., Mckeith F. K., Brewer M. S. 2008. Effect of enhancement and ageing on flavor and volatile compounds in various beef muscles. *Meat Science*, 79: 13-19.
- Škrabanja V., Plestenjak A., Golob T. 1997. Skupni in nebeljakovinski dušik v živilih. V: Tehnologija-hrana-zdravje: slovenski kongres o hrani in prehrani z mednarodno udeležbo, 21.-25. april 1996, Bled. Vol 2. Raspor P., Pitako D., Hočevnar I. (ur.). Ljubljana: Društvo živilskih in prehranskih strokovnih delavcev Slovenije: 618-625.
- Takahashi K. 1996. Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat: The non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Science*, 43: S67-S80.
- Tatsumi R., Takahashi K. 1992. Calcium-induced fragmentation of skeletal-muscle nebulin filaments. *Journal of Biochemistry*, 112, 6: 775-779.
- Taylor R. G. 2004. Connective tissue structure, function and influence on meat quality. V: Encyclopedia of meat sciences. Vol. 1. 1st ed. Jensen W., Devine C., Dikeman M. (eds.). Oxford, Elsevier: 306-314.
- Toldrá F. 2003. Muscle foods: Water, structure and functionality. *Food Science and Technology International*, 9: 173-177.
- Toldrá F. 2004. Curing: Dry. V: Encyclopedia of meat sciences. Vol. 1. Jensen W.K., Devine C., Dikeman M. (eds.). 1st ed. Oxford, Elsevier Ltd.: 360-365.
- Toldrá F., Flores M. 2000. The use of muscle enzymes as predictors of pork meat quality. *Food Chemistry*, 69, 4: 387-395.
- Valin C., Ouali A. 1992. Proteolytic muscle enzymes and *post mortem* meat tenderisation. V: New technologies for meat and meat products: fermentation and starter cultures,

- muscle enzymology and meat ageing, quality control systems. Smulders F., Toldra F., Flores J., Prieto M. (eds.) Utrecht, Audet Tijdschriften: 163-179.
- Xiong Y. L., Decker E. A. 1995. Alterations of muscle protein functionality by oxidative and antioxidative processes. *Journal of Muscle Foods*, 6: 139-160.
- Yancey E. J., Grobbel J. P., Dikeman M. E., Smith J. S., Hachmeister K. A., Chambers E. C. 2006. Effects of total iron, myoglobin, hemoglobin, and lipid oxidation of uncooked muscles on livery flavor development and volatiles of cooked beef steaks. *Meat Science*, 73: 680-686.
- Zhang W. G., Lonergan S. M., Gardner M. A., Huff-Lonergan E. 2006. Contribution of postmortem changes of integrin, desmin and mu-calpain to variation in water holding capacity of pork. *Meat Science*, 74: 578-585.

ZAHVALA

Iskrena hvala za strokovno pomoč pri pisanju, statistično obdelavo podatkov ter za pregled in oblikovanje magistrske naloge mentorici prof. dr. Lei Gašperlin.

Hvala dr. Tomažu Polaku za strokovno pomoč pri pisanju magistrske naloge ter za strokovne nasvete pri izvedbi praktičnega dela magistrske naloge.

Hvala osebju Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete, Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil.

Posebna zahvala vsem domačim, sorodnikom, prijateljem in kolegom, ki ste mi v času študija stali ob strani in me vzpodbujali.