

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Tadej KALTNEKAR

**VPLIV SOLJENJA IN VONJA PO MERJASCU
NA KAKOVOST PRŠUTA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Tadej KALTNEKAR

**VPLIV SOLJENJA IN VONJA PO MERJASCU NA KAKOVOST
PRŠUTA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**EFFECTS OF SALTING AND BOAR TAIN T ON QUALITY OF DRY-
CURED HAM**

GRADUATION THEISIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Praktični del je bil opravljen v Pršutarni Lokev na Krasu d.o.o. v Lokvi ter na Kmetijskem inštitutu Slovenije v Ljubljani.

Za mentorico diplomskega dela je imenovana prof. dr. Lea Demšar, za somentorico izr. prof. dr. Marjeta Čandek-Potokar in za recenzenta izr. prof. dr. Blaž Cigić.

Mentorica: prof. dr. Lea Demšar

Somentorica: izr. prof. dr. Marjeta Čandek-Potokar

Recenzent: izr. prof. dr. Blaž Cigić

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Tadej Kaltnekar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 637.52+664.92:543.2/.9(043)=163.6
- KG mesni izdelki / kraški pršut / kakovost pršuta / vonj po merjascu / skrajšano soljenje / fizikalno kemijske lastnosti / senzorične lastnosti
- AV KALTNEKAR, Tadej
- SA DEMŠAR, Lea (mentorica)/ČANDEK-POTOKAR, Marjeta (somentorica)/CIGIČ, Blaž (recenzent)
- KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2016
- IN VPLIV SOLJENJA IN VONJA PO MERJASCU NA KAKOVOST PRŠUTA
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP VIII, 41 str., 6 pregl., 6 sl., 84 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Zaradi iniciative za zaustavitev kirurške kastracije pujskov do leta 2018 se pričakuje, da bo vzreja nekastriranih samcev predstavljala pomemben delež celotne vzreje v EU, kar lahko vpliva na proizvajalce kraškega pršuta, kjer izvor surovine ni predpisan. V študiji smo po postopku predelave za kraški pršut ZGO predelali 16 stegen pridobljenih od 8 nekastriranih samcev tako, da smo 8 desnih stegen solili 6 dni (KS), 8 levih stegen pa 18 dni (OS). Na podlagi mediane vsebnosti androstenona v pršutu ($Me = 0,78 \mu\text{g/g}$) smo pršute razdelili tudi v skupini z nizko (nVPM) in visoko (vVPM) vsebnostjo substanc vonja po merjascu. Po koncu procesa je bilo opazno znižanje koncentracij androstenona (35,7 %, $P = 0,002$) in skatola (20 %, $P = 0,24$). Skupina KS je v primerjavi z OS imela nižjo vsebnost soli (40 %), višjo stopnjo proteolize, višjo a_w , mehkejšo, manj kohezivno, gumijasto in žvečljivo teksturo z večjim relaksacijskim indeksom, manjšo slanost, kislost, sladkost maščobe ter večjo intenzivnost barve, sladkost, grenkost, pastoznost in tuje okuse. Skupina vVPM je v primerjavi z nVPM imela višjo stopnjo proteolize, manjšo trdoto ($P < 0,10$), kohezivnost, gumijavost in žvečljivost v mišici *biceps femoris* (BF), večjo grenkost, pastoznost in topljivost, bolj izražene tuje okuse mišičnine in maščobe ($P < 0,10$), ter slabši vonj celotne rezine. Značilen je bil še medsebojni vpliv poskusnih skupin pri tujih okusih v BF ($P < 0,05$) in pri tujih okusih v mišici *semimembranosus* ($P < 0,10$).

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 637.52+664.92:543.2/.9(043)=163.6
- CX meat products / karst dry-cured ham / dry-cured ham quality / boar taint / shortened salting / physico-chemical properties / sensory properties
- AU KALTNEKAR, Tadej
- AA DEMŠAR, Lea (supervisor) / ČANDEK POTOKAR, Marjeta (coadvisor)/ CIGIĆ, Blaž (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2016
- TI EFFECTS OF SALTING AND BOAR TAIN ON QUALITY OF DRY-CURED HAM
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO VIII, 41 p., 6 tab., 6 fig., 84 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Due to the initiative to stop surgical castration of piglets until 2018 it is expected that rearing entire males will represent a significant share in European pig production, which may affect the producers of *Kraški pršut*, where the origin of raw material is not prescribed. In the present study 16 green hams, obtained from 8 entire males, were processed according to the production process for *Kraški pršut PGI*. Eight right hams were salted for 6 days (LS) and 8 left thighs for 18 days (HS). Based on the median of androstenone content in dry-cured ham subcutaneous fat ($Me = 0,78 \mu\text{g/g}$), the hams were divided in two groups, one with low (LBT) and the other with high (HBT) content of substances responsible for boar taint. At the end of the process a marked reduction in androstenone (35.7%, $P = 0.002$) and skatole content (20%, $P = 0.24$) has been observed. Compared with HS group, the LS group had lower salt content (40%), a higher proteolysis index, higher a_w , softer, less cohesive, gummy and chewy texture with higher force decay coefficient, lower saltiness, sourness, fat sweetness and higher meat color intensity, sweetness, bitterness, pastiness and lower off-flavour level. In comparison to LBT hams, HBT hams had higher degree of proteolysis, lower hardness ($P < 0.10$), cohesiveness, gumminess and chewiness in *biceps femoris* (BF), higher bitterness, pastiness and juiciness and more pronounced off-flavours and fat off-flavours ($P < 0.10$), and poorer odour of the entire slice. A significant interaction of salting duration and boar taint level was found for off-flavors in BF ($P < 0.05$) and *semimembranosus* muscle ($P < 0.10$), being present at higher levels in HBT group in combination with shorter salting.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	VIII
1 UVOD	1
1.1 CILJI NALOGE.....	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KAKOVOST STEGEN ZA PREDELAVO.....	3
2.1.1 Predklavni in klavni postopki	3
2.1.2 Starost in teža ob zakolu.....	3
2.1.3 Vpliv pasme	4
2.1.4 Prehrana, način reje	4
2.1.5 Vpliv spola (kastrati, imunokastrati, svinjke, merjasci)	5
2.1.5.1 Vpliv spola (problem vonja po merjascu in kakovosti mesa merjascev).....	5
2.2 LASTNOSTI SUROVINE, POMEMBNE ZA PROCES PREDELAVE V PRŠUT	6
2.2.1 Fizikalno-kemijski parametri mesa (pH, sposobnost za vezanje vode)	7
2.2.2 Delež in kakovost podkožne in intramuskularne maščobe	7
2.2.3 Teža stegna.....	7
2.2.4 Zunanji izgled stegna	8
2.3 POSTOPEK PREDELAVE	8
2.3.1 Osnovne faze v postopku predelave	8
2.3.2 Biokemijske in fizikalne spremembe v pršutu med predelavo	10
2.3.2.1 Navzemanje soli in oddajanje vode	10
2.3.2.2 Biokemijski procesi med predelavo	10
3 MATERIALI IN METODE	12
3.1 SUROVINA.....	12
3.2 PREDELAVA.....	12
3.3 MERITVE IN VZORČENJE	13
3.4 KEMIJSKA ANALIZA	15
3.5 INSTRUMENTALNA ANALIZA TEKSTURNIH LASTNOSTI.....	16

3.6	SENZORIČNA ANALIZA	17
3.7	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	17
4	REZULTATI	19
4.1	VSEBNOST SUBSTANC VONJA PO MERJASCU	19
4.2	LASTNOSTI SUROVINE IN PROCESNE IZGUBE	19
4.3	KEMIJSKE LASTNOSTI PRŠUTOV	20
4.4	BARVA PRŠUTOV	21
4.5	TEKSTURNE LASTNOSTI PRŠUTOV	22
4.6	SENZORIČNE LASTNOSTI PRŠUTOV	23
4.7	MEDSEBOJNI VPLIVI POSKUSNIH SKUPIN	25
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	27
5.1	RAZPRAVA	27
5.1.1	Lastnosti surovine	27
5.1.2	Vpliv zorenja na koncentracijo substanc vonja po merjascu	27
5.1.3	Vpliv soljenja na fizikalno-kemijske in teksturne parametre ter senzorične lastnosti	27
5.1.4	Vpliv vonja po merjascu na lastnosti pršuta	29
5.1.5	Medsebojni vplivi poskusnih skupin	30
5.2	SKLEPI	31
6	POVZETEK	32
7	VIRI	34
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vsebnost (povprečje, minimum, maksimum) androstenona (A) in skatola (S) v maščobnem tkivu pred in po zorenju.....	19
Preglednica 2: Lastnosti svežih stegen in izgub med predelavo glede na dolžino soljenja in vonj po merjascu	20
Preglednica 3: Fizikalno-kemijski parametri mišic <i>semimembranosus</i> in <i>biceps femoris</i> glede na dolžino soljenja in vonj po merjascu	21
Preglednica 4: Barva (CIE L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) zorenih stegen glede na dolžina soljenja in vonj po merjascu.....	22
Preglednica 5: Teksturne lastnosti zorenih stegen glede na dolžino soljenja in vonj po merjascu	23
Preglednica 6: Senzorične lastnosti zorenih stegen glede na dolžino soljenja in vonj po merjascu	24
Preglednica 7: Medsebojni vplivi trajanja soljenja in vonja po merjascu na zaznavo tujih okusov.....	26

KAZALO SLIK

Slika 1: Reja nekastriranih samcev – merjascev (foto: Šegula B.).....	6
Slika 2: Zorenje pršutov (foto: Kaltnekar T.)	9
Slika 3: Merjasci križanja (<i>landrace</i> x <i>large white</i>) × <i>pietrain</i> (foto: Šegula B.)	12
Slika 4: Soljenje pršutov v komori s kontrolirano T in RV (foto: Kaltnekar T.)	13
Slika 5: Shematski prikaz meritev pH v mišici <i>semimembranosus</i> (foto: Šegula B.).....	14
Slika 6: Meritve CIE L^* , a^* , b^* barvnih parametrov (foto: Šegula B.)	15

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A	androstenon (5 α -androst-16-en-3-on)
BF	<i>m. biceps femoris</i>
BMV	bleda, mehka in vodena mišičnina
IM	intramuskularna maščoba
IP	proteolitični indeks
KS	krajše soljenje (6 dni)
NaCl	natrijev klorid
NPD	neproteinski dušik
nVPM	nizka vsebnost substanc vonja po merjascu
OS	običajno slojenje (18 dni)
S	skatol (3-metil-indol)
SM	<i>m. semimembranosus</i>
SR	angl. »stress relaxation«
ST	<i>m. semitendinosus</i>
TČS	temna, čvrsta in suha mišičnina
TPA	angl. »texture profile analysis«
VPM	vonj po merjascu
vVPM	visoka vsebnost substanc vonja po merjascu
ZGO	zaščitena geografska označba

1 UVOD

Kastracija pujskov je rutinska praksa v prašičereji, ki se izvaja zaradi preprečevanja neprijetnega vonja mesa merjascev. V večini držav EU se prašiče rutinsko kastrira brez anestezije ali lajšanja bolečin (dovoljeno do 7. dneva starosti). Zakonodaja dodatno omenja, da pri tem ne sme priti do pretrganja tkiva, vendar pa se to v praksi pogosto dogaja. Javno mnenje je v določenih (predvsem severo-zahodnih) članicah EU vse bolj nenaklonjeno tej praksi. S ciljem, da bi zagotovili dobrobit živali pri tem rejskem opravilu, je bila leta 2011 pripravljena Evropska deklaracija o Alternativah kirurške kastracije prašičev. Ta med drugim navaja, da je potrebno čim prej opustiti kastracijo brez anestezije in analgezije ter da bi morali to rejsko prakso do leta 2018 sploh opustiti. To izjavo so podpisali ključni akterji v prašičerejski verigi (COPA-COGECA, Združenje rejcev, UECEBV, Federacija veterinarjev Evrope, idr.) kar kaže na resnost namere, iniciativo pa podpira tudi Evropska komisija s financiranjem različnih raziskav (EC, 2015).

Preden pa se spremembe implementirajo je potrebna prilagoditev celotnega sektorja in potrošnikov. Kot kažejo trenutne razmere bi se kot prevladujoča alternativa najverjetneje uveljavila vzreja nekastriranih samcev (merjascev). Glavni problem tovrstne reje pa je vezan na pojavnost spolnega vonja mesa, ki je za potrošnike senzorično nesprejemljiv. Hkrati je meso merjascev tudi tehnološko manj primerno (manjša zamaščenost, slabša sposobnost vezanja vode), kar lahko vpliva na procese predelave, vključno z večjim navzemanjem soli (nezaželeno z vidika zdrave prehrane) ter vodi v spremenjeno (slabšo) kakovost končnega izdelka.

Kraški pršut je izdelek z zaščiteno geografsko označbo (ZGO), je gastronomska posebnost in mesnina z največjim ugledom in prepoznavnostjo pri slovenskem potrošniku (Čandek-Potokar in Arh, 2004). Za izdelek se uporablja surovina (stegna), katere izvor ni predpisan in surovina prihaja iz različnih trgov Evropske Unije. V primeru, da se bo uveljavila reja merjascev v evropskem prostoru, se bodo stegna merjascev uporabljala tudi pri predelavi v kraški pršut. Študij na pršutu, ki bi obravnavale tovrstno surovino s stališča kakovosti pršuta, tako glede tehnološke kot senzorične kakovosti, je malo.

Sol (natrijev klorid) je najbolj pogosto uporabljena sestavina v predelavi mesa. Vpliva na okus, teksturo in obstojnost mesnih izdelkov, mu zagotavlja značilen okus in pomembno vpliva na teksturo. Prekomerno uživanje soli (natrija) je povezano s hipertenzijo in ker velik del soli ljudje zaužijemo z mesnimi izdelki, obstaja težnja po zmanjšanju njene vsebnosti v mesnih izdelkih (Ruusunen in Puolanne, 2005).

1.1 CILJI NALOGE

Cilj naše naloge je ugotoviti senzorično sprejemljivost in kakovost pršutov, predelanih iz stegen merjascev v povezavi z vplivom načina soljenja in vonja po merjascu. V ta namen bomo stegna merjascev predelali po postopku za kraški pršut ZGO, dobljene pršute pa bomo senzorično, teksturno in kemijsko analizirali. Na podlagi rezultatov bomo poskušali ugotoviti kakovost pršutov glede na vsebnost soli in vonj po merjascu. Raziskali bomo tudi vpliv zorenja na spremembe v koncentraciji androstenona in skatola (substanc odgovornih za vonj po merjascu) v maščobnem tkivu.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

- Predvidevamo, da zorenje vpliva na koncentracijo substanc vonja po merjascu.
- Predvidevamo, da dolžina soljenja vpliva na kemične, teksturne in senzorične lastnosti v pršutu.
- Predvidevamo, da prisotnost substanc vonja po merjascu negativno vpliva na senzorično kakovost pršuta.
- Predvidevamo, da se zaznavanje vonja po merjascu razlikuje pri različnih stopnjah slanosti (vsebnosti soli).

2 PREGLED OBJAV

2.1 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KAKOVOST STEGEN ZA PREDELAVO

2.1.1 Predklavni in klavni postopki

Velik vpliv na kakovost stegen za predelavo v pršut imajo predklavni in klavni postopki. Dalj časa trajajoč stres ter napori zaradi neustreznih postopkov pred zakolom (stradanje, dolgotrajni prevoz, mešanje črede, idr.) lahko povzročita porabo zalog glikogena v mišičnini zaradi česar se vrednost pH po zakolu ne zmanjša v zadostni meri in pride do pojava temne, čvrste in suhe (TČS) kakovosti mišičnine. V primeru kratkotrajnega akutnega stresa ob zakolu, pa zaradi intenzivnega metabolizma lahko pride do prehitrega zmanjšanja vrednosti pH v mišicah, interakcija visoke (telesne) temperature in majhne vrednosti pH pa vodi do pojava blede, mehke in vodene (BMV) kakovosti mesa. Za predelavo v pršut je pomembno, da je meso normalne kakovosti (i.e. zmerno zmanjšanje vrednosti pH po smrti) brez omenjenih deviacij (Nanni Costa, 2011). Prav tako je pomembna lastnost surovine za predelavo v pršut odsotnost zunanjih in notranjih poškodb (odrgnine, ureznine, krvavitve, raztrganine, zlomi), ki lahko nastanejo pri nakladanju, med transportom, pri razkladanju, med pregonom živali, pred ali med zakolom (omamljanje, izkrvavitve) ter pri obdelavi trupov (garanje, evisceracija, razsek) po zakolu (Giberti in sod., 2005).

2.1.2 Starost in teža ob zakolu

Težja in bolj zamaščena stegna imajo pozitiven vpliv na izgube med predelavo in kakovost pršuta. Teža stegen in zamaščenost naraščajo s starostjo in maso prašičev (Lebret in sod., 1996; Čandek-Potokar in sod., 1998), sočasno z zamaščenostjo trupa pa narašča tudi delež intramuskularne maščobe in delež nasičenih maščob (Bosi in Russo, 2004; Lo Fiego in sod., 2010), kar oboje ugodno vpliva na razvoj senzoričnih lastnosti v pršutu. Večji delež intra in intermuskularne maščobe posredno vplivata tudi na encimske procese med zorenjem zaradi zaviralnega učinka na difuzijo soli. Različne raziskave vpliva starosti in mase prašičev na sposobnost vezave vode in pH ne kažejo enotnih izsledkov ampak le omejen učinek obeh dejavnikov. Aktivnost proteolitičnih encimov se s staranjem živali zmanjšuje (Reeds in sod., 1996). Tako je bilo npr. ugotovljeno, da se z višanjem starosti in teže prašičev zmanjša aktivnost katepsinov (Toldrá in sod., 1996), hkrati pa se poveča aktivnost eksopeptidaznih encimov in lipaznih encimov (Toldrá in sod., 1996; Rosell in Toldrá, 1998). Stegna težjih in starejših prašičev so torej na splošno bolj primerna za predelavo v pršut, vendar so zaradi večje zamaščenosti lahko tudi slabše sprejeta pri povprečnemu potrošniku (Russo in Nanni Costa, 1995).

2.1.3 Vpliv pasme

Pasme prašičev se med seboj razlikujejo v ravnosti, sestavi klavnega trupa, prevladujočem tipu mišičnine in značilnosti maščobnega tkiva. Stegna mesnatih pasem prašičev (npr. pietren, belgijski landras) so manj primerna za predelavo v pršut zaradi večje pojavnosti BMV kakovosti mišičnine in manjšega deleža intramuskularne ter podkožne maščobe, kar se odraža v večjih procesnih izgubah in slabši kakovosti pršuta (Russo in Nanni Costa, 1995). Kar se tiče modernih pasem, so za pršut primerni genotipi prašičev z manj izraženo omišičenostjo. V mediteranskem prostoru je za proizvodnjo v pršut razširjena tudi uporaba lokalnih pasem in njihovih križancev (Ramirez in Cava, 2007), ki niso bile podvržene intenzivni selekciji na mesnatost in izkazujejo večjo zamaščenost ter večjo vsebnost intramuskularne maščobe, kar ugodno vpliva na predelavo in senzorične lastnosti (Antequera in sod., 1992), še posebej, v kombinaciji z ekstenzivno pašno vzrejo (Coutron-Gambotti in sod., 1998). Razlike med pasmami opazimo tudi v različnih proteolitičnih aktivnostih. Tako npr. pasma iberico izraža manjše aktivnosti katepsinov *B* in *H* (Cava in sod., 2004), pasma durok pa izraža večjo aktivnost encima katepsin *B* (Schivazappa in sod., 2002).

2.1.4 Prehrana, način reje

Ker so prašiči monogastrične živali je sestava maščobnega tkiva odvisna pretežno od prehrane prašičev (Smith in sod., 2004), sestava mišičnega tkiva pa le v manjši meri. Pri sestavi maščobnega tkiva ima prehrana najmočnejši vpliv na maščobno kislinsko sestavo podkožne maščobe, nekoliko manj pa vpliva na sestavo intra in intermuskularne maščobe (Wood in sod., 2008). Maščobno kislinška sestava vpliva na oksidacijsko stabilnost maščob, senzorične lastnosti pršuta so močno povezane s stopnjo hidrolize in oksidacije maščob (Toldrá in Flores, 1998). Za nastanek aromatičnih snovi so odgovorne predvsem nenasičene maščobne kisline, ki pa so bolj podvržene oksidacijskim procesom. Da se izognemo napakam, kot so žarkost, oljavost, mehka tekstura, je pri pršutu zaželen večji delež nasičenih maščobnih kislin, ki so manj podvržene oksidaciji (Bossi in Russo, 2004). Geografsko zaščiteni mediteranski pršuti slonijo na izkoriščanju regionalnih naravnih virov, kot je v primeru Iberijskega prašiča paša v hrastovih gozdovih na želodu (t.i. »dehesa«), v primeru korziškega prašiča pa paša na kostanju (Secondi in sod., 1992). V primeru italijanskih pršutov, kot so pršuti Parma in San Danielle, je zato v prehrani prašičev omejena koruza oziroma vnos linolne kisline (Bossi in Russo, 2004).

Na sestavo in delež maščobnega tkiva (debelina maščobe, delež intramuskularne maščobe) in hitrost rasti (posledično tudi na nalaganje proteinov in aktivnost proteolitičnih encimov), vpliva tudi način pitanja. Primernejši za predelavo v pršut so namreč prašiči s počasnejšo rastjo, saj imajo ob tem nižji proteolitični potencial.

2.1.5 Vpliv spola (kastrati, imunokastrati, svinjke, merjasci)

Vpliv spola se izraža predvsem v telesni sestavi; trupi kastratov so bolj zamaščeni od imunokastratov in svinjk, najmanj zamaščeni pa so trupi merjascev, kar je vidno tudi na sestavi stegen (Gispert in sod., 2010) in posledično vpliva na dinamiko soljenja in izgube med proizvodnim procesom (Gou in sod., 1995; Čandek-Potokar in sod., 2002). Armero in sod. (1999) ter Soriano in sod. (2005) nakazujejo, da so glede teksture pršuta svinjke boljše od kastratov, vendar druge opravljene raziskave ne omenjajo razlik v senzoričnih lastnostih. Nobena od študij (Blanchard in sod., 1999; Armero in sod., 1999) ni dokazala pomembnih razlik v aktivnosti encimov med kastrati in svinjkami. Pri reji merjascev je lahko problematičen pojav vonja po merjascu (Diestre in sod., 1990), ker negativno vpliva na senzorične lastnosti pršuta in sprejemljivostjo pri potrošnikih.

2.1.5.1 Vpliv spola (problem vonja po merjascu in kakovosti mesa merjascev)

Pujske moškega spola se v številnih državah kastrira in s tem preprečuje morebiten razvoj neprijetnega vonja, ki ga razvijajo spolno zreli samci (merjasci) in ga zaznamo predvsem pri toplotni obdelavi oz. med uživanjem mesa. Večina potrošnikov tak vonj mesa zavrača (Claudi-Magnussen, 2006). Dve glavni spojini, odgovorni za pojav vonja t.i. vonja po merjascu sta androstenon (5α -androst-16-en-3-on) in skatol (3-metil-indol), nalagata pa se v maščobnem tkivu. Androstenon ima vonj po urinu in je proizvod Leydigovih celic v testisih (Patterson 1968). Skatol ima vonj po fekalijah in je stranski proizvod mikrobne razgradnje triptofana v debelem črevesu, njegov vir pa so predvsem odmrle celice črevesne sluznice (Claus in Raab, 1999). Zamaratskaia in sod. (2006) navajajo, da je ključnega pomena za vsebnost skatola v maščobnem tkivu njegova razgradnja v jetrih, zato je pomembno tudi dejstvo, da androstenon zavira razgradnjo skatola v jetrih (Doran in sod., 2002).

V kolikor se bo v prašičereji povečala reja merjascev (slika 1), lahko to negativno vpliva na proizvajalce pršuta, še posebej na tiste, ki za predelavo uporabljajo stegna standardnih pitancev (surovina iz nenamenske reje). Poleg slabše kakovosti svežih stegen (manjša zamaščenost, manjša sposobnost vezave vode) je problem pri merjascih povečana pojavnost vonja po merjascu. Kot že omenjeno, ima akumulacija androstenona in skatola v maščobnem tkivu negativen vpliv na odziv potrošnikov. Sprejemljivost pri potrošnikih je odvisna od količine obeh substanc in od njihove občutljivosti za zaznavo substanc. Walstra in sod. (1999) navajajo, da je senzorična meja zaznave za androstenon 0,5-1,0 $\mu\text{g/g}$ maščobe in za skatol 0,20-0,25 $\mu\text{g/g}$ maščobe. Zaznavnost je odvisna tudi od deleža maščobe (obe substanci sta lipofilni), od metode predelave mesa (kuhanje, dimljenje, začimbe) in temperature, pri kateri je izdelek zaužit (hladen ali topel). Čeprav se pršut uživa hladen (kar zmanjšuje tveganje za zaznavo vonja po merjascu), postopek predelave

pršuta verjetno ne zadošča za maskiranje vonja po merjascu. Redke razpoložljive študije na pršutih poročajo o manjši sprejemljivosti pršutov pridobljenih iz merjascev v primerjavi s pršuti iz kastratov. Diestre in sod. (1990) so ugotovili, da je pršut manj sprejemljiv, ko je vsebnost androstenona večja od 1,0 µg/g, medtem ko so Bañon in sod. (2003) navedli prag senzorične zaznave vonja po merjascu pri vsebnosti androstenona 2,0 µg/g in skatola 0,12 µg/g. Kljub temu, da je s predelavo mogoče zmanjšati vonj po merjascu, je malo podatkov o tem do kakšne mere in na kakšen način, še posebej v primeru pršuta.



Slika 1: Reja nekastriranih samcev – merjascev (foto: Šegula B.)

2.2 LASTNOSTI SUROVINE, POMEMBNE ZA PROCES PREDELAVE V PRŠUT

Skupek lastnosti, ki jih lahko definiramo kot primernost svežih stegen za predelavo, omogočajo predelovalcem pršuta doseganje zelenih senzoričnih lastnosti ob čim manjših procesnih izgubah (Russo in Nanni Costa, 1995). Hitrost in količina navzemanja soli ter izgube med procesom predelave (osušek, pomemben posebno v začetnih fazah) so pomembni dejavniki dinamike osuševanja in posledično zorenja zaradi vpliva na biokemične procese oziroma delovanje encimov. Glede na izsledke raziskav so pomembne lastnosti stegen za predelavo v pršut: masa stegna, pH, sposobnost vezanja vode, debelina in sestava podkožnega maščevja, vsebnost vode, vsebnost in sestava intermuskularne ter intramuskularne maščobe, aktivnost endogenih encimov in odsotnost travmatičnih poškodb (Čandek-Potokar in Škrlep, 2012).

2.2.1 Fizikalno-kemijski parametri mesa (pH, sposobnost za vezanje vode)

Arnau (2004) navaja, da so za predelavo v pršut priporočljive vrednosti pH med 5,6 in 6,2, merjene v *m. semimembranosus*. Kot eden ključnih dejavnikov pH vpliva na lastnosti pršuta neposredno preko vpliva na aktivnost endogenih encimov ali posredno preko vpliva na dinamiko izgube vode in dinamiko soljenja (Toldrá, 2002). Maggi in Oddi (1988) navajata, da je BMV kakovost mišičnine povezana z večjim navzemanjem soli in z večjimi izgubami med predelavo, končni izdelek iz take surovine pa je trd, suh in preslan (Bañon in sod., 1998). Nižji pH povzroči tudi večjo aktivnost delovanja določenih encimov (katepsinov), kar lahko vodi do pojava prekomerne proteolize (Schivazappa in sod., 2002). Po drugi strani je mišičnina TČS kakovosti bolj dovzetna za mikrobiološki kvar (Scolari in sod., 2003), hkrati pa negativno vpliva na dinamiko navzemanja soli, saj slabše odpušča vodo (Guerrero in sod., 1999). To lahko vodi v prekomerno mehko in pastoznost zaradi večje vodne aktivnosti (a_w) in posledično višjih aktivnosti encimov.

2.2.2 Delež in kakovost podkožne in intramuskularne maščobe

Eden od ključnih dejavnikov kakovosti pršuta je maščoba, ki vpliva na tehnološke in senzorične lastnosti (Antequera in sod., 1992). Maščoba vpliva na razvoj arome pršuta (lipoliza in oksidacija, Lopez in sod., 1992), predstavlja prepreko za difuzijo vode in prodiranje soli, preprečuje prehitro izsuševanje in tako zmanjšuje izgube med predelavo (Bossi in Russo, 2004). Pomembna je tudi maščobnokislinska sestava maščobnega tkiva. Večja zamaščenost je na splošno povezana z večjo nasičenostjo maščobnih kislin, kar je ugodno z vidika preprečevanja oksidacije maščob in oljavosti (Virgili in Schivazappa, 2002; Bossi in Russo, 2004). Raziskave so pokazale tudi pozitivno povezavo med deležem maščobe in primerno mehko teksturo pršuta (Ruiz-Carrascal in sod., 2000), vendar preveč medmišične maščobe lahko zavira navzemanje soli in difuzijo vode ter s tem povzroči prekomerno mehko in pastoznost (Parolari in sod., 1988; Gou in sod., 1995).

2.2.3 Teža stegna

Ovisno od vrste izdelka, se za proizvodnjo v pršut uporabljajo različno težka stegna. Težja stegna naj bi bila zaradi manjših izgub med predelavo primernejša za sušenje (Russo in Nanni Costa, 1995), čeprav razlog ni v sami masi stegna ampak v večji zamaščenosti težjih stegen (Čandek-Potokar in sod., 1998). Raziskava (na primeru stegen slovenskih komercialnih pitancev teže krojenega stegna $11 \pm 0,9$ kg; z izenačenimi ostalimi dejavniki) izgub v posameznih fazah glede na težo stegna, debelino slanine in vrednost pH je pokazala, da težja stegna ni imela značilnega vpliva, debelina slanine je vplivala na izgube predvsem v zadnjih fazah predelave, medtem ko se je vpliv vrednosti pH kazal v začetnih fazah (Čandek-Potokar in Škrlep, 2011).

2.2.4 Zunanji izgled stegna

V pršut se praviloma predelujejo sveža stegna brez vidnih napak oz. poškodb. Napake se lahko pojavijo zaradi neprilagojenih predklavnih ali klavnih postopkov, napačne obdelave trupov/svežih stegen, napačne izbire pasme/križancev ali zaradi neprimerne prehrane (Giberti in sod., 2005). Poškodbe/napake delimo na površinske (ureznine ali raztrganine kože, ostanki povrhnjice in/ali dlak, »hladilniški odtiski« zaradi dotikanja trupov med hlajenjem, vnetja, ciste, bradavice, onesnaženja), napake podkožnih tkiv (podkožne krvavitve, prekomerno izražena podkožna mreža ven), napake globljih struktur (pikčaste krvavitve v mišicah, zlomi, izpahi, krvavitve v sklepkih, razdvajanje mišic) in ostale napake (dvobarvnost mišic – nakazuje BMV ali TČS kakovost, mlahavost stegna, premalo podkožne maščobe)(Čandek-Potokar in Škrlep, 2012). V operativni proizvodni praksi na linijah za sprejem in soljenje surovine se pri odločanju o ustreznosti surovine v največji meri naslanjajo na zunanji izgled stegna in potencialno prisotne omenjene vidne napake.

Napake oz. poškodbe (zlomi, krvavitve, TČS kakovost mišičnine, onesnaženja) vplivajo na mikrobiološko obstojnost, procesne izgube (BMV kakovost mišičnine, ureznine, razdvajanje mišic) na fizikalne ter biokemijske procese med postopkom predelave (npr. dinamika soljenja, dinamika proteolize) ter na neprivlačen videz končnega izdelka (komercialni vidik)(Scolari in sod., 2003; Čandek-Potokar in Škrlep, 2012).

2.3 POSTOPEK PREDELAVE

Konzerviranje mesa s soljenjem in sušenjem je ena najstarejših metod doseganja dolge obstojnosti, ki je v mediteranskih deželah v uporabi že od časa grške in rimske antike (Renčelj, 2008). Uveljavila se je predvsem metoda suhega soljenja, s pomočjo katere proizvajajo široko paleto izdelkov, ki so zaradi svoje kakovosti pri potrošnikih izjemno cenjeni (Arnau, 2004). V mediteranskem prostoru obstaja veliko vrst pršutov, ki se med seboj razlikujejo po uporabljeni surovini (pasma, način reje, prehrana) in postopku predelave. Kljub razlikovanju postopkov, pa so osnove predelave pri vseh pršutih enake.

2.3.1 Osnovne faze v postopku predelave

Prva faza v postopku predelave pršuta je soljenje. Pri postopku suhega soljenja se kot dodatek uporablja samo sol. Glede na dodano sol sta v rabi dva postopka – nedoločena količina soli (skladovnice pršutov zasutih v soli, večinoma v rabi v Španiji) in določena količina soli (pršuti se solijo posamično, površinsko pokriti z določeno količino soli; tak način je v rabi v Italiji in Sloveniji)(Toldrá, 2002). Soljenje poteka v hladilnicah pri nizkih temperaturah. Pri kraškem pršutu se soljenje izvaja pri temperaturi +1 do +4 °C, čas soljenja pa je odvisen od teže stegna (Potrjena specifikacija za kraški pršut, 2013).

Ko stegna navzamejo zadostne količine soli, ki je po končanem soljenju locirana samo v površinskih slojih, se stegna osušuje (pri različnih dinamikah ventiliranja) na nizki temperaturi, pri čemer poteka tudi difuzija soli v notranjost stegna. Ta faza (»počivanje«) je bistvenega pomena za doseganje mikrobiološke stabilnosti izdelka, saj sol v povezavi z osušenjem zmanjšuje a_w , kar zaviralno vpliva na rast mikroorganizmov kot tudi na endogene encimske procese. Faza počivanja ima pri kraškem pršutu predpisane sledeče parametre – temp. od $+1^{\circ}\text{C}$ do $+7^{\circ}\text{C}$, čas min. 75 dni upoštevajoč čas soljenja, izguba teže min. 16 % (Potrjena specifikacija za kraški pršut, 2013).



Slika 2: Zorenje pršutov (foto: Kaltnekar T.)

Sledi faza sušenja/zorenja (slika 2), v kateri je stegno podvrženo fizikalnim in biokemijskim spremembam, ki omogočajo nastanek značilnih lastnosti zorenega pršuta (Toldrá 2002). V glavnem gre za procese dehidracije, razgradnje mišičnih proteinov (proteoliza), maščob (lipoliza) in reakcij med razgradnimi produkti (Toldrá, 2002). Sušenje (izguba vode) je bolj intenzivno v prvem delu te faze, kasneje pa se sušenje postopoma upočasni zaradi naraščajočega upora proti prenosu vlage iz notranjosti stegna do površinskih plasti. Da se izognejo prehitremu in prekomernemu osušenju v zaključni fazi, v nekaterih deželah pršute zaščitijo z oblogo iz masti in moke na predelu, ki ni zaščiten s kožo ali slanino (Gašperlin in Rajar, 2008). Faza sušenja/zorenja poteka pri višjih temperaturah kot predhodne faze, kar omogoča večjo aktivnost proteolitičnih in lipolitičnih encimov (Toldrá, 2002). Odvisno od regionalnih razlik med postopki se v tej fazi uporabljajo temperature od 12°C do 22°C (Toldrá, 2002; Gašperlin in Rajar, 2008;

Karolyi, 2015). Dolžina faze sušenja/zorenja je odvisna od tradicionalnih postopkov in velikosti stegen, upoštevajoč faze soljenja in počivanja lahko skupen čas predelave traja od 12 do 18 mesecev in več. Pri kraškem pršutu je predpisan čas proizvodnje min. 12 mesecev za stegna z vhodno maso 9 kg, pri težjih stegnih se čas proizvodnje ustrezno podaljša (Potrjena specifikacija za kraški pršut, 2013).

2.3.2 Biokemijske in fizikalne spremembe v pršutu med predelavo

2.3.2.1 Navzemanje soli in oddajanje vode

Med predelavo stegen se odvijajo procesi, ki zajemajo izgubo vode in navzemanje soli ter razgradnjo beljakovin (proteolizo) in maščob (lipolizo). Med soljenjem se sol na površini stegen raztaplja v vodi izcejeni iz mesa in difundira v notranjost (Toldrá, 2002). V kasnejših fazah voda izhlapeva iz površine (samo na predelih površine, ki niso pokriti s podkožno maščobo ali kožo) hkrati pa prihaja do izenačevanja vlage znotraj mišic (Toldrá, 2002). Raznolika struktura mišic in prisotnost intra- in intermuskularne maščobe vplivajo na difuzijo soli in njene poti. Vrednost pH v mesu, vrsta mišice, prisotnost medmišične maščobe, kosti, vezivna tkiva, smeri vlaken, kraj stegna, temperatura ter morebitno zamrzovanje in tajanje pred soljenjem vplivajo na difuzijo soli v notranjost stegna (Toldrá, 2002).

Sol nima direktnega baktericidnega učinka, čeprav lahko zniža vrednost a_w izdelka do meje, pri kateri se v izdelku ustavi rast določenih mikroorganizmov (Scolar in sod., 2003). Z zmanjšanjem vrednosti a_w in povečanjem osmotskega tlaka sol zavira rast in razmnoževanje vseh vrst bakterij v mesu do stopnje, ko ne morejo več kvarno delovati na meso. Difuzija soli v globino stegen poteka sorazmerno počasi, zato je potrebno vzdrževati nizko temperaturo, da bi se zaščitili pred mikrobiološkim kvarom, dokler koncentracija soli ter a_w ne dosežeta ustrezne ravni. V senzoričnem smislu deluje sol kot ojačevalec arome (daje izdelkom želen okus), posredno pa vpliva tudi na teksturo zaradi povečevanja topnosti miofibrilarnih beljakovin (Xiong, 2012) in na aktivnost proteolitičnih encimov (Virgili in Schivazappa, 2002). Visoke koncentracije soli lahko tudi prikrijejo zaznavo nekaterih nezaželenih priokusov mesnih izdelkov (Beltram, 2003). Vendar pa večje količine zaužite soli (NaCl) zdravstvene organizacije povezujejo s povišanim tveganjem za kardiovaskularne bolezni, zato obstaja težnja po zmanjšanju vnosa natrija, ki to tveganje povzroča (He in MacGregor, 2003).

2.3.2.2 Biokemijski procesi med predelavo

Med zorenjem poteka intenzivna razgradnja mišičnih beljakovin (proteoliza), kjer nastaja množica polipeptidov, peptidov in prostih aminokislin. Razgradnja proteinov vpliva na teksturo (razbitje citoskeletnih in miofibrilarnih proteinov) kot tudi na razvoj značilne

arome in okusa pršuta (nekateri manjši peptidi in proste aminokisljine so nosilci omenjenih lastnosti)(Toldrá, 2002). V procesu razgradnje beljakovin sodelujejo predvsem endogeni proteolitični encimi: endopeptidaze (od Ca^{2+} odvisne nevtralne proteaze – kalpaini, kisle lizosomske proteaze – katepsini *B*, *D*, *H* in *L*) in eksopeptidaze (peptidaze in aminopeptidaze, Toldrá in Flores, 2000). Aktivnost teh encimov (razen kalpainov, katerih aktivnost je nezaznavna že v nekaj dneh) se večinoma obdrži še daljši čas med predelavo. Encimi na ta način vplivajo na kemijsko sestavo mišičnine (Toldrá in sod., 1993; Parreno in sod, 1994). Proteoliza v normalnem obsegu ima ugoden vpliv na senzorične lastnosti, prekomerno proteolizo pa povezujejo s kakovostnimi napakami (Parolari in sod, 1994; Virgili in sod., 1995). Tudi maščobe so podvržene intenzivni encimski razgradnji (lipolizi). Nastajajo proste maščobne kisljine, ki neposredno vplivajo na aromo. V kasnejših fazah so proste maščobne kisljine, posebno nenasičene, podvržene številnim reakcijam (oksidacije, reakcije z drugimi produkti lipolize in proteolize) in tvorijo množico snovi, odgovornih za senzorične lastnosti pršuta (Toldrá in Flores, 1998). Glavni dejavniki, ki vplivajo na aktivnost endogenih encimov in posledično na senzorično kakovost končnega izdelka so pH, koncentracija soli, količina in dostopnost vode in temperatura (Virgili in Schivazappa, 2002).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 SUROVINA

V poskusu smo uporabili stegna 8 merjascev križancev (*landrace* × *large white*) × *pietrain* (slika 3), pitanih s komercialno krmno mešanico, ki so šli v zakol pri starosti 25 tednov ter povprečni masi 134 kg ± 17 kg. Zakol je bil opravljen v komercialni klavnici po običajnem klavničnem postopku. Sledilo je 24-urno ohlajanje trupov do središčne temperature +4 °C. Za predelavo v pršut so bile zadnje noge (n = 16) z ravnim rezom med šestim in sedmim ledvenim vretencem odrezane od trupa in poslone v komercialni obrat za predelavo pršuta, med transportom se je vzdrževala temperatura od 0 °C do +4 °C.



Slika 3: Merjasci križanja (*landrace* × *large white*) × *pietrain* (foto: Šegula B.)

3.2 PREDELAVA

Stegna smo ukrojili in predelali kot je predpisano za kraški pršut z zaščiteno geografsko označbo (kraški pršut ZGO) (Potrjena specifikacija za kraški pršut, 2013). Leva stegna smo namenili običajnemu 18-dnevnomu soljenju (OS) in desna krajšemu 6-dnevnomu soljenju (KS). Stegna smo nasolili z grobo morsko soljo ter jih 6 dni oziroma 18 dni solili v komorah s kontrolirano temperaturo (1–4 °C) in zračno vlago (60–90 % RV, slika 4). Po prvi fazi soljenja (6 dni) smo desnim stegnom (KS) iz površine odstranili preostanek neraztopljenih soli in površinsko obrezali izstopajoče dele mišičnine oz. kosti. Stegna smo nato obesili ter jih pomaknili v komore namenjene fazi počivanja. Levim stegnom (OS) smo po prvem soljenju površinsko očistili preostanek neraztopljenih soli ter jih ponovno nasolili. Drugo soljenje je potekalo še 12 dni pod enakimi pogoji (T, RV) kot prvo soljenje. Po končanem drugem soljenju smo stegna OS prav tako očistili soli, obrezali, obesili in predstavili v komore za počivanje (enako kot stegna KS).



Slika 4: Soljenje pršutov v komori s kontrolirano T in RV (foto: Kaltnekar T.)

V fazi počivanja smo stegna površinsko osuševali (RV 50–80 %) in konzervirali na nizki temperaturi (1–6 °C) pri različnih dinamikah ventiliranja. Prvih 14 dni počivanja je bilo ventiliranje intenzivnejše, nato pa blažje. Vsa stegna smo iz faze počivanja premaknili v fazo sušenja v istem času, kar pomeni, da je počivanje pri skupini KS trajalo 89 dni pri skupini OS pa 77 dni.

Po končani fazi počivanja smo stegna površinsko oprali s toplo vodo ter jih pomaknili v fazo sušenja, ki je potekala pri temperaturi 14–20 °C. Obe skupini sta se v tej fazi osuševali na relativni zračni vlagi od 60 do 80 %. Ob (v povprečju) doseženem 26 % osušku smo stegna na predelu brez kože zamazali z mešanico svinjske masti, riževe moke, soli in začimb s čimer smo preprečili prehitro izsuševanje stegen.

Zadnja faza predelave stegna v pršut je bila zorenje (slika 2), kjer so zamazani pršuti zoreli na temperaturi od 12 °C do 18 °C in relativni zračni vlagi od 60 % do 80 %. Zorenje je trajalo do konca proizvodnega procesa oz. do skupno 15 mesecev starosti pršutov.

Po končanem zorenju smo stegna še izkostili (pršutu se izreže vse prisotne kosti – sednično kost, stegnenico, golenico, piščal in pogačico), jih površinsko očistili, stisnili v hidravlični stiskalnici ter vakuumsko embalirali v plastični vrečki.

3.3 MERITVE IN VZORČENJE

Za določitev vsebnosti substanc vonja po merjascu, to je androstenona (A) in skatola (S), smo na klavni liniji odvzeli vzorce hrbtne podkožne maščobe v višini zadnjega rebra. Po končanem procesu zorenja smo vzorce odvzeli tudi iz podkožnega maščobnega tkiva

stegen (srednji del stegna, stranska pozicija). Vsebnost A in S v podkožni maščobi smo določili z uporabo tekočinske kromatografije (HPLC) po proceduri opisani v Batorek in sod. (2012). Koncentracije so bile izražene kot $\mu\text{g/g}$ tekoče maščobe. Meje detekcije metode so bile $0,24 \mu\text{g/g}$ za A in $0,03 \mu\text{g/g}$ za S.

Po krojenju svežih stegen in pred soljenjem so bile opravljene meritve mase krojenih svežih stegen, debeline podkožne slanine pod *caput ossis femoris* ter pH v mišici *semimembranosus* (SM). Vrednost pH je bila izmerjena s pH-metrom MP120 (Mettler-Toledo, Schwarzenbach, Švica), z vbodno elektrodo InLab427, na dveh mestih v mišici SM kot je prikazano na sliki 5. Kot rezultat smo upoštevali povprečno vrednost obeh meritev.



Slika 5: Shematski prikaz meritev pH v mišici *semimembranosus* (foto: Šegula B.)

Med proizvodnim procesom smo po zaključku vsake faze stegna individualno tehtali. S tem smo spremljali procesne izgube na masi stegen.

Iz vakuumsko embaliranih izkoščenih pršutov smo za laboratorijske analize (fizikalno-kemijske, teksturne in senzorične) odvzeli tri vzorce, kot je opisano v Škrlep in sod. (2012). Na kratko; iz centralnega dela pršuta smo odrezali tri 3 cm široke rezine, ki so vsebovale mišici SM in *biceps femoris* (BF), na katerih smo najprej opravili meritve CIE

(Commission internationale de l'Eclairage) L^* , a^* in b^* barvnih parametrov (slika 6) s spektrokolorimetrom Minolta CR-300 (Minolta Co. Ltd, Osaka, Japonska), kot je opisano v Škrlep in sod. (2012). Iz barvnih parametrov smo dodatno izračunali saturacijo barve (C^*)

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \dots(1)$$

in odtenek barve (H^*)

$$H^* = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right). \quad \dots(2)$$

Vzorci smo nato vakuumsko embalirali v neprepustne poliamid/polietilenske vrečke in jih zamrznili pri $-20\text{ }^\circ\text{C}$ do nadaljnjih analiz.



Slika 6: Meritve CIE L^* , a^* , b^* barvnih parametrov (foto: Šegula B.)

3.4 KEMIJSKA ANALIZA

Pred pričetkom analiz smo vzorce homogenizirali. Vzorcem mišic (SM, BF) smo najprej odstranili površinsko vezivno in maščobno tkivo. Vzorce smo nato narezali na majhne koščke ter jih zmleli v tekočem dušiku s pomočjo laboratorijskega mlina (IKA M120, IKA Werke GmbH, Staufen, Nemčija). Homogenizirane vzorce smo vakuumsko zapakirane shranili pri temperaturi $-20\text{ }^\circ\text{C}$.

Vsebnost vode smo določili kot izgubo mase 5 g homogeniziranega vzorca, ki smo ga sušili pri $103\text{ }^\circ\text{C}$ do konstantne mase v vakuumski pečici (SP-105C, Kambič laboratorijska oprema, Semič, Slovenija). Vsebnost vode smo izrazili kot odstotek začetne teže. Medmišično maščobo smo ekstrahirali iz 10 g homogeniziranega vzorca po mednarodnem standardu ISO 1443 (ISO 1443, 1974) z uporabo aparature Büchi Extraction System B-811 (Büchi Labortechnik AG, Flawil, Švica). Vsebnost celokupnega dušika smo določili po

Kjeldahlovi metodi, za določitev vsebnosti beljakovin pa smo rezultate celokupnega dušika pomnožili s 6,25. Neпротеinski dušik (NPD) smo določili kot je opisano v Monin in sod. (1997), pri čemer smo 5 g vzorca mišičnega tkiva homogenizirali v destilirani vodi (skupna masa 50 g) z uporabo homogenizatorja Ultraturax (Janke & Kunkel GmbH, IKA Labortechnik, Staufen, Nemčija). Homogenizat smo centrifugirali (1000 rpm, 10 min), v 10 ml alikvota supernatanta smo dodali 10 ml 20 % trikloroacetne kisline, premešali in pustili na sobni temperaturi 30 min, da se stabilizira, nato centrifugiranje ponovili pri enakih pogojih. Supernatant smo filtrirali, 15 ml filtrata pa uporabili za določitev dušika po Kjeldahlovi metodi. Vsebnost NPD smo izrazili kot odstotek vsebnosti celokupnega dušika. Proteolitični indeks (IP) smo izračunali kot delež NPD glede na celokupni dušik. Vsebnost soli (NaCl) smo določali, kot opisano v Monin in sod. (1997). Homogenizirane vzorce mišičnine (10 g) smo zmešali z 85 ml destilirane vode in kuhali pri 100 °C eno uro. Mešanico smo nato ohladili ter ji dodali 2 ml kalijevega ferocianida (15 %) in 2 ml cinkovega acetata (30 %) za deproteinizacijo. Po razredčitvi na 100 ml in filtraciji smo v filtratu izmerili vsebnost NaCl z uporabo specifične Ag-elektrode.

3.5 INSTRUMENTALNA ANALIZA TEKSTURNIH LASTNOSTI

Za potrebe instrumentalnih meritev teksturnih lastnosti smo iz vsakega pršuta vzorčili dve rezini debeline 15 mm. Z uporabo skalpela smo pazljivo izrezali 12 kvadrov dimenzij 20 mm × 20 mm × 15 mm iz mišic SM in BF (6 kvadrov za vsako mišico), ki smo jih pokrili s plastično folijo, da smo preprečili izsuševanje in 2 h skladiščili pri temperaturi 4 °C. Na vzorcih smo izvedli testa SR (angl., »stress relaxation«) in TPA (angl., »texture profile analysis«) na treh vzorcih za vsako mišico z uporabo aparata Texture analyser (Ametek Lloyd Instruments, Ltd., Bognor Regis, UK) in programa za analizo meritev NexygenPlus 2.1. Pri testu SR smo vzorce stisnili za 25 % prvotne višine pravokotno na smer vlaken s hitrostjo 1 mm/s. Ob relaksaciji je bila zavedena sila v odvisnosti od časa z ločljivostjo 50 točk na sekundo v obdobju 90 s. Relaksacijski indeks smo izračunali kot

$$Y_{90} = \frac{F_0 - F_{90}}{F_0} \quad \dots (3)$$

kjer je F_0 (N) začetna sila in F_{90} (N) sila zabeležena po 90 s relaksacije.

Za test TPA smo vzorce pravokotno na smer vlaken stisnili dvakrat zapovrstjo brez vmesnega postanka za 50 % njihove prvotne višine s hitrostjo 1 mm/s. Iz pridobljenih podatkov sile v odvisnosti od časa smo izračunali naslednje parametre: trdota (N, najvišja sila uporabljena med prvim ciklom stiskanja), adhezivnost (J, negativna sila v področju prvega cikla stiskanja), kohezivnost (brez dimenzije, razmerje v področju pozitivnih sil med drugi in prvim ciklom stiskanja), elastičnost (mm, pridobljena višina vzorca med časom pretečenim od konca prvega do začetka drugega cikla), gumijavost (N, trdota x

kohezivnost) in žvečljivost (J , gumijavost \times elastičnost) (Ruiz-Ramírez in sod., 2005). Tako pri SR testu kot pri TPA testu smo za statistično analizo uporabili povprečno vrednost treh meritev.

3.6 SENZORIČNA ANALIZA

Kvantitativno deskriptivno senzorično analizo smo izvedli s panelom 11 usposobljenih ocenjevalcev (5 žensk in 6 moških starosti med 28 in 56 let). Ocenjevalce (moralo so biti nekadilci) smo prosili, da ne pijejo (razen vode) ali jedo nič vsaj 2 uri pred ocenjevalno sejo. S ciljem seznaniti ocenjevalce z variabilnostjo senzoričnih lastnosti v čim širšem obsegu smo jim predhodno predstavili več komercialnih pršutov različnega izvora in kakovosti (kraški pršut, italijanski San Daniele, španski Serrano in Iberico (bellota, cebo)), vključno z različnimi nivoji slanosti in napakami v kakovosti (prekomerna mehkooba, pastoznost, presušenost, neznačilni – tuji vonji in okusi). Po treh usposabljanjih v trajanju dveh ur smo definirali individualne senzorične deskriptorje po zgledu Piasentier in sod. (2012) in Pugliese in sod. (2015).

Pred senzoričnim ocenjevanjem so bili vsi pršuti KS skupine mikrobiološko pregledani skladno s predpisi; vsi izvidi so bili negativni.

Pri ocenjevanju poskusnih vzorcev je vsak ocenjevalec dobil rezino pršuta (debeline 1 mm, rezina je vsebovala mišice BF, SM, ST in površinsko podkožno maščobo) na belem plastičnem krožniku pri sobni temperaturi 20 °C. Ocenjevali smo 16 senzoričnih deskriptorjev; 4 deskriptorje za celotno rezino (marmoriranost, homogenost barve, intenzivnost barve, tipičnost vonja), 4 deskriptorje za podkožno maščobo (barvo, sladkost, žarkost in prisotnost tujih vonjev) ter 8 deskriptorjev (slanost, kislost, sladkost, grenkost, prisotnost tujih vonjev, topljivost, sočnost in pastoznost) ločeno za mišici SM in BF. Za kvantitativno ovrednotenje deskriptorja smo uporabili 9 cm nestrukturirano skalo naraščajoče intenzitete, kjer je levi ekstrem pomenil »nezaznavno«, desni pa »zelo intenzivno«. Na vsaki seji ocenjevanja smo ocenili 4 vzorce pršutov. Vsak vzorec pršuta smo ocenili trikrat (na treh sejah). Za statistično analizo smo za vsak senzorični deskriptor uporabili povprečno oceno vseh ocenjevalcev ($n = 11$) in vseh ponovitev ($n = 3$). Ocenjevalcem nismo razkrili ciljev eksperimenta (zmanjšanje soli, prisotnost vonja po merjascu), opravili pa smo kontrolo ocenjevalcev na sposobnost zaznave vonja čistega androstenona, na katerega ni bil nihče anozmičen.

3.7 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Podatke smo analizirali z uporabo analize variance (po postopku GLM statističnega programa SAS (SAS institute, Cary, ZDA). Statistični model je vključeval fiksne vplive

dolžine soljenja (OS-običajno, KS-kratko), vonja po merjascu (VPM) in njune interakcije. Pripadnost skupini z nizkim oziroma visokim vonjem po merjascu (nVPM, vVPM) smo določili na podlagi mediane za vsebnost A v slanini zorenega pršuta, ki je znašala 0,78 $\mu\text{g/g}$ tekoče maščobe. Za oceno vpliva zorenja na vsebnost substanc A, S smo uporabili parni t -test (t -test diferenc). Razlike med skupinami smo obravnavali kot statistično značilne v primeru ko je bila P manjša od 0,05.

4 REZULTATI

4.1 VSEBNOST SUBSTANC VONJA PO MERJASCU

Vsebnost A v maščobnem tkivu takoj po zakolu je variirala od 0,80 do 3,28 $\mu\text{g/g}$ tekoče maščobe, vsebnost S pa od 0,03 do 0,62 $\mu\text{g/g}$ tekoče maščobe. V zorenem pršutu so se vrednosti za vsebnost A gibale od 0,51 do 2,2 $\mu\text{g/g}$ tekoče maščobe (nVPM od 0,51 $\mu\text{g/g}$ do 0,72 $\mu\text{g/g}$, vVPM od 0,84 $\mu\text{g/g}$ do 2,2 $\mu\text{g/g}$), vsebnosti S pa od 0,03 do 0,41 $\mu\text{g/g}$ tekoče maščobe (nVPM od 0,06 $\mu\text{g/g}$ do 0,09 $\mu\text{g/g}$, vVPM od 0,03 $\mu\text{g/g}$ do 0,41 $\mu\text{g/g}$). Vsebnost A je bila tako v maščobnem tkivu izdelka 35,7 % manjša ($P = 0,002$) kot v maščobnem tkivu svežega stegna pred zorenjem. Pri vsebnosti S je bilo znižanje 20 % in je bilo statistično neznačilno ($P = 0,240$).

Preglednica 1: Vsebnost (povprečje, minimum, maksimum) androstenona (A) in skatola (S) v maščobnem tkivu pred in po zorenju

Parameter	Pred zorenjem	Po zorenju	Razlika (%)	Parni <i>t</i> -test (<i>P</i> -vrednost)
A ($\mu\text{g/g}$ tekoče maščobe)	1,54 (0,80-3,28)	0,99 (0,59-2,07)	35,7	0,002
S ($\mu\text{g/g}$ tekoče maščobe)	0,20 (0,03-0,62)	0,16 (0,06-0,41)	20,0	0,240

4.2 LASTNOSTI SUROVINE IN PROCESNE IZGUBE

Sveža stegna uporabljena v našem poskusu so bila težka od 10,6 do 14,8 kg (povprečna vrednost 12,8 kg), vrednost pH izmerjena v mišici SM svežih stegen je bila med 5,39 in 5,65 (povprečna vrednost 5,48), debelina slanine izmerjena pod *caput ossis femoris* pa se je gibala od 10 do 22 mm (povprečna vrednost 15 mm). Poskusne skupine se v teh lastnostih med seboj niso statistično značilno razlikovale .

Med proizvodnim procesom so bile kumulativne procesne izgube po 6 dneh soljenja 2 %, po 18 dneh (merjena samo OS skupina) so narasle na 3,9 %, po fazi počivanja so znašale 20,1 %, po sušenju (pred mazanjem) 27,4 %, ob koncu zorenja pa 36,6 %. Na procesne izgube nismo ugotovili statistično značilnega vpliva soljenja ali VPM.

Preglednica 2: Lastnosti svežih stegen in izgub med predelavo glede na dolžino soljenja in vonj po merjascu

	Soljenje		VPM		<i>P</i> -vrednost			RMSE
	OS 18 dni	KS 6 dni	nizek	visok	soljenje	VPM	sol × VPM	
Lastnosti surovine								
masa stegna (kg)	12,9	12,7	12,9	12,6	0,768	0,688	0,948	1,5
pH ₂₄ v SM	5,49	5,47	5,50	5,46	0,664	0,305	0,492	0,07
debelina slanine (mm)	16	13	16	13	0,235	0,108	0,973	4
Kumulativne izgube po fazah (%)								
soljenje	2,0	1,9	1,8	2,1	0,856	0,182	0,871	0,5
soljenje 2	3,9	-	-	-	-	-	-	-
počivanje	20,1	20,0	19,2	20,9	0,990	0,207	0,976	2,5
sušenje	27,6	27,2	26,4	28,3	0,809	0,234	0,944	3,1
zorenje	36,6	36,6	35,2	38,0	0,984	0,237	0,902	4,6

KS – kratko soljenje; OS – običajno soljenje; VPM – vonj po merjascu (**visok** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju > 0,78 µg/g, **nizek** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju < 0,78 µg/g); SM – *semimebranosus*; RMSE – koren povprečne kvadratne napake modela.

4.3 KEMIJSKE LASTNOSTI PRŠUTOV

Vsebnost soli v zorenih pršutih se je gibala med 31,7 in 86 g/kg v mišici SM in med 37,9 in 90,7 g/kg v mišici BF. Vrednost a_w je v obeh mišicah zelo variirala, saj se je vrednost gibala med 0,861 in 0,950 v mišici SM, v mišici BF pa med 0,873 in 0,949.

Skrajšano soljenje (na 6 dni) se je odrazilo v manjšem navzemanju oziroma manjši vsebnosti soli v izdelku ($P < 0,001$) tako v mišici SM kot BF. V mišici SM je bila razlika v vsebnosti soli med skupinama OS in KS 29,2 g/kg oziroma za 43,6 % zmanjšana. V mišici BF je bila vsebnost soli zmanjšana za 31,6 g/kg oziroma 40,8 %. Značilna razlika med skupinama OS in KS se je pojavila tudi pri vsebnosti NPD (SM, $P < 0,01$; BF, $P < 0,05$), pri IP (SM, $P < 0,01$; BF, $P < 0,05$) in a_w (SM in BF, $P < 0,001$). Vsebnost NPD je bila v mišici SM 15 % večja pri stegnih KS kot OS, v mišici BF pa 14 % večja pri KS kot OS. Podobne razlike med skupinama OS in KS smo ugotovili tudi za IP, ki je bil višji pri KS (14 % v mišici SM, 12 % v mišici BF). Vpliv soljenja je bil zelo značilen ($P < 0,001$) tudi pri vrednosti a_w . Povprečna vrednost a_w v mišici SM je bila za skupino OS 0,894 za skupino KS pa 0,940, v mišici BF pa 0,895 in 0,937. Pri ostalih fizikalno-kemijskih parametrih nismo ugotovili značilnega vpliva soljenja.

Skupina stegen vVPM je imela večjo vsebnost NPD v obeh preiskovanih mišicah ($P < 0,05$), medtem ko je bil IP značilno povišan samo v mišici BF ($P < 0,05$). Vsebnost NPD je

bila v mišici SM 9 % večja pri vVPM kot nVPM, v mišici BF pa 10 % višja. IP je bil za 11 % višji le v mišici BF.

Preglednica 3: Fizikalno-kemijski parametri mišic *semimembranosus* in *biceps femoris* glede na dolžino soljenja in vonj po merjascu

	Soljenje		VPM		P-vrednost			RMSE
	OS 18 dni	KS 6 dni	nizek	visok	soljenje	VPM	Sol. × VPM	
Mišica SM								
sol (g/kg)	67,0	37,8	50,8	54,0	<0,0001	0,472	0,948	8,7
suha snov (g/kg)	489,3	471,1	470,5	489,9	0,214	0,186	0,894	27,6
IM maščoba (g/kg)	44,1	39,6	40,8	43,0	0,270	0,574	0,900	7,8
NPD (g/kg)	13,2	15,2	13,6	14,8	0,002	0,045	0,332	1,1
IP (%)	22,1	25,3	23,1	24,3	0,003	0,183	0,283	1,8
a _w	0,894	0,940	0,921	0,913	0,0001	0,397	0,919	0,017
Mišica BF								
sol (g/kg)	77,4	45,8	58,9	64,4	<0,0001	0,217	0,813	8,4
suha snov (g/kg)	405,5	389,4	390,5	404,4	0,139	0,198	0,895	20,3
IM maščoba (g/kg)	29,1	30,3	29,9	29,5	0,634	0,874	0,874	4,6
NPD (g/kg)	13,7	15,6	13,8	15,5	0,034	0,048	0,659	1,5
IP (%)	29,8	33,5	30,0	33,3	0,024	0,042	0,666	2,9
a _w	0,895	0,937	0,920	0,912	<0,0001	0,227	0,815	0,014

KS – kratko soljenje; OS – običajno soljenje; VPM – vonj po merjascu (**visok** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju > 0,78 µg/g, **nizek** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju < 0,78 µg/g); SM – *semimembranosus*; BF – *biceps femoris*; IM – intramuskularna, NPD – neproteinski dušik; IP – indeks proteolize; a_w – vodna aktivnost; RMSE – koren povprečne kvadratne napake modela.

4.4 BARVA PRŠUTOV

Dolžina soljenja je značilno ($P < 0,05$) vplivala na barvne parametre b^* , C^* , H^* v primeru mišice SM, na b^* in H^* v primeru mišice BF ($P < 0,01$), medtem ko smo v mišici ST pri parametru b^* zaznali samo tendenco ($P < 0,10$). V vseh mišicah je bila vrednost b^* večja (bolj izražen rumen odtenek barve) pri krajšem soljenju, prav tako sta mišici SM in BF pri krajšem soljenju imeli drugačen odtenek barve (H^*). V primeru krajšega soljenja je bila ugotovljena še tendenca svetlejša barve (tj. večja vrednost L^* ; $P < 0,10$) pri mišici BF. Skupina VPM na barvne parametre ni imela značilnega vpliva.

Preglednica 4: Barva (CIE L^* , a^* , b^* , C^* , H^*) zorenih stegen glede na dolžina soljenja in vonj po merjascu

	Soljenje		VPM		P-vrednost			RMSE
	OS 18 dni	KS 6 dni	nizek	visok	soljenje	VPM	Sol. × VPM	
Mišica SM								
L^*	38,6	38,4	38,7	38,3	0,789	0,669	0,881	1,9
a^*	13,4	14,0	13,5	14,0	0,175	0,285	0,792	0,9
b^*	4,3	5,8	5,0	5,1	0,0002	0,786	0,980	0,6
C^*	15,2	14,1	14,4	14,9	0,0363	0,3272	0,8086	1,0
H^*	22,5	17,7	20,3	19,9	0,0001	0,6428	0,9700	1,7
Mišica ST								
L^*	43,9	44,0	44,0	43,8	0,936	0,838	0,391	2,1
a^*	14,6	15,0	14,6	15,0	0,632	0,625	0,323	1,4
b^*	5,3	6,2	5,9	5,6	0,055	0,525	0,610	0,8
C^*	16,2	15,6	15,8	16,0	0,3805	0,7221	0,2924	1,4
H^*	22,4	19,8	21,8	20,4	0,1036	0,3785	0,7395	3,0
Mišica BF								
L^*	43,0	45,6	43,6	44,9	0,079	0,353	0,685	2,7
a^*	13,7	13,4	13,6	13,5	0,141	0,566	0,303	0,5
b^*	4,6	5,7	5,1	5,2	0,001	0,812	0,219	0,5
C^*	14,6	14,5	14,6	14,5	0,7288	0,7354	0,7064	0,5
H^*	23,2	18,3	20,5	21,0	0,0005	0,6783	0,1316	2,1

KS – kratko soljenje; OS – običajno soljenje; VPM – vonj po merjascu (**visok** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju > 0,78 µg/g, **nizek** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju < 0,78 µg/g); SM – *semimebranosus*; ST – *semitendinosus*; BF – *biceps femoris*; RMSE – koren povprečne kvadratne napake modela

4.5 TEKSTURNE LASTNOSTI PRŠUTOV

Dolžina soljenja je imela značilen vpliv pri obeh opazovanih mišicah (SM, BF) na trdoto ($P < 0,01$), gumijavost ($P < 0,01$) in žvečljivost (SM, $P < 0,01$; BF, $P < 0,05$), kjer smo večje vrednosti zaznali pri skupini OS. Na relaksacijski indeks je soljenje značilno vplivalo ($P < 0,01$) v mišici SM, v mišici BF pa smo opazili samo tendenco ($P < 0,10$); v obeh mišicah je bilo skrajševanje soljenja povezano z večjimi vrednostmi. Opazili smo še značilen vpliv dolžine soljenja na kohezivnost ($P < 0,05$), vendar samo v mišici BF, ter na adhezivnost v mišici SM ($P < 0,05$); pri obeh parametrih pa je bilo skrajševanje soljenja povezano z manjšimi vrednostmi. Na elastičnost dolžina soljenja ni imela vpliva.

Preglednica 5: Teksturne lastnosti zorenih stegen glede na dolžino soljenja in vonj po merjascu

Parameter	Soljenje		VPM		P-vrednost			RMSE
	OS 18 dni	KS 6 dni	nizek	visok	soljenje	VPM	Sol × VPM	
mišica SM								
relaksacijski indeks	0,62	0,67	0,63	0,65	0,005	0,148	0,980	0,03
trdota (N)	90,1	54,3	69,9	74,5	0,006	0,671	0,433	21,4
kohezivnost	0,49	0,43	0,49	0,43	0,111	0,119	0,597	0,07
gumijavost (N)	54,2	24,0	35,2	43,0	0,008	0,426	0,143	19,0
elastičnost (mm)	3,5	3,1	3,4	3,2	0,190	0,377	0,935	0,5
žvečljivost (J)	191,4	77,7	128,3	140,8	0,009	0,737	0,226	72,7
adhezivnost (N*mm)	-2,4	-3,3	-2,1	-3,5	0,027	0,003	0,267	0,8
mišica BF								
relaksacijski indeks	0,68	0,71	0,69	0,70	0,083	0,890	0,980	0,04
trdota (N)	42,3	25,8	38,7	29,3	0,004	0,067	0,931	9,3
kohezivnost	0,51	0,41	0,52	0,40	0,029	0,016	0,841	0,08
gumijavost (N)	23,1	11,2	21,4	12,9	0,009	0,047	0,716	7,7
elastičnost (mm)	3,6	3,6	3,6	3,6	0,892	0,964	0,102	0,7
žvečljivost (J)	87,1	38,5	81,7	43,9	0,016	0,049	0,369	34,6
adhezivnost (N*mm)	-1,0	-1,5	-0,9	-1,5	0,188	0,127	0,299	0,8

KS – kratko soljenje; OS – običajno soljenje; VPM – vonj po merjascu (**visok** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju > 0,78 µg/g, **nizek** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju < 0,78 µg/g); SM – *semimebranosus*; BF – *biceps femoris*; RMSE – koren povprečne kvadratne napake modela.

Značilne razlike med skupinama nVPM in vVPM so bile v primeru mišice SM ugotovljene le pri adhezivnosti ($P < 0,01$). V primeru BF pa so bile razlike med stegni z vVPM in nVPM značilne ($P < 0,05$) pri kohezivnosti, gumijavosti in žvečljivosti, pri trdoti pa smo zaznali samo tendenco ($P < 0,10$). Pri vseh parametrih, kjer smo zaznali vpliv oziroma tendenco, so imela stegna iz skupine vVPM manjše vrednosti. Pri ostalih izmerjenih teksturnih parametrih nismo zaznali vplivov VPM.

4.6 SENZORIČNE LASTNOSTI PRŠUTOV

Pri senzoričnem ocenjevanju na celotni rezini smo opazili značilen vpliv soljenja ($P < 0,05$) na intenzivnost barve mišičnine, ki je bila pri skupini KS bolj intenzivna (živa). Vpliv VPM pa smo opazili pri vonju ($P < 0,05$), ki je bil v primeru skupine vVPM ocenjen z nižjo oceno, kar pomeni večjo zaznavo tujega, netipičnega vonja.

Dolžina soljenja je značilno vplivala tudi na sladkast okus podkožne maščobe ($P < 0,01$), in sicer je bila maščoba pri krajšem soljenju ocenjena kot manj sladka. Pri senzoričnih lastnostih podkožne maščobe nismo zaznali značilnega vpliva VPM, ugotovili smo le

tendenco vpliva ($P < 0,10$) na tuje okuse (več tujih okusov maščobe so preskuševalci zaznali pri skupini vVPM).

Preglednica 6: Senzorične lastnosti zorenih stegen glede na dolžino soljenja in vonj po merjascu

Lastnost (1-7)	Soljenje		VPM		P-vrednost			RMSE
	OS 18 dni	KS 6 dni	nizek	visok	soljenje	VPM	Sol × VPM	
celotna rezina								
enakomernost	6,3	6,4	6,3	6,4	0,524	0,647	0,247	0,4
barve mišičnine								
intenzivnost barve	5,0	5,5	5,2	5,3	0,032	0,667	0,205	0,4
mišičnine								
marmoriranost	2,2	2,5	2,4	2,3	0,400	0,783	0,974	0,6
vonj	5,4	5,2	5,6	5,0	0,384	0,038	0,234	0,5
podkožna maščoba								
barva maščobe	5,8	5,3	5,5	5,6	0,298	0,929	0,867	1,0
sladkost maščobe	4,1	3,5	3,8	3,7	0,004	0,531	0,808	0,3
tuji okusi maščobe	1,0	1,3	0,9	1,4	0,254	0,081	0,330	0,4
žarkost maščobe	1,6	1,7	1,7	1,6	0,642	0,974	0,822	0,5
mišica SM								
grenkost	0,6	1,3	0,8	1,1	0,001	0,053	0,114	0,3
kislost	1,8	1,5	1,6	1,6	0,030	0,822	0,475	0,3
pastoznost	1,1	2,1	1,0	2,2	0,032	0,017	0,143	0,8
sladkost	0,6	1,3	0,9	1,0	<0,0001	0,662	0,226	0,2
slanost	6,0	4,0	5,2	4,8	<0,0001	0,227	0,299	0,6
sočnost	3,8	4,4	4,3	4,0	0,046	0,357	0,205	0,5
topljivost	4,9	5,2	4,9	5,2	0,251	0,109	0,182	0,4
tuji okusi	0,7	1,7	0,9	1,5	0,0001	0,006	0,071	0,3
mišica BF								
grenkost	0,7	1,3	0,8	1,2	0,001	0,014	0,227	0,3
kislost	2,3	2,0	2,1	2,2	0,140	0,438	0,890	0,3
pastoznost	1,5	2,8	1,4	2,9	0,039	0,019	0,504	1,0
sladkost	0,6	1,2	0,9	1,0	<0,0001	0,138	0,180	0,1
slanost	6,8	4,8	5,9	5,7	<0,0001	0,421	0,655	0,5
sočnost	5,2	5,4	5,3	5,3	0,188	0,856	0,051	0,4
topljivost	5,2	5,2	5,0	5,5	0,952	0,019	0,177	0,4
tuji okusi	0,9	1,9	1,0	1,7	0,0001	0,002	0,014	0,3

KS – kratko soljenje; OS – običajno soljenje; VPM – vonj po merjascu (**visok** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju $> 0,78 \mu\text{g/g}$, **nizek** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju $< 0,78 \mu\text{g/g}$); SM – *semimebranosus*; BF – *biceps femoris*; RMSE – koren povprečne kvadratne napake modela.

V mišici SM smo ugotovili značilen vpliv soljenja na vse lastnosti razen na topljivost. Pri lastnostih sladkost, slanost in tuji okusi smo opazili močno izražen vpliv soljenja ($P < 0,001$), pri pršutih KS so preskuševalci zaznali večjo sladkost, več tujih okusov in (kot

pričakovano) manjšo slanost. Značilen vpliv je bil še na grenkost ($P < 0,01$), kislost, pastoznost ter sočnost ($P < 0,05$), pri čemer so bili pršuti KS bolj grenki, pastozni in sočni, ter manj kisli. Značilen vpliv VPM na senzorične lastnosti v mišici SM smo opazili le pri pastoznosti ($P < 0,05$) in tujih okusih ($P < 0,01$), pri grenkosti pa smo opazili tendenco ($P < 0,10$). Tako pastoznost kot tuji okusi in grenkost so bili bolj izraženi pri skupini vVPM.

Pri vplivu soljenja na senzorične lastnosti v mišici BF smo podobno kot v mišici SM opazili močan vpliv na sladkost, slanost in tuje okuse ($P < 0,001$) ter vpliv na grenkost ($P < 0,01$) in pastoznost ($P < 0,05$). Pršuti KS so bili ocenjeni kot manj slani ter bolj grenki, pastozni in sladki, preskuševalci pa so zaznali tudi več tujih okusov. V mišici BF smo značilen vpliv VPM na senzorične lastnosti opazili pri grenkosti, pastoznosti, topljivosti ($P < 0,05$) in pri tujih okusih ($P < 0,01$). Vsi omenjeni deskriptorji so bili bolj izraženi pri skupini vVPM.

Ugotovili smo še medsebojni vpliv (značilno interakcijo) dolžine soljenja in VPM na zaznavo tujih okusov v mišicah BF ($P < 0,05$) in SM ($P < 0,10$), kar pomeni, da razlika v intenzivnosti tujih okusov med nVPM in vVPM ni bila enaka v primeru kratkega in običajno dolgega soljenja (preglednica 7).

4.7 MEDSEBOJNI VPLIVI POSKUSNIH SKUPIN

Medsebojni vpliv soljenja in VPM na zaznavo tujih okusov v podkožni maščobi ter v mišicah BF in SM kaže na to, da vpliv VPM ni bil neodvisen od načina soljenja. Interakcija med vplivoma se je izkazala kot pomembna v primeru mišice BF ($P = 0,014$) in bila blizu značilnosti v primeru mišice SM ($P = 0,071$). Pri podkožni maščobi medsebojnega vpliva na tuje okuse nismo ugotovili, ugotovili smo le tendenco ($P < 0,10$) povečanja tujih okusov pri vVPM. Pri mišicah BF in SM smo tako ugotovili, da je bila intenzivnost senzorične zaznave tujih okusov bolj izražena v primeru KS oziroma pri manjši slanosti. Čeprav neznačilen, je podoben trend izražen tudi pri maščobnem tkivu (razlika v zaznavi tujih okusov večja pri KS kot OS).

Preglednica 7: Medsebojni vplivi trajanja soljenja in vonja po merjascu na zaznavo tujih okusov

Lastnost (1-7)	OS 18 dni		KS 6 dni		P-vrednost			RMSE
	Nizek VPM	Visok VPM	Nizek VPM	Visok VPM	Soljenje	VPM	Soljenje × VPM	
tuji okusi BF	0,8 ^a	1,0 ^a	1,3 ^a	2,5 ^b	0,0001	0,002	0,014	0,3
tuji okusi SM	0,6 ^a	0,8 ^a	1,2 ^a	2,1 ^b	0,001	0,006	0,071	0,3
tuji okusi maščobe	0,9	1,1	1,0	1,6	0,254	0,081	0,330	0,4

KS – kratko soljenje; OS – običajno soljenje; VPM – vonj po merjascu (**visok** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju > 0,78 µg/g, **nizek** – vsebnost A v podkožnem maščobnem tkivu stegen po zorenju < 0,78 µg/g); SM – *semimebranosus*; BF – *biceps femoris*; RMSE – Koren povprečne kvadratne napake modela; ^{a,b} – povprečne vrednosti z različnimi nadpisanimi črkami znotraj vrstice so značilno različne ($P < 0,05$).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Lastnosti surovine

Preučevane skupine se med seboj niso pomembno razlikovale v lastnostih svežih stegen. Nekoliko manjša debelina slanine ($P = 0,108$), ki smo jo ugotovili pri skupini vVPM pa nakazuje vpliv androgenega potenciala, saj je več steroidnih hormonov (posledično tudi androstenona) povezano z manjšim nalaganjem maščob (Claus in sod., 1994). Izgube mase oziroma osuški tekom predelave se med skupinami niso razlikovali, kar kaže, da ne način soljenja ne androgeni potencial nista značilno vplivala na dinamiko izgub. Tako lastnosti svežih stegen kakor tudi izgube po fazah so skladne tudi s Potrjeno specifikacijo za kraški pršut (2013).

5.1.2 Vpliv zorenja na koncentracijo substanc vonja po merjascu

Vsebnost A in S v maščobnem tkivu je bila v končnem izdelku za 36 % oz. 20 % manjša kot pred zorenjem. Znano je, da nekateri postopki predelave lahko vplivajo na zmanjšanje zaznave vonja po merjascu, vendar pa je mehanizem še nerazjasnjen (Bañon in sod., 2003; Tørngren in sod., 2011). Ravno tako v literaturi ni podatkov o zmanjšanju A in S med postopkom predelave v pršut. V nasprotju z našimi rezultati Haugen in sod. (2012) navajajo, da sta A in S relativno stabilni spojini na kateri postopek zorenja naj ne bi imel značilnega vpliva. Po navedbah Lundström in sod. (2009) je S v primerjavi z A manj obstojen, ker je deloma topen v vodi in bolj hlapen ter se zato lažje izgublja preko izcejanja tekočine v fazi soljenja oziroma z izhlapevanjem med preostalim postopkom predelave v pršut.

5.1.3 Vpliv soljenja na fizikalno-kemijske in teksturne parametre ter senzorične lastnosti

Največji (in pričakovan) je bil vpliv dolžine soljenja na vsebnost soli v pršutu. Skrajšanje trajanja soljenja iz 18 na 6 dni (na tretjino običajne dolžine soljenja) je povzročilo več kot 40 % znižanje soli v obeh preiskovanih mišicah (BF in SM). Ta rezultat kaže, da navzemanje soli ni premosorazmerno s trajanjem soljenja. Pršuti s krajšim soljenjem so imeli posledično tudi večjo a_w in proteolizo, kar je skladno z drugimi raziskavami. Martin in sod. (1998) namreč navajajo, da je proteolitična aktivnost encimov v pršutih obratno sorazmerna s količino navzete soli, kar v našem primeru razlaga večjo vsebnost NPD in višji IP v pršutih skupine KS. IP v mišici BF je bil pri skupini KS 33,5 %, pri tej stopnji proteolize (> 30 %) pa se že lahko pojavijo napake v okusu in teksturi pršutov (Virgili in sod., 1995). Velja omeniti, da so bili sicer vsi pršuti KS mikrobiološko analizirani in

ustrezni, je pa povprečna vrednost a_w v obeh preiskovanih mišicah (SM, BF) pršutov skupine KS presežala ne le določila za kraški pršut (Potrjena specifikacija za kraški pršut, 2013), ampak tudi zakonsko dovoljene meje ($a_w < 0,93$) za sušene mesnine – sušeno meso, kamor pršut kot izdelek spada (UL RS, 59/2012). Čeprav je znižanje soli v pršutu ugodno z vidika tveganja za nastanek bolezni srca in ožilja, pa je tolikšna stopnja skrajšanja časa soljenja prekomerna z vidika stabilnosti izdelka, saj visoka a_w omogoča rast tudi številnim patogenim mikroorganizmom (Smole-Možina in Bem, 2003), kar povečuje tveganje za potrošnika.

Dolžina soljenja je imela določen vpliv na barvo pršuta in sicer predvsem na b^* , C^* in H^* , kar pomeni, da so se bolj in manj slani pršuti v barvi (odtenek, intenzivnost) razlikovali. Večje vrednosti b^* pri KS pršutih bi lahko povezovali tudi z večjo oksidacijo (Fuentes in sod., 2014), saj sol v pršutih povezujejo s prooksidativnim delovanjem (Sante-Lhoutellier in sod., 2012), čeprav to omenjajo pri oksidaciji maščob, medtem ko je vpliv soli na oksidacijo mišičnih beljakovin (in s tem barve mišic v pršutu) nepojasnen.

Dolžina soljenja je pomembno vplivala na teksturne parametre, manj slan pršut se je v teksturnih parametrih pomembno razlikoval od bolj slanega kar kaže na drugačno teksturo in je skladno tudi z razlikami v fizikalno-kemijskih parametrih (NPD, IP in a_w). Vsebnost soli lahko povežemo tako s stopnjo dehidracije izdelka kot tudi stopnjo proteolize v pršutu (Martin in sod., 1998), kar vpliva na teksturne parametre. Tako npr. večja dehidracija povzroči večjo trdoto izdelka (Serra in sod., 2005), večja stopnja proteolize pa večjo mehkoobo (Ruiz-Ramirez in sod., 2006) zaradi razgradnje strukturnih beljakovin. V našem primeru je bila stopnja dehidracije (procesne izgube) enaka za skupini OS in KS, medtem ko sta bila IP in a_w pri skupini KS, ki je imela tudi manjšo vsebnost soli, višja, kar jasno nakazuje vpliv na razgradnjo strukturnih beljakovin in s tem na teksturne parametre. Podobni vplivi na teksturne parametre pri pršutih zaradi skrajšanja soljenja so bili prikazani tudi pri drugih študijah (Ruiz-Ramirez in sod., 2006; Benedini in sod., 2012; Laureati in sod., 2014).

Rezultati senzorične analize so pokazali izrazit vpliv soljenja na večino lastnosti. Skrajšanje soljenja v primerjavi z običajnim soljenjem je na nekatere senzorične lastnosti vplivalo pozitivno (večja intenzivnost barve mišičnine in sladkost, manjša slanost in kislost) na nekatere pa negativno (manjša sladkost podkožne maščobe, večja grenkost in pastoznost ter bolj izraženi tuji okusi). Manjša vsebnost soli skupine KS sovпада z manjšim zaznavanjem slanosti, odraža pa se tudi v manjši kislosti (v povezavi s Cl^- ioni in suho snovjo, Buscailhon in sod., 1995). Večjo intenzivnost barve mišičnine pršutov KS lahko povežemo z večjo proteolizo, ki je pomembna za oblikovanje stabilnega rdečega pigmenta (Grossi in sod., 2014). Sladkost in sočnost sta v obratnem sorazmerju s slanostjo

in suho snovjo (Benedini in sod., 2012, Bermudez in sod., 2014), za katero so vrednosti v mišicah SM in BF, čeprav neznačilno, večje pri skupini OS. Večja grenkost, pastoznost in bolj izraženi tuji okusi v skupini KS nakazujejo prekomerno proteolizo (Virgili in Schivazappa, 2002). Podobno kot v naši študiji Virgili in sod. (1995) in Benedini in sod. (2012) navajajo povečanje intenzivnosti tujih vonjev/okusov v pršutih z manjšo vsebnostjo soli, medtem ko se grenkost pogosto povezuje s prekomerno proteolizo, ki se odrazi v povečani količini specifičnih prostih aminokislin, krajših peptidov in NPD ali proteazni aktivnosti (Virgili in Schivazappa, 2002). Pastoznost oz. mehko/kašasto teksturo povezujejo s proteolizo (ta korelacija sovпада z rezultati v naši študiji) ali z vsebnostjo vode (Virgili in Schivazappa, 2002).

5.1.4 Vpliv vonja po merjascu na lastnosti pršuta

Skupina vVPM je imela v primerjavi z nVPM višji NPD, višji IP v mišici BF, manjšo trdoto, kohezivnost, gumijavost, in žvečljivost v mišici BF, večjo adhezivnost v mišici SM, večjo grenkost, pastoznost, slabši vonj celotne rezine ter bolj izražene tuje okuse v mišicah BF in SM (v maščobi se izkazuje le tendenca na višje tuje okuse v vVPM). Rezultati fizikalno-kemijskih in teksturnih parametrov ter senzoričnih lastnosti med skupinama nVPM in vVPM ob vplivu substanc VPM na vonj in okus nakazujejo tudi vpliv na proteolitično aktivnost. Raziskav, ki bi direktno povezovale vsebnost substanc vonja po merjascu s proteolizo pršuta, po nam dostopni literaturi nismo našli. Višji NPD in IP v skupini vVPM sta jasna pokazatelja večje proteolitične aktivnosti pri pršutih prašičev z višjim androgenim/anabolnim potencialom. Namreč, večja količina androstenona je povezana z večjo količino (anabolnih) steroidnih hormonov, kar je povezano tudi z večjim proteinskim obratom, torej hkrati z večjim nalaganjem tudi večjo razgradnjo (Claus in sod., 1994), to pa bi lahko imelo za posledico tudi večjo proteolizno aktivnost, ki smo jo zaznali v naši študiji. Ruiz-Ramirez in sod. (2006) povezujejo manjšo trdoto s povečanim IP, kar je skladno z našimi rezultati. Laureati in sod. (2014) so pri bolj proteoliziranih pršutih (Parma, San Daniele) opazili manjšo trdoto, kohezivnost, gumijavost in žvečljivost v primerjavi z manj proteoliziranimi pršuti (Toscana). Virgili in Schivazappa (2002) pa večjo grenkost in pastoznost povezujejo z višjim NPD. Vpliv VPM na senzorično zaznavo se v največji meri kaže pri manj izraženi intenzivnosti vonja celotne rezine pri vVPM in le v manjši meri pri tujih okusih maščobe (tendenca). To bi lahko povezali z majhnimi vsebnostmi A in S, namreč tudi skupina vVPM je imela vsebnosti A in S na spodnji meji senzorične zaznave. Walstra in sod. (1999) navajajo, da je senzorična meja zaznave 0,5–1,0 µg/g maščobe za androstenon in 0,20–0,25 µg/g maščobe za skatol. Poleg tega se pršut običajno uživa pri sobni temperaturi, kar zmanjša zaznavo VPM (Lundström in sod., 2009). Povezanost substanc vonja po merjascu s tujimi okusi v mišicah SM in BF je zato lahko posredna, saj sama mišičnina merjascev ne vsebuje dosti maščobe, A in S pa se zaradi svoje lipofilne narave nalagata v maščobnem tkivu. Zato bi bila možna razlaga za

povečane tuje okuse v mišicah SM in BF tudi povečana proteolizna aktivnost (Virgili in Schivazappa, 2002), podobno kot pri pršutih s skrajšanim soljenjem. Omeniti velja še, da so preskuševalci tuje okuse ovrednotili samo kvantitativno in ne opisno, zato nam je »narava« tujih vonjev neznana.

5.1.5 Medsebojni vplivi poskusnih skupin

Značilen vpliv interakcije med načinom soljenja in stopnjo vonja po merjascu na tuje okuse kaže na to, da zaznava tujih okusov ni bila neodvisna od slanosti. Pri OS ni bilo razlik med VPM skupinama v zaznavi tujih okusov, medtem ko so bili pri KS tuji okusi značilno bolj izraziti pri vVPM. Razlog je lahko v slanosti, saj sol prikrije tuje okuse (Breslin in Beauchamp, 1997), lahko pa tudi v aditivnem učinku substanc vonja po merjascu in produktov proteolize.

5.2 SKLEPI

Na podlagi pridobljenih rezultatov v naši raziskavi smo oblikovali naslednje sklepe:

- Dolžina soljenja ni vplivala na dinamiko izgub med procesom predelave, razen po zaključeni fazi soljenja (zaradi zasnove poskusa).
- Vsebnost substanc vonja po merjascu ni vplivala na dinamiko izgub med procesom predelave.
- Postopek predelave je značilno vplival na zmanjšanje A (35,7 %) v izdelku, medtem ko je bilo zmanjšanje S (20 %) neznačilno.
- Dolžina soljenja (6 oz. 18 dni) je značilno vplivala na fizikalno-kemijske in teksturne parametre ter senzorične lastnosti pršuta. Krajše soljenje je vplivalo na znatno zmanjšanje vsebnosti soli (ki pa ni prenosorazmerno s skrajšanjem), večjo aktivnost vode v izdelku in večjo stopnjo proteolize, ki je posledično vplivala na teksturne parametre pršuta (manjša trdota, kohezivnost, gumijavost, žvečljivost; večji relaksacijski indeks, adhezivnost). Na inštrumentalno izmerjeno barvo je čas soljenja imel le določen vpliv. Krajši čas soljenja je na nekatere senzorične lastnosti vplival pozitivno (večja intenzivnost barve mišičnine in sladkost, manjša slanost in kislost) na druge pa negativno (manjša sladkost podkožne maščobe, večja grenkost in pastoznost ter bolj izraženi tuji okusi). Iz skupka vplivov dolžine soljenja na procesne izgube ter fizikalno-kemijske in teksturne parametre ter senzorične lastnosti je mogoče sklepati na prekomerno proteolizo manj soljenih pršutov.
- Vsebnost substanc vonja po merjascu je imela vpliv samo na nekatere fizikalno-kemijske in teksturne parametre ter senzorične parametre. Večje vsebnosti substanc vonja po merjascu smo povezali z večjo razgradnjo beljakovin (višji NPD in IP). Vpliv na teksturne parametre se je v večini pokazal le v mišici *biceps femoris*, kjer je vVPM pomenil manjšo trdoto, kohezivnost, gumijavost in žvečljivost. Na senzorične lastnosti je (kjer je bila značilna) višja vsebnost substanc vonja po merjascu imela negativen vpliv (slabši vonj celotne rezine, večja grenkost in pastoznost, bolj izraženi tuji okusi mišičnine in maščobe), vendar pa ni jasno ali je vpliv substanc vonja po merjascu neposreden ali posreden (nakazana je višja stopnja proteolize).
- Medsebojni vpliv poskusnih skupin je značilen le pri senzorični zaznavi tujih okusov v mišičnini, pri čemer pa razlog ni v celoti jasen.

6 POVZETEK

Zaradi zagotavljanja dobrobiti živali je v državah EU predvidena opustitev kirurške kastracije pujskov brez anestezije in analgezije do leta 2018. Najverjetnejša alternativa tej rejski praksi je vzreja nekastriranih samcev (merjascev), kjer pa je mogoča pojavnost spolnega vonja v mesu, ki je za potrošnike senzorično nesprejemljiv. Hkrati pa je meso merjascev manj primerno tudi s tehnološkega vidika, kar vpliva na procese predelave in končno kakovost izdelka. Eden od proizvodov, ki bi se lahko soočil s tem problemom je tudi kraški pršut ZGO, kjer izvor surovine ni predpisan. Na okus, teksturo in obstojnost pršuta pa v veliki meri vpliva tudi sol. Prekomerno uživanje soli (tudi preko mesnih izdelkov) je povezano s hipertenzijo. Zato obstaja težnja po zmanjšanju vsebnosti soli v mesnih izdelkih.

Cilj naloge je bil ugotoviti sprejemljivost in kakovost pršutov pridelanih iz 16 stegen od 8 nekastriranih samcev po postopku predelave za kraški pršut ZGO, pri čemer smo stegna razdelili v dve skupini z različno dolžino soljenja (6 dni KS, 18 dni OS), po opravljenih analizah koncentracij androstenona (A) in skatola (S) v maščobnem tkivu izdelka pa še na skupini z različno vsebnostjo A (nVPM – vsebnost A v izdelku $< 0,78 \mu\text{g/g}$ in vVPM - vsebnost A v izdelku $> 0,78 \mu\text{g/g}$).

Pred postopkom predelave smo odvzeli vzorce za določitev vsebnosti A in S v maščobnem tkivu surovine ter opravili meritve na surovini (masa krojenih stegen, debelina podkožne slanine in vrednost pH). Postopek predelave je potekal po predpisih za kraški pršut ZGO. Postopki in časi proizvodnih faz so bili enaki za vsa uporabljena stegna, razlika je bila le v postopku, času ter izgubah faze soljenja, kjer smo pršute v dveh skupinah solili različno dolgo (6 oz. 18 dni). Med postopkom predelave smo spremljali kumulativne izgube po fazah predelave. Po končanem zorenju smo pršute izkostili ter odvzeli vzorce za namen laboratorijskih analiz (fizikalno-kemijske, teksturne in senzorične). Opravili smo fizikalno-kemijske analize na vodno aktivnost, vsebnost soli, vsebnost suhe snovi, vsebnost intramuskularne maščobe ter vsebnost neproteinskega dušika in celokupnega dušika (iz razmerja neproteinskega dušika in celokupnega dušika smo izračunali stopnjo proteolize). Vzorce smo tudi barvno ovrednotili s pomočjo sistema CIE L^* , a^* , b^* barvnih parametrov, jih teksturno analizirali na SR in TPA test ter senzorično ocenili s kvantitativno deskriptivno senzorično analizo s panelom 11 usposobljenih senzoričnih ocenjevalcev. Z ustreznimi metodami smo dobljene rezultate ovrednotili še statistično.

Postopek predelave/zorenja je značilno vplival na 36 % zmanjšanje vsebnosti A v maščobnem tkivu pršutov, 20 % zmanjšanje vsebnosti S pa je bilo statistično neznačilno. Mehanizmi zmanjšanja vsebnosti A in S so še nerazjasnjeni.

Krajši čas soljenja je odločujoče vplival na večino lastnosti pršuta. Povzročil je 40 % znižanje vsebnosti soli v mišičnini, pršuti s krajšim soljenjem so imeli višjo a_w (0,89 vs. 0,94) in 13 % višji IP. Stopnja zmanjšanja vsebnosti soli je ugodna z vidika tveganja za nastanek bolezni srca in ožilja. Z vidika mikrobiološke stabilnosti izdelka pa je skrajšanje časa soljenja prekomerno, saj $a_w > 0,93$ omogoča rast patogenim mikroorganizmom. Previsok IP (> 30 %) pa lahko povzroči napake v okusu in teksturi pršutov, kar je skladno tudi z rezultati senzorične analize, kjer so manj slani pršuti pokazali večjo grenkost in večji pojav tujih okusov. Na instrumentalno določeno barvo je čas soljenja imel le določen vpliv. Pomembno razlikovanje med skupinama pri teksturnih parametrih jasno nakazuje vpliv na razgradnjo strukturnih beljakovin in s tem na teksturne lastnosti, kar je skladno z razlikami v fizikalno-kemijskih parametrih (NPD, IP, a_w) in razlikami v senzoričnih lastnostih (pastoznost). Krajše soljenje pa je na senzorične lastnosti vplivalo tudi pozitivno, saj so bili pršuti skupine KS manj slani, bolj sladki, imeli so bolj intenzivno barvo mišičnine, izražali so tudi manjšo kislost.

Vpliv substanc vonja po merjascu na lastnosti pršuta kažejo ob vplivu na vonj tudi vpliv na proteolitično aktivnost. Vsebnost NPD je pri skupini vVPM za 11 % višja kakor v skupini nVPM, večji pa je tudi IP. Vpliv na proteolitično aktivnost vidimo tudi pri razliki med skupinama v teksturnih parametrih (predvsem v mišici BF – trdota, kohezivnost, gumijavost, žvečljivost) in senzoričnih lastnostih (grenkost, pastoznost). Vpliv vonja po merjascu se v največji meri zazna le pri slabše izraženem vonju celotne rezine, v manjši meri pa pri tujih okusih maščobe. Vpliv na tuje okuse mišičnine v pršutu pa ni povsem jasen, saj je poleg vonja po merjascu možna razlaga tudi povečana proteolizna aktivnost in je v tem primeru vpliv substanc vonja po merjascu samo posreden. Omeniti velja, da je tudi skupina vVPM imela vsebnost A in S na spodnji meji senzorične zaznave, pršut pa se običajno uživa hladen, kar otežuje zaznavo substanc vonja po merjascu.

Zanimiv je tudi medsebojni vpliv poskusnih skupin, kjer so tuji okusi značilno bolj izraziti v kombinaciji skupin KS in vVPM. Vzrok je lahko aditiven učinek substanc vonja po merjascu in produktov proteolize ali pa v slanosti, saj sol prikrije tuje okuse.

Študija je pokazala, da gre tako pri manj slanah pršutih, kakor pri pršutih z večjo vsebnostjo substanc vonja po merjascu dobršen del senzoričnih napak pripisati preintenzivni proteolitični aktivnosti med procesom predelave. Z različnimi prijemi (genetski nadzor, prilagajanje posameznih faz proizvodnje) pa je mogoče proteolitično aktivnost omejiti in se kljub manjši slanosti oz. višjim vsebnostim substanc vonja po merjascu v pršutu ogniti nekaterim senzoričnim napakam.

7 VIRI

- Antequera T., Lopez-Bote C.J., Cordoba J.J., Garcia C., Asensio M.A., Ventanas J., Garcia-Regueiro J.A., Diaz I. 1992. Lipid oxidative changes in the processing of Iberian pig hams. *Food Chemistry*, 45: 105-110.
- Armero E., Flores M., Toldrá F., Barbosa J.-A., Olivet J., Pla M., Baselga M. 1999. Effects of pig sire type and sex on carcass traits, meat quality and sensory quality of dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1147-1154.
- Arnau J. 2004. Ham production. V: *Encyclopedia of meat sciences*. Vol. 2. Jensen W.K., Devine C., Dikeman M. (eds.). Oxford, Elsevier Academic Press: 557-567.
- Bañon S., Gil M.D., Granados M.V., Garrido M.D. 1998. The effect of using PSE meat in the manufacture of dry-cured ham. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung, A*, 206: 88-93.
- Bañon S., Costa E., Gil M.D., Garrido M.D. 2003. A comparative study of boar taint in cooked and dry-cured meat. *Meat Science*, 63: 381-388.
- Btorek N., Škrlep M., Prunier A., Louveau I., Noblet J., Bonneau M., Čandek-Potokar M. 2012. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science*, 90: 4593-4603.
- Beltram B. 2003. Uporaba soli in razsola v mesnih proizvodih. *Meso in mesnine*, 4: 33-35.
- Benedini R., Parolari G., Toscani T., Virgili R. 2012. Sensory and texture properties of Italian typical dry-cured hams as related to maturation time and salt content. *Meat Science*, 90: 431-437.
- Bermúdez R., Franco D., Carballo J., Lorenzo J.M. 2014. Physicochemical changes during manufacture and final sensory characteristics of dry-cured Celta ham: Effect of muscle type. *Food Control*, 43: 263-269.
- Blanchard P.J., Warkup C.C., Ellis M., Willis M.B., Avery P. 1999. The influence of the proportion of Duroc genes on growth, carcass and pork eating quality characteristics. *Animal Science*, 68: 495-501.
- Bosi P., Russo V. 2004. The production of the heavy pig for high quality processed products. *Italian Journal of Animal Science*, 4: 309-321.
- Breslin P.A.S., Beauchamp G.K. 1997. Salt enhances flavour by suppressing bitterness. *Nature*, 387: 563-563.
- Buscailhon S., Touraille C., Girard J.P., Monin G. 1995. Relationships between muscle tissue characteristics and sensory qualities of dry-cured ham. *Journal of Muscle Foods*, 6: 9-22.

- Cava R., Ferrer J.M., Estevez M., Morcuende D., Toldrá F. 2004. Composition and proteolytic and lipolytic enzyme activities in muscle *Longissimus dorsi* from Iberian pigs and industrial genotype pigs. *Food Chemistry*, 88: 25-33.
- Claudi-Magnussen C. 2006. The consumers' view/reaction. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 48, Suppl. I: S4-S4.
- Claus R., Weiler U., Herzog A. 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar – a review with experimental data. *Meat Science*, 38: 289-305.
- Claus R., Raab S. 1999. Influences on skatole formation from tryptophan in the pig colon. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 467: 679-684.
- Coutron-Gambotti C., Gandemer G., Casabianca F. 1998. Effect of substituting a concentrated diet for chestnuts on the lipid traits of muscle and adipose tissues in Corsican and Corsican × Large White pigs reared in a sylvo-pastoral system in Corsica. *Meat Science*, 50, 2: 163-174.
- Čandek-Potokar M., Žlender B., Lefaucheur L., Bonneau M. 1998. Effects of age and/or weight at slaughter on *Longissimus dorsi* muscle: biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Science*, 48: 287-300.
- Čandek-Potokar M., Monin G., Žlender B. 2002. Pork quality, processing and sensory characteristics of dry-cured hams as influenced by Duroc crossing and sex. *Journal of Animal Science*, 80: 988-996.
- Čandek-Potokar M., Arh M. 2004. Evaluating market prospects for Prekmurje dry ham in relation to consumption characteristics of dry meat products in Slovenia. *Options Méditerranéennes*, 76: 327-332.
- Čandek-Potokar M., Škrlep M. 2011. Dry ham (“Kraški pršut”) processing losses as affected by raw material properties and manufacturing practice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35: 96-111.
- Čandek-Potokar M., Škrlep M. 2012. Factors in pig production that impact the quality of dry-cured ham: a review. *Animal*, 6: 327-338.
- Diestre A., Oliver M.A., Gispert M., Arpa I., Arnau J. 1990. Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. *Animal Production*, 50: 519-530.
- Doran E., Whittington F.W., Wood J.D., McGivan J.D. 2002. Cytochrome P450IIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. *Chemico-Biological Interactions*, 140: 81-92.

- EC. 2015. European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs. Bruxelles, European Commission: 1 str.
http://ec.europa.eu/food/animals/welfare/practice/farm/pigs/castration_alternatives/index_en.htm (september 2015).
- Fuentes V., Utrera M., Estévez M., Ventanas J., Ventanas S. 2014. Impact of high pressure treatment and intramuscular fat content on colour changes and protein and lipid oxidation in sliced and vacuum-packed Iberian dry-cured ham. *Meat Science*, 97: 468-474.
- Gašperlin L., Rajar A. 2008. Tehnologija mesnin: zbirka vaj za predmet tehnologija mesnin. 2. dop. izd. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 102 str.
- Giberti M., Apicella M., Druetta P., Sapino R., Gambino F., Guarda F. 2005. I difetti delle cosce di suino quale motive di esclusione dalla produzione di prosciutti crudi DOP. V: 31st Meeting Annuale della Societa Italiana di Patologia ed Allevamento dei Suini, Mantova, 17-18 Marzo 2005. Parma, Societa Italiana di Patologia ed Allevamento dei Suini: 73-78.
- Gispert M., Angels Oliver M., Velarde A., Suarez P., Perez J., Font i Furnols M. 2010. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*, 85: 664-670.
- Gou P., Guerrero L., Arnau J. 1995. Sex and crossbreed effects on the characteristics of dry-cured ham. *Meat Science*, 40: 21-31.
- Grossi A.B., do Nascimento, E.S.P., Cardoso, D.R., Skibsted L.H. 2014. Proteolysis involvement in zinc-protoporphyrin IX formation during Parma ham maturation. *Food Research International*, 56: 252-259.
- Guerrero L., Gou P., Arnau J. 1999. The influence of meat pH on mechanical and sensory textural properties of dry-cured ham. *Meat Science*, 52: 267-273.
- Haugen J.E., Brunius C., Zamaratskaia G. 2012. Review of analytical methods to measure boar taint compounds in porcine adipose tissue: the need for harmonised methods. *Meat Science*, 90: 9-19.
- He F.J., MacGregor G.A. 2003. How far should salt intake be reduced? *Hypertension*, 42: 1093-1099.
- ISO 1443. Meat and meat products - Determination of total fat content. 1974: 2 str.
- Karolyi D. 2015. Characteristics of "Drniški pršut" – a dry-cured ham from Croatia. V: VIII^{eme} Congres Mondial du Jamon Sec. Toulouse, France, 25-26 juin 2015. Sans P. (ed.). Toulouse, Congres Mondial du Jamon Sec: 5 str. [USB]

- Laureati M., Buratti S., Giovanelli G., Corazzin M., Lo Fiego D., Pagliarini, E. 2014. Characterization and differentiation of Italian Parma, San Daniele and Toscano dry-cured hams: A multi-disciplinary approach. *Meat Science*, 96: 288-294.
- Lebret B., Lefaucheur L., Mourot J., Bonneau M. 1996. Influence des facteurs d'élevage sur la qualité de la viande de porc. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 28: 137-156.
- Lo Fiego D.P., Macchioni P., Minelli G., Santoro P. 2010. Lipid composition of covering and intramuscular fat in pigs at different slaughter age. *Italian Journal of Animal Science*, 9: e39, doi: 10.4081/ijas.2010.e39: 10 str.
- Lopez M.O., De la Hoz L., Cambero M.I., Gallardo E., Reglero G., Ordoñez J.A. 1992. Volatile compounds of dry-cured hams from Iberian pigs. *Meat Science*, 31: 267-277.
- Lundström K., Matthews K.R., Haugen J.E. 2009. Pig meat quality from entire males. *Animal*, 3: 1497-1507.
- Maggi E., Oddi P. 1988. Prosciutti "PSE": possibilità di stagionatura. Indagini preliminari. *Industrie Alimentari*, 27: 448-459.
- Martín L., Córdoba J.J., Antequera T., Timón M, Ventanas J. 1998. Effects of salt and temperature on proteolysis during ripening of Iberian ham. *Meat Science*, 49: 145-153.
- Monin G., Marinova P., Talmant A., Martin J. F., Cornet M., Lanore D., Grasso F. 1997. Chemical and structural changes in dry-cured hams (Bayonne hams) during processing and effects of the dehairing technique. *Meat Science*, 47: 29-47.
- Nanni Costa L. 2011. La gestione del trasporto e della sosta al macello per la qualità della coscia destinata alla stagionatura. V: Qualità e sicurezza nella filiera del prosciutto. Vol. II. 21 ottobre 2011, Udine. Piasenter E., Romanzini A. (eds.). Udine, Università di Udine: 30-36.
- Parreno M., Cusso R., Gil M., Sarraga C. 1994. Development of cathepsin B, L and H activities and cystatin-like activity during two different manufacturing processes for Spanish dry-cured ham. *Food Chemistry*, 49: 15-21.
- Parolari G., Rivaldi P., Leonelli C., Bellatti M., Bovis N. 1988. Colore e consistenza del prosciutto crudo in rapporto alla materia prima e alla tecnica di stagionatura. *Industria Conserve*, 63: 45-49.
- Parolari G., Virgili R., Schivazappa C. 1994. Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry-cured hams of normal and defective texture. *Meat Science*, 38: 117-122.

- Patterson R.L.S. 1968. 5 α -androst-16-ene-3-one: Compound responsible for taint in boar fat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19: 31-38.
- Piasenter E., Bianchi P., Cappellari M., Cavella S., Di Monaco R., Dinnella C., Favotto S., Glassi S., Laureati M., Marangon A., Monteleone E., Pagliarini E., Recchia A. 2012. Il prosciutto ed altri salami crudi fermentati. V: *Atlante Sensoriale dei prodotti alimentari*. Sinesio F., Monteleone E., Spinelli S. (eds.). Milano, *Techniche Nuove SPA*: 242-255.
- Potrjena specifikacija za kraški pršut št. 324-01-13/2002/66. 2013. Šepulje, gospodarsko interesno združenje »kraški pršut«: 22 str.
http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/podrocja/Varna_in_kakovostna_hrana_in_krma/zasciteni_kmetijski_pridelki/Specifikacije/kraski_prsut.pdf (september 2015).
- Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov. 2012. Uradni list Republike Slovenije, 22, 59: 6097-6105.
- Pugliese C., Sirtori F., Škrlep M., Piasentier E., Calamai L., Franci O., Čandek-Potokar M. 2015. The effect of ripening time on the chemical, textural, volatile and sensorial traits of *Biceps femoris* and *Semimembranosus* muscles of the Slovenian dry-cured ham Kraški pršut. *Meat Science*, 100: 58-68.
- Ramirez M.R., Cava R. 2007. Effect of physico-chemical characteristics of raw muscles from three Iberian x Duroc genotypes on dry-cured meat products quality. *Food Science and Technology International*, 13: 485-495.
- Reeds P.J., Burrin D.G., Wray-Chaen D., Beckett P.R., Davis T.A. 1996. Potential mechanisms of muscle growth regulation. V: 49th AMSA Reciprocal Meat Conference Proceedings, Vol. 49. Champaign, American Meat Science Association: 32-38.
- Renčelj S. 2008. Suhe mesnine na Slovenskem. Ljubljana, *Kmečki glas*: 249 str.
- Rosell M.-C., Toldrà F. 1998. Comparison of muscle proteolytic and lipolytic enzyme levels in raw hams from Iberian and white pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76: 117-122.
- Ruiz-Carrascal J., Cava R., Andres A.I., Garcia C. 2000. Texture and appearance of dry cured ham as affected by fat content and fatty acid composition. *Food Research International*, 33: 91-95.
- Ruiz-Ramírez J., Arnau J., Serra X., Gou P. 2005. Relationship between water content, NaCl content, pH and texture parameters in dry-cured muscles. *Meat Science*, 70: 579-587.

- Ruiz-Ramírez J., Arnau J., Serra X., Gou P. 2006. Effect of pH24, NaCl content and proteolysis index on the relationship between water content and texture parameters in *biceps femoris* and *semimembranosus* muscles in dry-cured ham. *Meat Science*, 72: 185-194.
- Russo V., Nanni Costa L. 1995. Suitability of pig meat for salting and the production of quality processed products. *Pig News and Information*, 16: 17-26.
- Ruusunen M., Pouolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70: 531-541.
- Santé-Lhoutellier V., Robert N., Martin J.F., Gou P., Hortós M., Arnau J., Diestre A., Čandek-Potokar M. 2012. PRKAG3 and CAST genetic polymorphisms and quality traits of dry-cured hams – II. Associations in French dry-cured ham Jambon de Bayonne and their dependence on salt reduction. *Meat Science*, 92: 354-359.
- Schivazappa C., Degni M., Nanni Costa L., Russo V., Buttazzoni L., Virgili R. 2002. Analysis of raw meat to predict proteolysis in Parma ham. *Meat Science*, 60: 77-83.
- Scolari G., Sarra P.G., Baldini P. 2003. Mikrobiologija suhega mesa. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 351-362
- Secondi F., Gendemer G., Luciani A., Santucci P.M., Casabianca F. 1992. Evolution, chez le porc croisé, des lipides des tissus adipeux et musculaires au cours de la période d'engraissement traditionnelle sous chataigneraie. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 24: 77-84.
- Serra X., Ruiz-Ramírez J., Arnau J., Gou P. 2005. Texture parameters of dry-cured ham m.biceps femoris samples dried at different levels as a function of water activity and water content. *Meat Science*, 69: 249-254.
- Soriano A., Quiles R., Mariscal C., Garcia Ruiz A. 2005. Pig sire type and sex effects on carcass traits, meat quality and physicochemical and sensory characteristics of Serrano dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 1914-1924.
- Smith S.B., Smith D.R., Lunt D.K. 2004. Chemical and physical characteristics of meat. Adipose tissue. V: *Encyclopedia of meat sciences*. Vol. 1. Jensen W.K., Devine C., Dikeman M. (eds.). Oxford, Elsevier Academic Press: 225-238.
- Smole-Možina S., Bem Z. 2003. Dejavniki razmnoževanja mikroorganizmov. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 47-86.

- Škrlep M., Čandek-Potokar M., Žlender B., Robert N., Santé-Lhoutellier V., Gou P. 2012. PRKAG3 and CAST genetic polymorphisms and quality traits of dry-cured hams – III. Associations in Slovenian dry-cured ham Kraški pršut and their dependence on processing. *Meat Science*, 92: 360-365.
- Toldrá F., Rico E., Flores J. 1993. Cathepsins B, D, H and L activities in the processing of dry-cured ham. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 62:157-161.
- Toldrá F., Flores M., Aristoy M.-C., Virgili R., Parolari G. 1996. Pattern of muscle proteolytic and lipolytic enzymes from light and heavy pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71: 124-128.
- Toldrá F., Flores M. 1998. The role of muscle proteases and lipases in flavour development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38: 331-352.
- Toldrá F., Flores M. 2000. The use of muscle enzymes as predictors of pork meat quality. *Food Chemistry*, 69: 387-395.
- Toldrá F. 2002. Dry-cured meat products. Trumbull, Food and Nutrition Press, Inc.: 244 str.
- Tørngren M.A., Claudi-Magnussen C., Støier S., Kristensen L. 2011. Boar taint reduction in smoked, cooked ham. V: Global challenges to production, processing and consumption of meat. 57th International Congress of Meat Science and Technology, 7-12th August 2011, Ghent, Belgium. Gent, Semico NV: 946-949.
- Virgili R., Parolari G., Schiwazappa C., Soresi-Bordini M., Borri M. 1995. Sensory and texture quality of dry-cured ham as affected by endogenous cathepsin *B* activity and muscle composition. *Journal of Food Science*, 60: 1183-1186.
- Virgili R., Schiwazappa C. 2002. Muscle traits for long matured dried meats. *Meat Science*, 62: 331-343.
- Walstra P., Claudi-Magnussen C., Chevillon P., von Seth G., Diestre A., Matthews K.R., Homer D.B., Bonneau M. 1999. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and skatole by country and season. *Livestock Production Science*, 62: 15-28
- Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I., Whittington F.M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78: 343-358.
- Xiong Y.L. 2012. Nonmeat ingredients and additives. V: Handbook of meat and meat processing. Hui Y.X. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 573-584

Kaltnekar T. Vpliv soljenja in vonja po merjascu na kakovost pršuta.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2016

Zamaratskaia G., Chen G., Lundström K. 2006. Effects of sex, weight, diet and hCG administration on levels of skatole and indole in the liver and hepatic activities of cytochromes P4502E1 and P4502A6 in pigs. *Meat Science*, 72: 331-338.

ZAHVALA

Za pomoč, čas in dostopnost ter strokoven pregled diplomske naloge, bi se zahvalil mentorici prof. dr. Lei Demšar.

Iskrena zahvala somentorici izr. prof. dr. Marjeti Čandek-Potokar za izčrpno pomoč, podporo, nasvete in strokoven pregled diplomske naloge ter za omogočeno izvedbo raziskovalnega dela na Kmetijskem inštitutu Slovenije. Hvala za prijaznost, razumevanje in za ves čas, ki ste si ga vzeli zame.

Zahvalil bi se tudi recenzentu izr. prof. dr. Blažu Cigiću ter vodji knjižnice Lini Burkan Makivić za hiter in strokoven pregled diplomske naloge.

Hvala tudi doc. dr. Martinu Škrlepu za izčrpno pomoč pri izvedbi raziskav in pisanju diplomske naloge ter za strokovne nasvete, podporo in zame porabljen čas.

Posebno zahvalo pa posvečam svojim staršema za nesebično podporo in omogočen študij ter življenjski sopotnici Nives in sinu Žigu za razumevanje in podporo med izvedbo raziskave in »mirne ure« pri pisanju naloge.