

chain“, Nitra, 6.10.2005, 24. ISBN 80 – 8069 – 593 – 8.

Lohajová, L., J. Nagy, P. Popelka (2004): In vitro studies for the application of the Premi®Test for the detection of antibiotic residues in chicken eggs. *Nutrition*, 28, 503 – 505.

Nagy, J., R. Cabadaj, P. Turek, M. Pipová (1996): Residues of pharmacologically active substances in food and foodstuff of animal origin. *Slov. Vet. Čas.*, 21, 85 – 89.

Popelka, P., R. Cabadaj, J. Nagy (2001): Residues of antibiotics in foodstuffs and raw materials of animal origin. *Slov. Vet. Čas.*, 26, 20 – 24.

Sokol, J. (2001): Methods of determination of inhibitory substances in foodstuffs of animal origin, food, feed and water. Special part (In Slovak). Štátna veterinárna a potravinová správa SR, Bratislava.

Stead, S., J.A. Sharman, J.A. Tarbin, E. Gibson, S. Richmond, J. Stark (2004): Meeting maximum residue limits: an improved screening technique for rapid detection of antimicrobial residues in animal food products. *Food Addit. Contam.*, 21, 216 – 221.

Council Regulation (EEC) No. 2377/90 of 26 June 1990 laying down a community procedure for the establishment of maximum residue limits of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal origin. *Official Journal L 224*, 18.8. 1990, 1 – 8.

This study was supported by the grant VEGA No 1/3491/06.

Received / Prispjelo: 20.7.2006.

Accepted / Prihvaćeno: 30.9.2006. ■

ČIMBENICI KAKVOĆE PRŠUTA

Krvavica¹, M.

SAŽETAK

Zdravstvena ispravnost sirovine, proizvodnja i prerada u odgovarajućim registriranim objektima i veterinarsko-sanitarni nadzor od farme do maloprodaje preduvjeti su bez kojih nema legalne proizvodnje pršuta. Tek uz navedene uvjete zdravstvene ispravnosti može se govoriti o kakvoći proizvoda, odnosno o čimbenicima koji utječu na proizvodnju više ili manje kvalitetnog proizvoda. Proizvodi koji se proizvode s namjerom stavljanja na tržište moraju zadovoljiti propisane veterinarsko-sanitarne uvjete proizvodnje. Spomenuti čimbenici koji u lancu proizvodnje pršuta od farme do stola utječu na konačnu kakvoću pršuta, iako brojni, mogu se u osnovi podijeliti na čimbenike izbora sirovine i čimbenike načina prerade, odnosno preradbene tehnologije. Izbor sirovine, odnosno kakvoća buta prvenstveno ovisi o genotipu, dobi i tjelesnoj masi svinja, ali i o brojnim drugim čimbenicima kao što su tehnologija uzgoja i tova svinja, postupku sa svinjama ante i post mortem, morfološkim osobinama svinja, odnosu mišićnog i masnog tkiva, fizikalno – kemijskim osobinama mesa (pH, WHC, sastav enzimskog sustava itd.) i dr. Definiranje odgovarajućih genotipova svinja pogodnih za proizvodnju pršuta, te tehnologije njihova uzgoja i tova uz uvođenje standarda u tehnološki postupak prerade pršuta, osobito tradicionalnih tipova (dalmatinski i istarski pršut) značajno bi doprinijelo rješavanju problema neujednačenosti kakvoće finalnog proizvoda. Time bi se, uz definiranje osobina finalnog proizvoda i zakonsku zaštitu imena (zaštita izvornosti i

zemljopisnog podrijetla temeljem važećih zakonskih propisa) doprinijelo očuvanju i unaprjeđenju visoke kakvoće i tržišne vrijednosti naših tradicionalnih tipova pršuta, te njihova konkurentnost na domaćem i svjetskom tržištu.

Ključne riječi: kakvoća, pršut

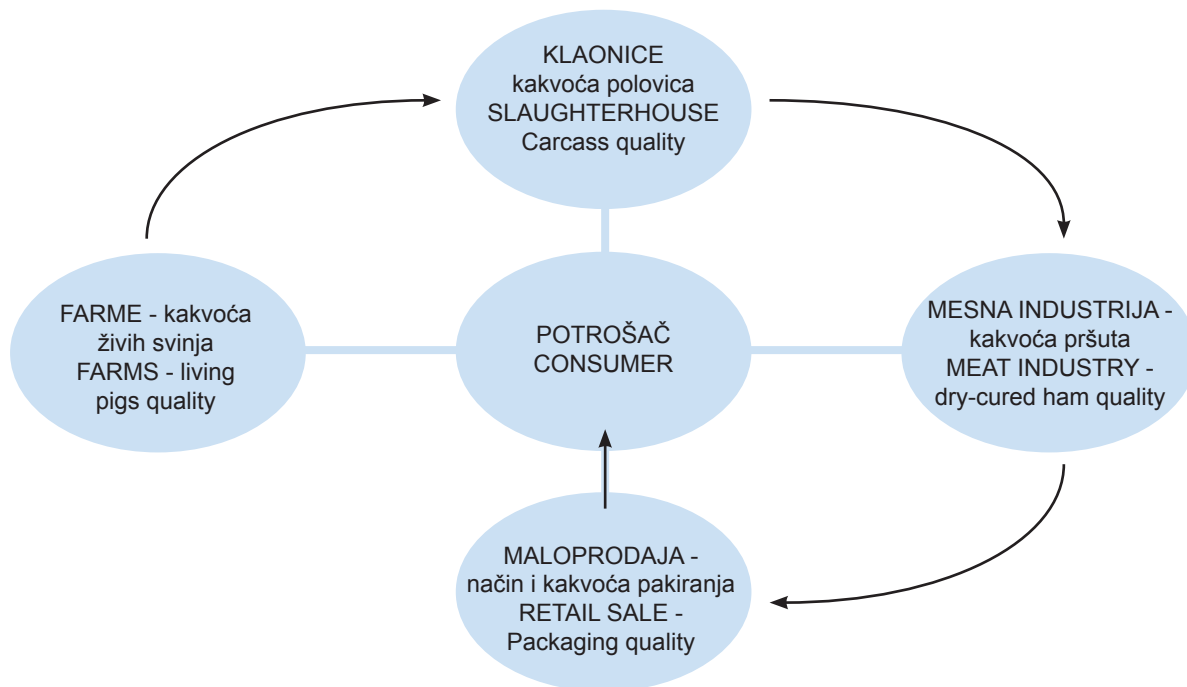
UVOD

U lancu proizvodnje i prerade mesa, od farme do stola (Slika 1.) veliki je broj čimbenika koji utječu na sirovinu, a u konačnici i na kakvoću pršuta. Svi se oni mogu u osnovi svrstati u dvije osnovne grupe: čimbenici kakvoće sirovine i čimbenici preradbene tehnologije. Jedan od najvećih problema u domaćoj proizvodnji pršuta, osobito tradicionalnih tipova (dalmatinski i istarski pršut) je neujednačena kakvoća butova namijenjenih preradi što uz nestandardiziranu preradbenu tehnologiju rezultira velikom varijabilnošću u kakvoći pršuta. Stoga se na tržištu pod istim nazivom mogu naći pršuti najrazličitijih osobina. Osnovni razlog tomu je uvoz sirovine (od živih svinja do butova) različitog podrijetla.

Procjena udjela mesa u trupu i debljina leđene slanine, osnovni je kriterij kod ocjene ekonomske vrijednosti svinja. Stoga je cilj selekcijskih programa u svinjogojstvu dugi niz godina bio povećanje

¹ Mr.sc. Marina Krvavica, Viši predavač, Veleučilište „Marko Marulić“ Knin

- ▼ **Slika 1.** Lanac proizvodnje i prerade mesa, od farme do stola
 ▼ **Fig 1** Meat production and processing chain, from stable to table



mesnatosti i brzine prirasta, što je ostavilo negativne posljedice na kakvoću mesa. Seleksijski programi danas idu u pravcu poboljšanja kakvoće mesa, ali su pomaci u tom smislu vrlo spori.

Neujednačena kakvoća butova namijenjenih proizvodnji pršuta rezultat je različitog genotipa, dobi, spola i tjelesne mase, postupanja sa svinjama *ante* i *post mortem*, morfoloških osobina svinja, odnosa mišićnog i masnog tkiva u butu što sve zajedno uz pravilnu tehnologiju prerade utječe na kakvoću pršuta. Definiranje odgovarajućih genetskih linija i križanaca najpogodnijih za proizvodnju pršuta optimalne kakvoće trebao bi biti jedan od osnovnih ciljeva istraživanja koja bi doprinijela rješavanju problema neujednačenosti kakvoće pršuta. Uz to je neophodno standardizirati tehnologiju uzgoja i tova svinja, te tehnologiju prerade pršuta (Krvavica, 2003).

KAKVOĆA BUTA

Mišići kostura su poprečnoprugaste strukture, u čijim se stanicama nalaze debela i tanka proteinska vlakna, a imaju ulogu kontrakcije i relaksacije mišića. Brojna paralelna vlakna (miofibrili) uronjena su u

unutarstaničnu strukturu (sarkoplazmu) i okružena membranom mišićnog vlakna (sarkolema). Pravilna izmjena tankih i debelih miofilamenata unutar mišićnog vlakna, odnosno raspored tamnijeg A-segmenta i svjetlijeg I-segmenta karakterizira poprečnu prugavost. Mikroskopskim pregledom poprečnoprugastih mišića kostura svinje ustanovljena je struktura mišićnih vlakana koju čine dva tipa mišićnih vlakana: crvena i bijela mišićna vlakna. Udio ovih vlakana u mišiću varira, što utječe na izgled i osobine pojedinih mišića, osobito boju. Razlika u boji pojedinih mišića najbolje je vidljiva kod svinja i peradi. Crvena mišićna vlakna imaju brži metabolizam, ali se sporije kontrahiraju od bijelih. Nadalje, crvena mišićna vlakna imaju više mioglobina i lipida, a manje glikogena i jaču oksidativnu enzimsku aktivnost. Bijela mišićna vlakna imaju više glikogena i aktivnost fosforilaze je veća, a time se i proces glikogenolize *post mortem*, odvija brže (Toldrá 2002).

Meso se u osnovi sastoji od vode, proteina, lipida, minerala i neznatne količine ugljikohidrata. Mišićno tkivo MLD svinja sadrži približno 74 % vode, 21 % proteina, 4% masti i 1 % pepela (Toldrá 2002).

Mišićni proteini su važni za preradu mesa, jer se tijekom zrenja razlažu na brojne produkte kao što su peptidi, slobodne aminokiseline itd. Postoje tri osnovne grupe mišićnih proteina: miofibrilarni (proteini mišićnih vlaknaca: miozin, tropomiozin, troponin, aktin, titin, α -aktinin, nebulin i dezmin), sarkoplazmatski proteini toplivi u vodi (metabolički enzimi i mioglobin) i fibrilarni proteini (kolagen i elastin). Općenito, s povećanjem dobi raste sadržaj mioglobina u mišićima, a meso starijih životinja postaje tvrđe i žilavije, zbog brojnih poprečnih veza (aldol, aldmin, sindezin) u strukturi mišićnog tkiva (Toldrá 2002).

Udio lipida u skeletnim mišićima može biti od 1 do 13 % ukupne mase mišića, ovisno o stupnju utovljenosti i količine masnog tkiva. Glavnina lipida nalazi se intramuskularno, intermuskularno i u adipoznom tkivu, a uglavnom ih čine trigliceridi pohranjeni u masnim stanicama i fosfolipidi locirani u staničnim membranama, te manja količina kolesterola (oko 50 mg kolesterola na 100 g krtog mesa i 40-50 mg na 100 g masnog tkiva) (Toldrá, 2002). Sadržaj masnih kiselina uglavnom ovisi o dobi, spolu i pasmini, te hranidbi. Masno tkivo koje sadrži visok udio polinezasićenih masnih kiselina, kao što su linolna (tipična u hranidbi bogatoj kukuruzom) i linolenska kiselina, ima mekanu strukturu (uljaste konzistencije) i sklon je oksidaciji. Fosfolipidi su zastupljeni u manjoj količini, ali su od izrazite važnosti za razvoj karakteristične arome i okusa, te za oksidativne procese u mesu tijekom prerade. Fosfolipidi se sastoje od relativno visokog udjela polinezasićenih masnih kiselina (fosfatidilkolin tj. lecitin i fosfatidiletanolamin).

Sastav fosfolipida zavisi od genotipa životinje i vrste mišića. Tako je količina fosfolipida veća u crvenim (oksidativnim) nego u bijelim (glikolitičkim) mišićima (Hernandez i sur. 1998).

Butovi obrađeni za proizvodnju pršuta, ovisno o tipu pršuta, sadrže uglavnom sljedeće kosti: zdjelične kosti ili njihove dijelove (*os coxae: illium, ischium, pubis, acetabulum*), butnu kost (*os femoris*), tibijsku (*os tibia*), fibulu (*os fibula*), iver (*os patella*) i proksimalni dio tarzalnih kostiju (*os calcaneus* i *os talus*). Glavni mišići su mišići vidljivi na slici 2. i navedeni u popisu mišića vidljivih na presjeku te: *m. tensor fasciae latae*, *m. psoas major*, *m. iliacus*, *m. gluteus superficialis*, *m. gluteus medius*, *m. gluteus profundus*, *m. adductor*, *m. quadriceps femoris*, koji nisu vidljivi na slici 2.

Klasifikacija butova - Kakvoća mesa vrlo je bitan čimbenik mesne industrije i ostalih segmenata u lancu proizvodnje i prerade mesa. Klasifikacija kakvoće svinjskog mesa vrši se na osnovu pH, boje i gubitka vode (tablica 1.). Najvažniji problem u tom smislu je učestalost pojave blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa (BMV ili PSE – pale, soft and exudative). Nagli pad pH mišića nakon klanja, dok je temperatura mišića još uvijek visoka (>38°C) pogoduje brzjoj denaturaciji sakoplazmatskih i miofibrilarnih proteina, zbog čega dolazi do oštećenja membrana oko snopova miofibrila. To povećava njihovu propustljivost i uzrokuje stezanje filamenata u mišiću, pa između snopova mišićnih vlakana dolazi do nago milavanja tekućine (Honikel i Kim, 1986). Sve se očituje u vidu mekane strukture, te vlažne i sluzave

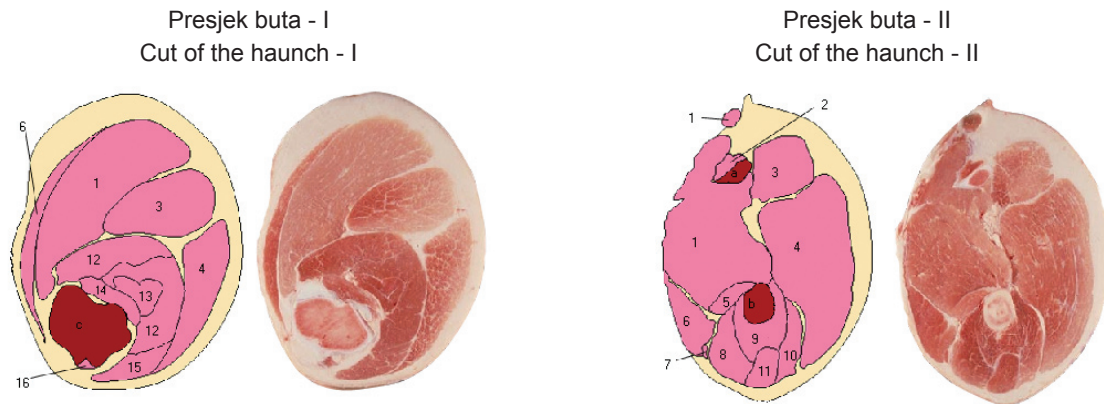
▼ **Tablica 1.** Klasifikacija kakvoće svinjskog mesa (mjereno u *m. semimembranosus*) (Toldrá, 2002)

▼ **Table 1** Classification of pork meat quality (measured in *m. semimembranosus*) (Toldrá, 2002)

Klase mesa Meat classes	pH _{45min}	pH _{2h}	pH _{24h}	Boja Colour	Gubitak vode % Moisture loss %
BMV - blijedo, mekan, vodnjikavo PSE - Pale, Soft, Exudative	< 6,0	< 5,8	-	> 50	> 6
CMV – crveno, mekan, vodnjikavo RSE – Red, Soft, Exudative	< 6,0	< 5,8	-	44 – 50	> 6
RFN – normalno meso RFN – standard meat quality	≥ 6,0	> 5,8	< 6,0	44 – 50	< 6
TST - tvrdo, suho, tamno DFD – Dark, Firm, Dry	-	-	> 6,0	> 44	< 3

▼ **Slika 2.** Poprečni presjeci svinjskog buta (National Pork Producers Council, 2000)

▼ **Fig 2** Cross cuts of the pork haunch (National Pork Producers Council, 2000)



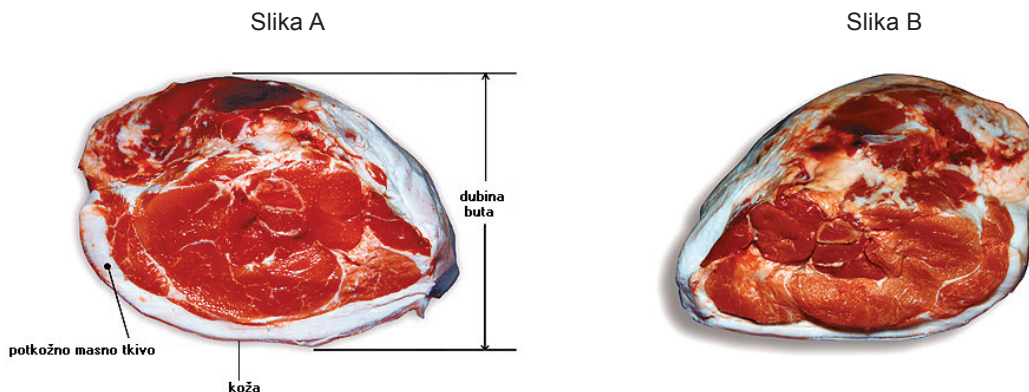
Popis mišića na presjecima: List of muscles on the cuts:			Kosti na presjecima: Bones on the cuts:
1.	<i>m. semimembranosus</i>	9.	<i>m. vastus intermedialis</i>
2.	<i>m. obturator internus</i>	10.	<i>m. vastus medialis</i>
3.	<i>m. semitendinosus</i>	11.	<i>m. rectus femoris</i>
4.	<i>m. biceps femoris</i>	12.	<i>m. gastrocnemius</i>
5.	<i>m. pectineus</i>	13.	<i>m. fleksor digitorum superficialis pel.</i>
6.	<i>m. gracilis</i>	14.	<i>m. popliteus</i>
7.	<i>m. sartorius</i>	15.	<i>m. soleus</i>
8.	<i>m. vastus lateralis</i>	16.	<i>m. tibialis cranialis</i>
			a – <i>os ischium</i>
			b – <i>os femur</i>
			c – <i>os tibia</i>

površine mesa. U isto vrijeme dolazi i do denaturacije mišićnog pigmenta mioglobina, što se očituje pojavom blijede boje mesa. Učestalost pojave PSE mesa može se značajno smanjiti uvođenjem nekih preventivnih mjera kao što su pažljiva manipulacija svinjama neposredno prije transporta, odmaranje i omamljivanje prije klanja, hlađenje nakon klanja i održavanje odgovarajuće temperature mesa. Nadalje, Warner i sur. (1997) definiraju glavna obilježja nove kategorije mesa upitne kakvoće, kao RSE – red, soft and exudative, odnosno meso normalne crvene boje, ali mekane strukture i vodnjikavo, koje je najvjerojatnije rezultat promjene u ciljevima selekcijskih programa koji posljednjih godina idu u pravcu poboljšanja kakvoće mesa. Uočavanje i izdvajanje ove kategorije mesa otežano je zbog normalne crvene boje. Prerada mesa s PSE i RSE sindromom zahtijeva pažljivu manipulaciju u tehnološkom postupku. Takvo meso utječe na preslanost pršuta zbog prekomjerne difuzije soli, a karakterizira ga površinsko isušivanje, blijeda boja, nekompak-

tnost mišićnog tkiva i stvaranje praznina koje pogoduju invaziji mikroorganizama. Meso TST – tvrdo, suho i tamno meso (ili DFD – dark, firm and dry) je tamnije boje, čvršće konzistencije i suše površine od normalnog mesa uz znatno niži gubitak vode. Ova se pojava rjeđe javlja, a poželjno ju je identificirati u preradbenom procesu, te izdvojiti iz prerade. Zbog visokog kapaciteta vezanja vode, ovo meso je podložnije mikrobnjoj kontaminaciji, a prema Guerrero i sur. (1999) pršuti su mekši i ljepljiviji. Slika 3.A prikazuje presjek svježeg obrađenog svinjskog buta odlične kakvoće: mišićno tkivo je čvrsto, odgovarajuće jasno crvene boje, i blago mramorirano (prožeto masnim tkivom), a slika 3.B presjek svježeg obrađenog svinjskog buta loše kakvoće: mišići su mekani, mišićno tkivo blijedo na svježem presjeku i nedovoljno mramorirano, vodnjikavo i sklono dužem i obimnijem cijeđenju tijekom tehnološke obrade (veći kalo soljenja); but je nekompaktan, s vidljivim prazninama između mišića što pogoduje invaziji i razvoju bakterija.

▼ **Slika 3.** Presjek svježe obrađenog svinjskog buta različite kakvoće (Graham i sur. 1998)

▼ **Fig 3** Cut of freshly processed pork haunch of various quality (Graham et al., 1998)



Genotip i stres kao genetska predispozicija

– Današnji uzgoj svinja u Europi uglavnom se bazira na povratnom križanju, te industrijskom tro- i četveropasminskom križanju. Izbor terminalne pasmine (♂) ovisi o tomu kakve rezultate križanci postižu na liniji klanja, pa u tom smislu klaonice posredno utječu na uzgojne metode. Naime, cijena svinjskih polovica određuje se na osnovu udjela mesa i debljine leđne slanine. Zbog toga se selekcija svinja u svijetu dugi niz godina bazirala na povećanju prirasta i mesnatosti, pri čemu je zapostavljena kakvoća mesa. Jednostrana selekcija na prirast i mesnatost uzrokovala je pad kakvoće mesa i pojavu blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa (BMV). Sindrom stresne osjetljivosti osobito je prisutan kod pasmina belgijski landras i pietren i njihovih križanaca. Povećanjem završnih tjelesnih masa smanjuje se učestalost pojave BMV mesa, bez obzira na pasminu (Uremović, 1997). Mehanizam stresa manifestira se pojačanim izlučivanjem kateholamina (adrenalina i noradrenalina) neposredno pred klanje, koji se vežu za β receptore membrana mišićnih stanica aktivirajući enzim endociklazu. Rezultat brojnih enzimskih reakcija, koje uslijede nakon toga je razgradnja glikogena do mliječne kiseline. Kod stresno osjetljivih životinja, zbog pojačane razgradnje glikogena i insuficijencije krvožilnog sustava, jetra nije u stanju u potpunosti resintetizirati mliječnu kiselinu. Zbog toga dolazi do naglog pada pH1 u mišićima što aktivira otpuštanje Ca^{2+} iona iz sarkoplazmatskog retikuluma. Oni još više potiču razgradnju glikogena

i oslobađanje energije, koja zajedno s padom pH uvjetuje denaturiranje mišićnih proteina i otpuštanje vode. Sindrom stresne osjetljivosti svinja genetski je uvjetovan, a uzrokuje ga mutacija RYR1 gena (tzv. ryanodinski receptor) na 1843. poziciji (zamjena citozina s timinom). Proizvod ovako promijenjenog gena je protein sarkoplazmatskog retikuluma koji regulira protok Ca^{2+} za vrijeme mišićne kontrakcije. U njemu je na 615. mjestu cistin zamijenjen argininom, što kalcijevim ionima omogućava prolaz i nagomilavanje u citoplazmi. Rezultat toga je kontrakcija mišića i smanjenje protoka krvi, što pospešuje anaerobne uvjete, koji su inače izraženi kod visoko mesnatih pasmina svinja (slabije razvijen krvožilni sustav i srce). Kod ovih pasmina prevladavaju bijela mišićna vlakna, osobito u vrjednijim dijelovima trupa (butovi, plečke, MLD). Dugotrajno djelovanje stresora može uzrokovati i TST miopatiju (tvrdo, suho i tamno meso), koja nastaje zbog potrošnje zaliha glikogena u mišićima, neposredno prije klanja. Poremećaj se manifestira visokim pH1 i pH24 mesa i visokim kapacitetom vezanja vode, što pogoduje razvoju mikroorganizama i kvarenju mesa. Mjerenjem pH1 (1 sat nakon klanja) na liniji klanja otkriva se BMV i CMV meso, a mjerenjem pH24 (24 dana nakon klanja) TST meso. Velika količina površinske vlage i nizak kapacitet vezanja vode kod BMV i CMV butova, pogoduje rastapanju površinski dodane krute soli i lakšoj penetraciji soli unutar buta. Niži kapacitet vezanja vode kod BMV/CMV butova može povećati ukupni kalo prerade za 4% u odnosu na

normalne butove (Maggi i Oddi, 1988). Problem BMV nametnuo je promjenu u smjeru selekcije, kojom se pokušava riješiti ovaj problem. Međutim, bez obzira na nastojanja, poboljšanja u tom smislu nisu značajna. Cassens (2000) navodi da je u SAD 1992. godine registrirano 16 % PSE i 10 % DFD, dok je samo 16 % odgovarajuće kakvoće (RFN) uz napomenu da bi u okviru RFN moglo biti neidentificiranog RSE mesa, te da je postignut vrlo mali napredak u eliminaciji ili smanjenju ovog problema.

Zbog klaoničnih osobina na osnovu kojih je određena i cijena polovica, kao terminalna pasmina koriste se nerastovi mesnatih pasmina (pietren ili belgijski landras) ili posljednjih godina nerastovi duroka koje odlikuje otpornost, visok prirast i meso povećanog sadržaja intramuskularne masti. U tom smislu proveden je i veći broj istraživanja s ciljem da se ocjeni kako genotip utječe na kakvoću mesa (Oliver i sur. 1994; Guerrero i sur. 1996; Armero i sur. 1999 c). Iz ovih istraživanja može se zaključiti da uzgojne metode značajno utječu na kvantitativne i kvalitativne osobine mesa. Križanci s durokom imaju meso visoke kakvoće s dosta intramuskularne masti (mramoriranost), koja se jako cijeni u tehnologiji trajnih suhomesnatih proizvoda od svinjskog mesa. Nadalje, križanci s durokom kao terminalnom pasminom (♂) rastu brže i imaju bolju konverziju hrane (Blasco i sur. 1994). Belgijski landras i pietren visoko su osjetljivi na stres, pa je česta pojava BMV mesa, a nađen je i visok nivo NPN i tirozina u pršutima (Guerrero i sur. 1996). U tehnološkom procesu proizvodnje pršuta butovi križanaca s belgijskim landrasom češće bivaju škartirani zbog loše kakvoće, a ostvaruju i niže rezultate kod ocjene senzornih osobina pršuta (Gallo i sur. 1994). Kompromisna kombinacija dobre konformacije trupa i dobre kakvoće mesa može se naći kod križanaca belgijskog landrasa s križancima drugih landrasa kod kojih je uočeno povećanje sadržaja intramuskularne masti, ali je sadržaj hlapljivih tvari pršuta i dalje ostao nizak. Aroma pršuta je lošija, osim arome koja potječe od povećanog sadržaja intramuskularne masti (Berdagué i sur. 1993). Kod talijanskih križanaca s različitim postotkom duroka i velikog jorkšira, uočena je pozitivna korelacija između mase svježeg obrađenog buta i % vlage, mramoriranosti i čvrstoće mišićnog tkiva u zrelom pršutu. Razlog tomu je aktiv-

nost proteolitičkih enzima u sirovom i zrelom pršutu (Schivazzappa i sur. 1998). Najčešće se u uzgoju svinja za proizvodnju pršuta koriste križanci velikog jorkšira, landrasa i duroka s različitim udjelom duroka i landras pasmina. Potomci svinja različitih uzgojnih metoda pokazuju signifikantne razlike u klaoničnim osobinama. Križanci s belgijskim landrasom imaju veći udio butova, plečki i karea u polovicama, a križanci s durokom veći udio butova i plečki, a niži udio karea u polovicama (Blasco i sur. 1994; Armero i sur. 1999 c). Nadalje, s porastom mase trupa smanjuje se udio mesnatih dijelova, a povećava se udio leđne slanine (Armero i sur. 1999 c). Uzgojne metode nedvojbeno utječu i na promjenu kemijskog sastava mesa. Te promjene su često dovoljne za bitan utjecaj na kakvoću i organoleptičke osobine pršuta. Procjena očekivane proteolize i lipolize u tehnološkom postupku, te razvoj poželjnih organoleptičkih osobina pršuta temelji se na mišićnom enzimskom sustavu koji uključuje endo- i egzoproteaze, lipaze i esteraze (Armero i sur. 1999 a, b). Tako meso križanaca belgijskog landrasa ima nizak nivo aktivnosti egzopeptidaza i nije sklono stvaranju prekursora karakterističnog okusa i arome (Armero i sur. 1999b). Zbog visokog nivoa stresne osjetljivosti učestalost pojave BMV mesa je izrazito visoka kod ovih križanaca (oko 50% svinja). Križanci s durokom daju dobre rezultate kod ocjene konformacije trupa i kakvoće mesa. Rosell i Toldrá (1998) su usporedili sastav mišićnih enzima iberijske svinje i križanaca velikog jorkšira (VJ x landras x durok), te uočili da iberijska svinja ima visok sadržaj katepsina D, dipeptidilpeptidaze III i alanil aminopeptidaze. Križanci VJ pokazuju viši sadržaj kalpaina i katepsina B, B+L i H, dipeptidilpeptidaze II i IV, aminopeptidaze B, leucil i piroglutamilaminopeptidaze, kisele lipaze i neutralne esteraze.

Dob i tjelesna masa – Niži sadržaj vode, strukturalna i morfološka obilježja i drukčiji kemijski sastav mišića čine meso starijih životinja pogodnijim za proizvodnju suhomesnatih proizvoda, osobito pršuta. Benčević i sur. (1971) na osnovi analize klaoničnih svojstava i senzorne ocjene proizvoda, preporučuju uzgoj teških svinja (do 150 kg) plemenitih pasmina i njihovih križanaca za proizvodnju izvornih hrvatskih suhomesnatih proizvoda, uključujući i pršut. Proteolitička i lipolitička aktivnost u sirovom butu lakih

(dob 7 – 8 mj., 90-110 kg) i teških (dob 11 – 12 mj., 150-160 kg) svinja znatno se razlikuju (Toldrá i sur. 1996 a). Butove teških svinja karakterizira proporcionalno viši nivo peptidazne nego proteinazne aktivnosti, te viši nivo aktivnosti lipaza, DPP IV i piroglutamil aminopeptidaze. Nasuprot tome, butovi lakih svinja prvenstveno imaju viši sadržaj vode, te uglavnom sadrže više katepsina B i katepsina B+L, te nižu peptidaznu aktivnost. Tek manji dio ovih butova ima osrednje izraženu aktivnost katepsina B i nešto širu peptidaznu aktivnost. Viši nivo vode obično je u vezi s visokim nivoom katepsina B i B+L (Schivazzappa i sur. 1992). Visoka aktivnost katepsina B uz nisku koncentraciju dodane soli u pršutu pojačava proteolizu, što može dovesti do pojave grešaka pršuta, kao što su neodgovarajuća konzistencija, prekomjerna mekoća, okus koji zaostaje u ustima, stvaranje kristala tirozina i razvoj bijelog filma na reznoj površini (Sarraga i sur. 1993). Nadalje, veća količina intramuskularne masti (mramoriranost) također se može dovesti u vezu s povećanjem dobi i tjelesne mase svinja. Zahvaljujući navedenim osobinama pršute teških svinja karakterizira povoljnija konzistencija, intenzivniji okus, miris i boja zahvaljujući većoj mramoriranosti, te većoj koncentraciji hlapljivih tvari i mioglobina.

Spol i kastracija – Spol, a osobito kastracija znatno utječu na kakvoću mesa svinja. Prema Gou i sur. (1995), pršuti muških kastriranih nerasta su masniji u odnosu na pršute nazimica, odnosno imaju bolju mramoriranost i deblji potkožni masni sloj. Zato je usporena difuzija soli u meso, pa je ukupni kalo prerade znatno niži kod pršuta kastriranih nerasta u odnosu na pršute nazimica. Ta se pravilnost očituje čak i kada je početni sadržaj vode u mišićima sličan. Unatoč manjoj debljini leđne slanine i nešto većem udjelu butova, plečki i karea u trupu nazimica, u konformaciji buta kastriranih nerasta i nazimica nema većih razlika (Blasco i sur. 1994). Glede mišićnih enzima utvrđene su neznatne razlike, dok za boju mesa i organoleptičke osobine pršuta, nisu nađene značajne razlike među spolovima (Gallo i sur. 1994). Međutim, subjektivnom ocjenom je utvrđena intenzivnija boja pršuta nazimica u usporedbi s pršutom kastriranih nerastova, najvjerojatnije zbog bolje mramoriranosti pršuta kastrata (Gou i sur. 1995). Bez obzira na veću mesnatost nekastriranih

nerasta u odnosu na kastrate (u prosjeku za 3%), klanje muških nekastrata i uporaba ovih butova u proizvodnji pršuta nije opravdana zbog neugodnog mirisa mesa nerasta. Neugodan miris posljedica je povišene razine androstenona ili eskatola koji se mogu naći u pršutima nekastriranih nerasta.

Tehnologija tova i hranidba – Način i tip hranidbe, odnosno sastav obroka, presudno utječe na sastav masnih kiselina intramuskularne masti, a osobito u depoima masti. Masne kiseline iz hrane ugrađuju se u masno tkivo svinja (Toldrá i sur. 1996 b), a stupanj ugradnje ovisi od specifičnosti masnih kiselina i tipa obroka. Stupanj ugradnje oleinske i linolne masne kiseline je znatno viši od stupnja ugradnje palmitinske i stearinske. Obroci svinja bogati zasićenim mastima (životinjska mast) uzrokuju porast nivoa palmitinske, palmitoleinske, stearinske i oleinske masne kiseline u intramuskularnoj masti, a obroci bogati kukuruzom mogu povećati sadržaj linolne masne kiseline (Morgan i sur. 1992). Hranidba ječmom u zadnjoj fazi tova povoljno djeluje na strukturu intramuskularnog i potkožnog masnog tkiva. Ispitivanje sadržaja masnih kiselina intramuskularnog i potkožnog masnog tkiva iberijskih svinja hranjenih obrocima s različitim omjerom žira i žitarica (samo žir, žir + žitarice, samo žitarice) pokazuje značajno snižen sadržaj palmitinske i stearinske masne kiseline i povećan sadržaj oleinske, linolne i linolenske masne kiseline kod svinja hranjenih samo žirom (Flores i sur. 1988; De la Hoz i sur. 1996; Cava i sur. 1997). Zahvaljujući utjecaju kakvoće masti na kakvoću konačnog proizvoda, analiza masnih kiselina potkožnog i intramuskularnog masnog tkiva može korisno poslužiti kod uvođenja promjena u hranidbi svinja koja će poboljšati i ustaliti kakvoću finalnog proizvoda (Ruiz i sur. 1998). Usporednom analizom masnih kiselina masnog tkiva mršavih i debelih svinja, utvrđena je velika varijabilnost u sadržaju linolne i linolenske masne kiseline (do 40%) (Enser i sur. 1988). Dodavanje veće količine visoko nezasićenih ulja (suncokretovo, sojino, ulje uljane repice) u obrok, smanjuje udio palmitinske i oleinske, a povećava udio dugolančanih (18:2, 20:2 i 20:3) masnih kiselina (Larick i sur. 1992; Monahan i sur. 1992). Visoko nezasićena ulja uzrokuju pojavu mekanog i topljivog masnog tkiva, što može dovesti do neočekivane oksidacije tijekom procesa

prerade i razvoja nepoželjnog okusa i arome pršuta. Povećana količina nezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu povećava učestalost pojave oksidativnih procesa i mogućnost razvoja tzv. raketljivosti, odnosno kvarenja masti. Oksidativnu stabilnost u pršutima tijekom zrenja povećava prisustvo soli kao prooksidansa (Toldrá, 2002), a dodavanje vitamina E (antioksidans) u obrok svinja također se pokazalo opravdanim.

Vrlo cijenjena osobina buta u proizvodnji pršuta je mramoriranost, odnosno sadržaj intramuskularne masti, koji se može povećati odgovarajućom hranidbom. Isto tako, proces lipolize se može potaknuti restriktivnom hranidbom, što dovodi do povećanja nivoa slobodnih masnih kiselina i monoglicerida, osobito u glikolitičkim mišićima (Toldrá, 2002). Ova lipoliza se može otkriti u potkožnom masnom tkivu već nakon 72 sata gladovanja. Restriktivno unošenje energije ograničenom hranidbom uobičajeno se koristi za poboljšanje mesnatosti i iskorištavanja hrane u tovu svinja.

TEHNOLOGIJA PRERADE PRŠUTA

Način obrade buta, koji kakvoćom zadovoljava zahtjeve za proizvodnju pršuta te daljnji tehnološki postupak ima presudan utjecaj na kakvoću finalnog proizvoda. Obrada buta (sa ili bez zdjelčnih kostiju, sa ili bez kože i potkožnog masnog tkiva i sl.) karakteristična je za pojedine tipove pršuta, a utječe ne samo na vanjski izgled pršuta već i na kakvoću. Tako je utvrđen značajno viši kalo istarskog pršuta (46,31%) u odnosu na sve ostale tipove pršuta (Karolý, 2002), što je rezultat specifične obrade buta bez kože i potkožnog masnog tkiva. S tim u svezi za očekivati je i specifičnosti glede biokemijskih procesa u pršutu tijekom prerade, te organoleptičkih osobina i hranjive vrijednosti finalnog proizvoda.

Uobičajen postupak u standardnoj industrijskoj proizvodnji pršuta je zamrzavanje svježe obrađenih butova u slučaju veće ponude i niske cijene svinja. Zamrzavanje značajno utječe na kakvoću pršuta, ostavljajući negativne posljedice na organoleptičke osobine, te stoga nije dozvoljeno u proizvodnji Parma i Bayone pršuta. Zamrzavanje butova uzrokuje povećanje šupljikavosti i poroznosti mišićnog tkiva, što omogućava bržu i bolju penetraciju sastojaka

salamure unutar mišićnog tkiva buta. Budući da je penetracija soli brža, potrebno je skratiti vrijeme salamurenja, kako bi se izbjegla preslanost zrelog pršuta. Nadalje, kalo soljenja i zrenja prethodno zamrzanih butova je veći, a iskustva pokazuju da su i biokemijske promjene u ovim pršutima intenzivnije, osobito u prvim fazama prerade. Utvrđena je pojačana aktivnost lipaza (Motilva i sur. 1994), te veći stupanj proteolize, osobito u dijelovima pršuta gdje su gubitak vode i apsorpcija soli sporiji (*m. biceps femoris*). S tim u svezi, Bañón i sur. (1999) su utvrdili učestaliju pojavu bijelih precipitata (kristali tirozina) u prethodno zamrzanih butova, osobito u *m. biceps femoris*, što je najvjerojatnije vezano s mogućim oštećenjima mišićne stanične membrane (zamrzavanje / odmrzavanje) i ubrzane proteolize. Međutim, nije utvrđen utjecaj na senzorne osobine osim slanijeg okusa (Motilva i sur. 1994; Bañón i sur. 1999). Duže zamrzavanje može imati negativan utjecaj na konačne organoleptičke osobine pršuta (Toldrá, 2002).

Sastav salamure i način salamurenja važna je odlika tehnološkog postupka proizvodnje pršuta. Zavisno od tehnologije prerade pršuta, u salamuru se osim soli i različitih mirodija mogu dodavati i drugi aditivi, kao što su nitrati, nitriti, glukoza i askorbinska kiselina. Sol je glavni sastojak salamure i ima višestruk utjecaj na finalnu kakvoću pršuta. Najvažniji učinci soli su bakteriostatski učinak, inhibiranje rasta nepoželjnih mikroorganizama, formiranje okusa (slanost), te snažan utjecaj na sve mišićne enzime, bilo da potiče ili inhibira njihovu aktivnost. Prema Girardu (1992), kod 5%-tne koncentracije soli u pršutu inhibiran je rast anaerobnih mikroorganizama, dok je kod 10%-tne koncentracije usporen ili inhibiran rast većine mikroorganizama. Izrazito inhibitorno djelovanje, naročito u visokoj koncentraciji, sol pokazuje prema katepsinima i aminopeptidazama, osim aminopeptidaze B. Na taj način, dosoljavanjem u fazi soljenja na jednostavan se način suzbija moguća visoka katepsinska aktivnost u pršutu, koja može uzrokovati nepravilnosti u konzistenciji pršuta (prekompjerna mekoća). Meka konzistencija pršuta vezana je za proces denaturacije proteina, koji se dovodi u vezu s visokom rezidualnom aktivnošću katepsina B i u manjoj mjeri s nižim sadržajem soli (Parolari i sur. 1994). Međutim, dodavanje suvišne količine soli

može također negativno djelovati na kakvoću pršuta kroz negativan utjecaj na hranjivu vrijednost zbog visokog sadržaja soli i negativan utjecaj na senzorne osobine. Nadalje, sol inhibira djelovanje mišićne neutralne lipaze, neutralne i kisele esteraze, dok na kiselu lipazu djeluje aktivirajuće. Arginil aminopeptidaza (aminopeptidaza B) je klorid-aktivni enzim, čija se aktivnost povećava za tri puta kod koncentracije od 0,35 M NaCl. Slično se događa i kod m-kalpaina, koji je također aktivan pri koncentraciji ispod 0,5 M NaCl (kod trajnih kobasica), ali više koncentracije soli prisutne u pršutu inhibiraju njegovu aktivnost. Uobičajene koncentracije soli u zreloom pršutu, ovisno o tipu pršuta, kreću se između 4 i 6% kod umjerenog slanog pršuta ili 8-9% kod slanog tipova pršuta.

Uobičajeni sastojci salamure, osobito u industrijskoj proizvodnji, su nitrati i nitriti kao sastavni dio salamure. Nitrati dolaze u obliku natrijeve ili kalijeve soli, a nitriti nastaju od nitrata u procesu prerade, djelovanjem prirodne mikroflore prisutne u pršutu (nitratska reduktazna aktivnost) ili su rjeđe, također sastojci salamure (Na i K soli). Količina dodanih nitrata i nitrita ograničena je na količinu neophodnu za zaštitu od botulizma (Cassens, 1995). Europska direkcija dopušta (95/2/CE, 1995) maksimalno dodane količine (150 ppm nitrata ili 300 ppm nitrata+nitrita) i maksimalne rezidualne vrijednosti (50 ppm nitrata ili 250 ppm nitrata+nitriti). Redukcija nitrata u nitrite je spor proces (zbog malog broja bakterija), što omogućava difuziju nitrata u sve dijelove buta. Redukcija nitrita u nitritni oksid osobito je prisutna u slaboj kiselosti (pH 5,6 – 6,0) u prisustvu askorbinske ili eritorbinske kiseline (djeluju reduktazno), kao sastojaka salamure. Nitritni oksid je vrlo aktivna supstanca koja stupa u reakcije s proteinima i drugim mišićnim tvarima. Rezultat reakcije s mioglobinom je nitrozomioglobin, odgovoran za formiranje karakteristične jasno crvene boje mišićnog tkiva pršuta. Otprilike 10 do 40 % ukupnog mioglobina se transformira u nitrozomioglobin (Frentz i Zert, 1990). Boja nitrozomioglobina je relativno stabilna, jer se NO skupina veže na željezo u hemu, a time blokira oksidacijska i redukcijska svojstva mioglobina. Nitriti također djeluju preventivno u smislu inhibiranja rasta nepoželjnih mikroorganizama, osobito *Clostridium botulinum* (Cassens, 1997). Nitrati i nitriti ne utječu značajno na mišićnu enzimsku aktivnost.

Askorbinska i eritorbinska kiselina ili njihove soli, dodaju se u salamuru radi njihove reduktivne sposobnosti i ubrzavanja procesa tijekom zrenja pršuta. Olakšavaju stvaranje nitrinog oksida, te tako djeluju antioksidativno, stabiliziraju boju, okus i miris, te inhibiraju stvaranje nitrozamina. Askorbinska kiselina u visokoj koncentraciji (kod trajnih kobasica) ima i neznatan inhibirajući učinak na katepsin H, m-kalpain, leucil aminopeptidazu, lipaze i esteraze (Toldrá, 2002).

Šećeri, kao što su glukoza i saharoza, također se mogu dodavati salamuri, kako bi se prirodna mikroflora pršuta neznatno više razvila, te ublažio moguća preslan okus. Nadalje, glukoza potiče aktivnost katepsina B, m-kalpaina, alanil i leucil aminopeptidaze, te katepsina D i H i tako posredno utječe na formiranje organoleptičkih osobina pršuta (Toldrá, 2002).

Jedan od bitnih čimbenika kakvoće pršuta svakako su i mikroklimatski uvjeti u kojima se prerada odvija. Tehnološki proces prerade pršuta može se ocijeniti kao umjeren proces, koji se odvija u stabilnim uvjetima. Naime, tijekom gotovo cijelog procesa temperatura obično ne prelazi 30°C, relativna vlažnost zraka je između 70 i 95 %, a pH mesa je gotovo konstantan (5,5 – 6,5). Za vrijeme i neposredno nakon salamurenja temperatura se održava ispod 6°C, kako bi se usporilo djelovanje enzima. Međutim, i pri tako niskoj temperaturi uočena je neznatna enzimska aktivnost. Veći obim biokemijskih promjena započinje u fazi sušenja, kada temperatura raste do 20-25°C. Značajne promjene događaju se i na osrednjoj temperaturi od 14-16°C u fazi zrenja pršuta. Optimalan pH mesa je 5,5-5,8 na početku procesa do 6,3-6,6 na kraju procesa, što ujedno predstavlja raspon u kojem je većina mišićnih enzima aktivna. Izuzetak je katepsin D, kiselina proteinaza koja pokazuje nisku aktivnost kod pH višeg od 6,0, te neutralna lipaza i esteraza. Aktivitet vode u proizvodu također je značajan za kontrolu enzimske aktivnosti, osobito u drugoj polovici i na kraju preradbenog procesa kada je a_w (aktivnost vode) smanjen do vrijednosti ispod 0,90. Mišićni enzimi, izuzev m-kalpaina i kisele lipaze, pod snažnim su utjecajem pada a_w vrijednosti (Toldrá, 2002). Duljina trajanja tehnološkog procesa prerade pršuta također je važna za enzimsku aktivnost, odnosno

kakvoću pršuta. Produljenjem procesa produžava se i djelovanje enzima, odnosno javlja se intenzivnija proteoliza i lipoliza. Naime, većina enzima su stabilni tijekom cijelog procesa, čak i do dvije godine kod nekih pršuta (Toldrá, 1998). Jedino je aktivnost m-kalpaina i piroglutamil aminopeptidaze tijekom prvog mjeseca procesa, smanjena na pola u odnosu na početnu aktivnost (Toldrá i Flores, 1998).

Nadalje, skraćivanje procesa prerade (zbog ekonomskih razloga) dodavanjem enzima i mijenjanjem mikroklimatskih uvjeta prerade, uglavnom negativno utječe na kakvoću pršuta. Međutim, svaka mogućnost skraćivanja vremena prerade, bez negativnog učinka na kakvoću pršuta, vrlo je poželjna s ekonomskog gledišta. U tom smislu vršena su ispitivanja s ciljem da se ubrza penetracija soli u butu, a time i procesi proteolize i lipolize, kao glavnih čimbenika razvoja odgovarajućeg okusa i mirisa pršuta i to uglavnom na "Country-stile" šunki (Marriott i sur. 1992). Smallings i sur. (1992) su među prvima ispitali primjenu enzima papaina, koji je injektiran u femoralnu arteriju svježeg buta, te došli do zaključka da je ova tehnika značajno negativno djelovala na senzorne osobine finalnog proizvoda. Ispitivane su različite tehnike kao što je gnječenje butova s ciljem da se omekša mišićno tkivo i ubrza prodor soli. Osim preslanog okusa rezultat je bio i prevelik gubitak vode, te fizička oštećenja tkiva (Leak i sur. 1984). Uporaba nitritnog oksida umjesto nitrata i nitrita, nije dala očekivane rezultate (Marriott i sur. 1992). Uporaba mikroorganizama s ciljem ubrzanja procesa formiranja tipičnog okusa i arome pokazala je minimalan i ekonomski neisplativ učinak (Marriott i sur. 1987). Zamrzavanje butova prije prerade u manjoj mjeri utječe na ubrzanje proteolize i lipolize, bez većeg utjecaja na kakvoću pršuta, osim nešto slanijeg okusa (Mortilva i sur. 1994). Primjena različitih enzima koji bi ubrzali preradbeni proces, danas se sve više istražuje, zahvaljujući činjenici da je uloga većine endogenih mišićnih enzima razjašnjena (Toldrá i Flores, 1998).

SUMMARY

INFLUENCE FACTORS IN DRY-CURED HAM QUALITY

Ultimate prerequisites of legal dry-cured ham production are food safety standards, production and processing in properly registered buildings as well as veterinar-

ian-sanitary surveillance from stable to table. In such food safety prerequisites product quality could be discussed as well as factors which influence the production of more or less quality products which, regardless of quality must fulfil legal requirements regarding food safety, if they are produced for the market. The above mentioned influence factors in dry-cured ham production chain (from stable to table), despite of being numerous, can be basically divided into raw ham quality factors as well as factors of processing technology. Selection of the raw ham to the dry-cured ham production, respectively raw ham quality, depends in the first place on genotype, age and weight of the hog as well as numerous other factors such as rearing and fattening technology, ante and post mortem treatment, processing technology, morphological characteristics of the hog, muscle and fatty tissue ratio, physico-chemical characteristics of meat (pH, WHC, the muscle enzyme system composition, etc) and so on. Definition of the hog genotypes eligible to dry-cured ham production, as well as rearing and fattening technology and standardization of the processing technology, especially the traditional dry-cured ham production (Dalmatian and Istrian ham) can significantly help solving the problem of variability in dry-cured ham quality. Thus with the definition of the final product characteristics and the legal protection of the product name (geographical indications and designations of origin according to the current legislative) should contribute to protection and improving of the high quality and market value of the traditional Croatian dry-cured ham types as well as to national and world competitiveness.

Key words: quality, dry-cured ham.

LITERATURA

- Armero, E., J.A. Barbosa, F. Toldrá, M. Baselga, M. Pla (1999a): Effects of the terminal sire and sex on pork muscle cathepsin (B, B+L and H), cysteine proteinase inhibitors and lipolytic enzyme activities. *Meat Science* 51, 185-189.
- Armero, E., M. Baselga, M-C. Aristoy, F. Toldrá (1999b): Effects of sire type and sex on pork muscle exopeptidase activity, natural dipeptides and free amino acids. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79, 1280-1284.
- Armero, E., Monica Flores, F. Toldrá, J.A. Barbosa, J. Olivet, M. Pla, M. Baselga (1999c): 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.
- Bañón, S., J.M. Cayuela, M.V. Granados, M.D. Garrido (1999): Pre-cure freezing effects proteolysis in dry-cured hams. *Meat Science* 51, 11-16.
- Benčević, K., Lj. Dazgić, M. Tarle (1971): Izbor svinja za ekonomičnu proizvodnju zimске salame s obzirom na pasmine i težinsku kategoriju. *Tehnologija mesa* 12, 170-174.
- Berdagué, J.L., N. Bonnaud, S. Rousset, C. Touraille (1993): Influence of pig crossbreeding on the composition, vola-

tile compound content and flavour of dry-cured ham. *Meat Science* 34, 119-129.

Blasco, A., P. Gou, M. Gispert, J. Estany, Q. Soler, A. Diestre, J. Tibau (1994): Comparison of five types of pig crosses. I. Growth and carcass traits. *Livestock Production Science* 40, 171-178.

Cassens, R.G. (1995): Use of sodium nitrate in cured meats today. *Food Technology* 49, 72-81.

Cassens, R.G. (1997): Composition and safety of cured meats in the USA. *Food Chemistry* 59, 561-566.

Cassens, R.G. (2000): Historical perspectives and current aspects of pork meat quality in the USA. *Food Chemistry* 69, 357-363.

Cava, R., J. Ruiz, C. López-Bote, L. Martín, C. García, J. Ventanas, T. Antequera (1997): Influence of finishing diet on fatty acid profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscles of the Iberian pig. *Meat Science* 45, 263-270.

Enser, M., J.D. Wood, C.B. Moncrieff, A.J. Kempster (1988): Chemical composition of backfat in 58 kg pig carcasses covering a wide range of fat thickness. *Animal Production* 46, 503-504.

Gallo, L., P. Montobbio, P. Carnier, G. Bittange (1994): Breed and crossbreeding affects on weight, yield and quality of heavy Italian dry-cured hams. *Livestock Production Science* 40, 197-205.

Girard, J.P. (1992): Technology of meat products. Ellis Horwood Limited, England.

Gou, P., L. Guerrero, J. Arnau (1995): Sex and crossbreed effects on the characteristics of dry-cured ham. *Meat Science* 40, 21-31.

Graham, P., N.G. Marriott, R.F. Kelly (1998): Dry-curing Virginia Style Ham. Virginia Cooperative Extension, Knowledge for the Common Wealth. Public. number 458-223.

Guerrero, L., P. Gou, P. Alonso, J. Arnau (1996): Study of the physicochemical and sensorial characteristics of dry-cured hams in three pig genetic types. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 70, 526-530.

Guerrero, L., P. Gou, J. Arnau (1999): The influence of meat pH on mechanical and sensory textural properties of dry-cured ham. *Meat Science* 52, 267-273.

Hernández, P., J.L. Navarro, F. Toldrá (1998): Lipid composition and lipolytic enzyme activities in porcine skeletal muscles with different oxidative pattern. *Meat Science* 49, 1-10.

Honikel, K.O., C.J. Kim (1986): Causes of development of PSE pork. *Fleischwirtschaft*, 66, 349-353.

Karolyi, D. (2002). Kakvoća buta švedskog landrasa u tehnologiji istarskog pršuta. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet.

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

Larick, D.K., B.E. Turner, W.D. Schoenherr, M.T. Coffey, D.H. Pilkington (1992): Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *Journal of Animal Science* 70, 1397-1403.

Leak, F.W., J.D. Kemp, B.E. Langlois, J.D. Fox (1984): Effect of tumbling and tumbling time on quality and microflora of dry-cured hams. *Journal of Food Science* 49, 695-698.

Maggi, E., P. Oddi (1988): PSE Hams: possibility of matura-

tion. *Industrie Alimentarie* 27, 448.

Marriott, N.G., P.P. Graham, J.R. Claus (1992): Accelerated dry curing of pork legs (hams): a review. *Journal of Muscle Foods* 3, 159-168.

Marriott, N.G., P.P. Graham, C.K. Saffer, S.K. Phelps (1987): Accelerated production of dry-cured hams. *Meat Science* 19, 53-64.

Monahan, F.J., D.J. Buckley, P.A. Morrissey, P.B. Lynch, J.I. Grey (1992): Influence of dietary fat and α -tocopheril acetate supplementation of pigs on oxidative deterioration and weight loss in sliced dry-cured ham. *Meat Science* 51, 227-232.

Morgan, C.A., R.C. Noble, M. Cocchi, R. McCartney (1992): Manipulation of the fatty acid composition of pig meat lipid by dietary means. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 58, 357-368.

Motilva, M.-J., F. Toldrá, M.-I. Nadal, J. Flores (1994): Pre-freezing of hams affects lipolysis during dry-curing. *Journal of Food Science* 59, 303-305.

National Pork Producers Council (2000): Porcine myology. National Pork Board as implemented by the National Pork Producers Council.

Oliver, M.A., P. Gou, M. Gispert, A. Diestre, J. Arnau, J.L. Noguera, A. Blasco, (1994): Comparison of five types of pig crosses. II fresh meat quality and sensory characteristics of dry-cured ham. *Livestock Production Science* 40, 179-185.

Parolari, G., R. Virgili, C. Schivazzapa (1994): Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry-cured hams of normal and defective texture. *Meat Science* 38, 117-122.

Rosell, C.-M., F. Toldrá (1998): Comparison of muscle proteolytic and lipolytic enzyme levels in row hams from Iberian and White pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 76, 117-122.

Ruiz, J., R. Cava, T. Antequera, L. Martín, J. Ventanas, C.L. López-Bote (1998): Prediction of the feeding background of Iberian pigs using the fatty acid profile of subcutaneous, muscle and hepatic fat. *Meat Science* 49, 155-163.

Sárraga, C., M. Gil, J.A. Garcia-Regueiro (1993): Comparison of calpain and cathepsin (B,L and D) activities during dry-cured ham processing from heavy and light large whitw pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 62, 71-75.

Schivazzapa, C., R. Virgili, M. Degni, C. Cerati (1998): Effects of different pig lines on some characteristics of Parma ham. *Ind Conserve* 73, 119-129.

Schivazzapa, C., R. Virgili, G. Parolari (1992): Enzimi proteolitici nel prosciutto stagionato (II-Correlazione con i parametri chimici del muscolo fresco). *Ind Conserve* 67, 413.

Smallings, J.B., J.D. Kemp, J.D. Fox, W.G. Moody (1992): Effects of antemortem injection of papain on the tenderness and quality of dry-cured hams. *Journal of Animal Science* 32, 1107-1112.

Toldrá, F. (1998): Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science* 49, 101-110.

Toldrá, F. (2002): Dry-cured meat products. Food and Nutrition press, inc. Trumbull, Connecticut, USA.

Toldrá, F., Monica Flores (1998): The role of muscle proteases and lipases in flavour development during the processing of dry-cured ham. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutri-*

tion 38, 331-352.

Toldrá, F., Monica Flores, M-C. Aristoy, R. Virgili, G. Parolari (1996a): 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., M. Reig, P. Hernández, J.L. Navarro (1996b): Lipids from pork meat as related to healthy diet. *Recent Res. Development In Nutrition* 1, 79-86.

Uremović, Marija, Z. Uremović (1997): Svinjogojstvo. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1997.

Warner, R.D., R.G. Kauffman, R.L. Russell (1997): Muscle protein changes postmortem in relation to pork quality traits. *Meat Science* 33, 359-372.

Received / Prispjelo: 30.8.2006.

Accepted / Prihvaćeno: 25.9.2006. ■

ASSESSMENT OF PARASITIC INVASIONS IN FISH MEAT ON THE CROATIAN MARKET

Kozačinski¹ L., N. Zdolec¹, M. Hadžiosmanović¹, Ž. Cvrtila¹, I. Filipović¹

SUMMARY

Croatian market is more and more supplied with imported fish, which are frequently infested with different parasites and their developmental stages. Since certain parasites present a potential risk to human health, constant veterinary-sanitary control of fish and fish products in distribution and sale is of utmost importance. This paper presents results of parasitological examinations of frozen hake ($n=143$) and redfish ($n=384$) imported in the Republic of Croatia. *Anisakis* spp. was found in both hake and redfish (66.4 % and 59.6%, respectively). Furthermore, in total 22.4% of hakes were infested with *Kudoa* spp. and 20.3 % of redfish with *Sphyrion lumpi*.

Key words: fish, parasites, food safety

INTRODUCTION

Parasites and their larval stages in fish meat can cause human diseases or organoleptical changes due to which fish are evaluated as hygienically inadequate for human consumption. Of utmost importance in evaluation of hygienic quality of fish are plerocercoid developmental stage of *Diphylobotrium latum*, metacercaria of *Opisthorchis felinus*, larvae of the nematode *Anisakis* spp. and development stages of *Myxosporea*, *Kudoa* spp. and *Henneguya zschokkei* (Kozačinski et al., 2002; Hadžiosmanović and Kozačinski, 2004).

Infestation of fish with larvae of *Anisakis* spp. is frequent in numerous fish species like codfish, hake, sardine, anchovy, salmon, red mullet, tuna and mackerel (Huang, 1988; Orecchia et al., 1989; Pereira Buena, 1992; Sanmartin et al., 1994, quotation Alonso-Gómez et al. 2004). This parasitic infection of fish is of great importance in public health, as it may lead to human diseases due to consumption of raw, or insufficiently heat-treated or preserved fish. Infection with live parasite larvae can be manifested by gastrointestinal symptoms or symptoms of other organ systems due to migration of the larvae through the intestinal wall (Romero et al., 1997; Louredo-Méndez et al., 1997; Amin et al., 2000; Matsuoka et al., 1994, Valls et al., 2005). Moreover, hypersensitivity reactions are possible (oedemas, urticaria, anaphylactic shock) to allergens of dead parasites (Alonso et al., 1997; Audicana et al., 2002). The studies have shown that larvae of *Anisakis* spp. migrate from visceral organs to muscles after the death of fish, so it is recommended to eviscerate the fish immediately after catch, as well as to remove the abdominal part of muscles (Wooten and Cann, 1982; FAO, 2001). In addition, *Anisakis* spp. larvae can be killed by heat treatment at 60°C or by freezing at -20°C for 60 hours (Živković et al., 1989,

¹ Lidija Kozačinski, assoc. professor, Nevijo Zdolec, DVM, Mirza Hadžiosmanović, reg. professor, Željka Cvrtila, Phd, Ivana Filipović, DVM. Department of Hygiene and Technology of Foodstuffs of Animal Origin, Veterinary faculty, University of Zagreb, Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Croatia