

AUTORSKI PREGLED

Razgradnja lipida mišićnog i masnog tkiva tijekom zrenja pršuta

Prevalence of *Campylobacter* spp. in turkey meat from a slaughterhouse and in turkey meat retail products. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 49, 141–145

Engberg, J., F. M. Aarestrup, D. E. Taylor, P. Gerner-Smidt, I. Nachamkin (2001): Quinolone and Macrolide Resistance in *Campylobacter jejuni* and *C. coli*: Resistance mechanisms and Trends in Human Isolates. *Emerging Infectious Diseases*, 7, 24–34.

Faid, M., K. Bakhy, M. Anchad, A. Tantaoui-Elaraki (1995): Almond Paste: Physicochemical and Microbiological Characterization and Preservation with Sorbic Acid and Cinnamon. *Journal of Food Protection*, 58, 547–550.

Friedman C. R., J. Neimann, H. C. Weigener, R. V. Tauxe (2000): Epidemiology of *Campylobacter jejuni* in the United States and other industrialized nations. In *Campylobacter*, 2nd edition, ed. Nachamkin, I. and Blaser, M.J. pp. 483–495, Washington.

Keener K. M., M. P. Bashor, P. A. Curtis, B. W. Sheldon, S. Kathariou (2004): Comprehensive review of *Campylobacter* and poultry processing. *Comprehensive Reviews in Food Sciences and Food Safety (CRFSFS)*, 3, 105–116.

Kemp G. K., M. L. Aldrich, A. L. Waldroup (2001): Acidified sodium chloride antimicrobial treatment of broiler carcasses.

Journal of Food Protection, 63, 1087–1092.

Lastovica A. J. (2006): Emerging *Campylobacter* spp.: the tip of the iceberg. *Clinical Microbiology Newsletter*, 28, 7, 49–56.

Pedersen K., A. Wedderkopp (2003): Resistance to quinolones in *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from Danish broilers at farm level. *Journal of Applied Microbiology*, 94, 111–119.

Saenz, Y., M. Zarazaga, M. Lantero, M. J. Gastanares, F. Baquero, C. Torres (2000): Antibiotic resistance in *Campylobacter* strains isolated from animals, foods and humans in Spain in 1997–1998. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 44, 267–271.

SCVMRPH: Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to public Health. (1998): Benefits and limitations of antimicrobial treatments for poultry carcasses. Available from: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scv/out14_en.html. Brussels, Belgium: European Commission.

Snelling W. J., M. Matsuda, J. E. Moore, J. S. G. Dooley (2005): Under the microscope, *Campylobacter jejuni*. *Letters in Applied Microbiology*, 41, 297–302.

Prispjelo / Received: 16.7.2007.

Prihvaćeno / Accepted: 20.9.2007. ■

RAZGRADNJA LIPIDA MIŠIĆNOG I MASNOG TKIVA TIJEKOM ZRENJA PRŠUTA

Krvavica¹, M., J. Đugum²

SAŽETAK

Lipoliza je složeni biokemijski proces u tkivima buta tijekom prerade pršuta u kojem pod utjecajem endogenih, a manjim dijelom i egzogenih enzima (enzimi mikroorganizama) dolazi do razgradnje lipida intramuskularnog i adipoznog tkiva do slobodnih masnih kiselina. Tijek lipolize intramuskularnih i lipida adipoznog tkiva bitno se razlikuju, što je uvjetovano razlikama u lipidnom i enzimskom sastavu. Intramuskularni lipidi sastavljeni su od triglicerida i fosfolipida te lipoliza ovdje započinje njihovom hidrolizom, pri čemu tijekom hidrolize triglicerida ide preko di- i monoacilglicerola do slobodnih masnih kiselina, a

hidroliza fosfolipida izravno do slobodnih masnih kiselina. Razgradnja lipida adipoznog tkiva (intermuskularna i potkožna masnoća) započinje hidrolizom triglicerida od kojih su uglavnom sastavljeni, preko di- i monoacilglicerola i glicerola do slobodnih masnih kiselina. Proces lipolize ima veliki utjecaj na kvalitetu pršuta zbog izravnog učinka na aromu i okus. Tijek lipolize uvelike ovisi o tipu pršuta, tipu masnog tkiva (adipozno i intramuskularno) te količini endogenih lipolitičkih enzima i specifičnim uvjetima u preradbenom procesu. Slobodne masne kiseline nastale u procesu lipolize, osobito one polinezasićene, stvaranjem prekursora okusa i arome koji služe kao supstrat za budu-

¹ Mr.sc. Marina Krvavica, predavač, Veleučilište „Marko Marulić“ Knin, Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, Hrvatska; E-mail: mkrvavica@veleknin.hr

² Dr.sc. Jelena Đugum, načelnica odjela; Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva, Grada Vukovara 78, 10000 Zagreb

će oksidacijske procese izravno utječu na aromu i okus, odnosno kvalitetu pršuta.

Ključne riječi: lipoliza, pršut.

UVOD

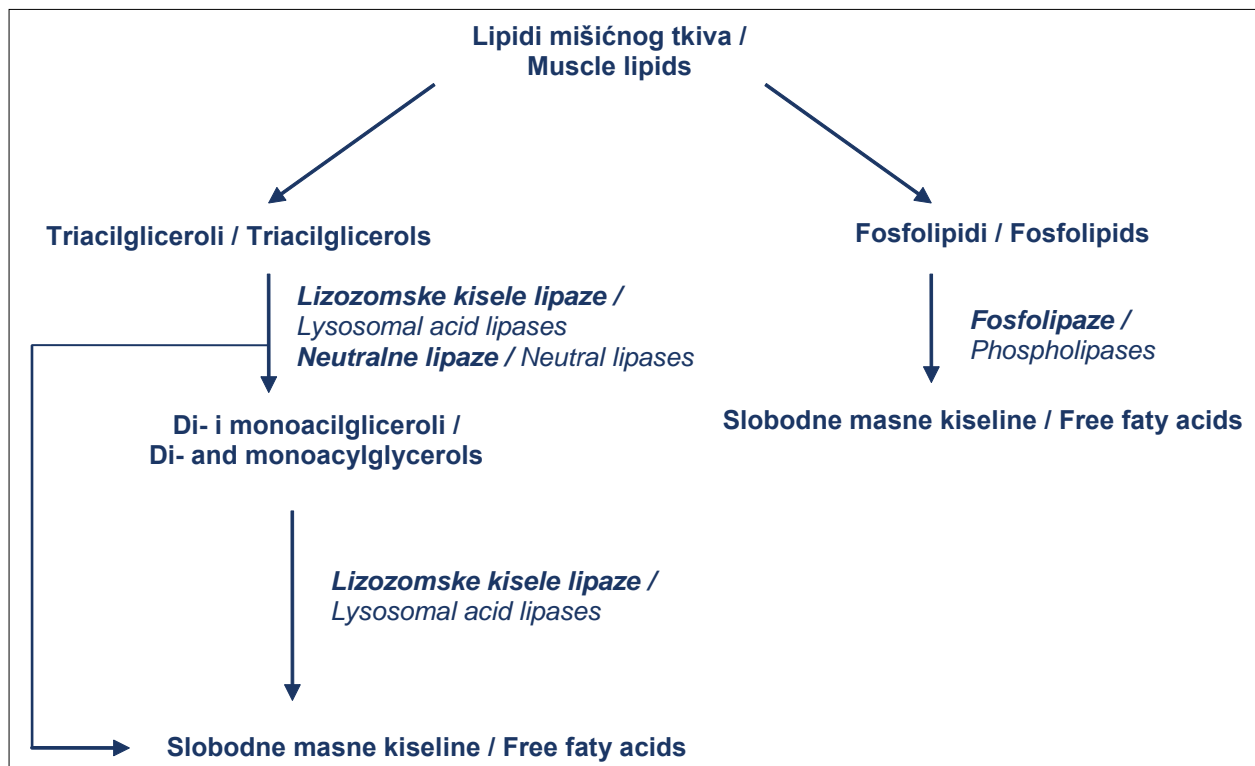
Lipoliza uz proteolizu predstavlja jednu od najvažnijih složenih biokemijskih promjena u tkivima buta tijekom tehnološkog procesa prerade svinjskog buta u pršut. Produkti lipolize igraju vrlo značajnu ulogu u stvaranju komponenata arome i okusa pršuta, te njihovih prekursora. Stoga lipoliza u tkivima pršuta ima visok učinak na kakvoću gotovog proizvoda iz nekoliko razloga (Toldrá, 1998). Slobodne masne kiseline izravno utječu na okus i aromu pršuta stvaranjem prekursora okusa i arome (slobodne polinezasićene masne kiseline) koji služe kao supstrat za buduće oksidacijske procese. U tim se procesima oslobađaju hlapljive tvari specifične arome, postiže se konzistencija masti razgradnjom triglicerida iz adipoznog tkiva pršuta, a moguć je razvoj užegle masti ili razvoj žute boje masnog tkiva u slučaju prekomjerne lipolize i oksidacije. U osnovi, najintenzivnije

lipolitičke promjene događaju se za vrijeme prvih pet mjeseci preradbenog procesa (Toldrá i Flores, 1998), a nastaju uglavnom zahvaljujući djelovanju endogenih enzimskih sustava mišićnog i masnog tkiva pršuta. U manjoj mjeri na lipolitičke promjene utječu i mikrobne lipaze.

Lipide pršuta čine gliceridi sastavljeni od mono-, di- i triglicerida koji su esterificirani na jednu, dvije ili tri masne kiseline te fosfolipidi i kolesterol. Budući da mesni proizvodi općenito sadrže visoku koncentraciju masti, dugogodišnjom selekcijom, uzgojem i hranidbom svinja nastojao se smanjiti udio masti u trupu svinja. Isto tako, pri obradi mesa i pripremi za proizvodnju suhomesnatih proizvoda, nastoji se ukloniti vidljivo masno tkivo. Suhomesnati proizvodi od svinjskog mesa kao što je pršut, ne sadrže višak kalorija, jer je količina masti svedena ispod 30 g/kg (Gandermer, 1999). Sastav masnih kiselina posljednjih je godina intenzivno proučavan zbog utjecaja na razvoj bolesti srca i krvnih žila kod čovjeka. Količina mononezasićenih masnih kiselina iznosi 40-50 %, a najzastupljenija masna kiselina je

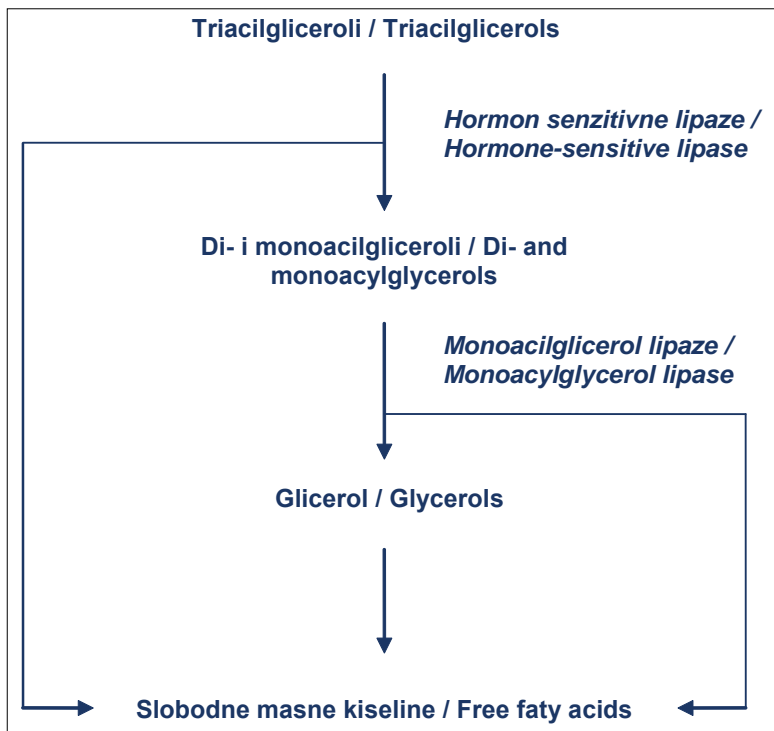
▼ **Slika 1.** Razgradnja lipida mišićnog tkiva pršuta (Toldrá, 2002)

▼ **Figure 1.** Lipolysis in the muscle tissues during the processing of dry-cured ham



▼ **Slika 2.** Razgradnja lipida masnog tkiva pršuta (Toldrá, 2002)

▼ **Figure 2.** Lipolysis in the adipose tissues during the processing of dry-cured ham (Toldrá, 2002)



oleinska, kako u mišićnom, tako i u masnom tkivu. Ovo je vrlo važna činjenica, s obzirom da je oleinska kiselina vrlo efikasna u podizanju nivoa lipoproteina visoke gustoće (ili HDL kolesterola) u plazmi. Međutim, problem kod animalnih lipida je, bez obzira na navedeno, visok sadržaj zasićenih masnih kiselina. Sastav i kakvoća masti suhomesnatih proizvoda značajno ovisi o sastavu obroka svinja, osobito u zadnjoj fazi tova. Korištenje sojinog ili kukuruznog ulja povećava sadržaj linolne kiseline, koja u velikoj mjeri zamjenjuje oleinsku kiselinu (viši odnos C18:2/C18:1), (Monahan i sur., 1991). Ovi lipidi su osjetljiviji na Fe induciranu lipidnu peroksidaciju, koja rezultira povećanjem koncentracije produkata oksidacije tijekom preradbenog procesa. Količina polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) je viša kod proizvoda bogatih fosfolipidima zbog većeg sadržaja PUFA (Leseigneur-Mayneir i Gandemer, 1991). Linolenska kiselina je najvažnija n-3 kiselina, slijede C20:5, C22:5 i C22:6, koje su zastupljene u manjem postotku (manje od 0,4 %). Linolna i arahidonska kiselina su najzastupljenije n-6 masne kiseline.

Primjer masnokiselinskog sastava intramuskularne masti Istarskog pršuta prikazan je na slici 3. (Krvavica, 2003).

Veća zastupljenost masti u pršutima proizvedenima od teških i starijih svinja (iberijski tipovi i korzikanski pršut) posljedica je veće količine intramuskularne masti (mramoriranost), koja ima veći nivo mono- i polinezasićenih masnih kiselina (MUFA i PUFA). Zastupljenost kolesterola u suhomesnatim proizvodima kreće se od 50-100 mg/kg i u osnovi ne ovisi o hranidbi svinja u tovu (Busboom i sur. 1991).

KARAKTERISTIKE LIPAZA MIŠIĆNOG I MASNOG TKIVA

Tijek lipolize u pršutu uvelike ovisi o tipu pršuta, tipu masnog tkiva (potkožno, inter- i intramuskularno) te količini endogenih lipolitičkih enzima i specifičnim uvjetima u preradbenom procesu. U osnovi, lipoliza intramuskularnih lipida teče na način prikazan u slici

1. (Toldrá, 2002). Razgradnja lipida mišićnog tkiva započinje hidrolizom najvažnijih triglicerida i hidrolizom fosfolipida. Daljnjom razgradnjom, pod utjecajem monoacilglicerol lipaze i lizofosfolipaze nastaju di- i monogliceridi i lizofosfolipidi, a slobodne masne kiseline krajnji su produkt lipolize.

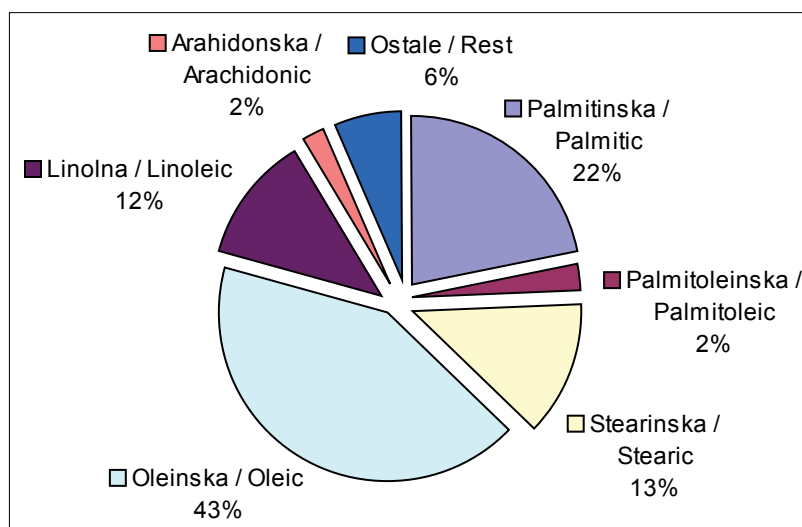
Mišićne lipaze – Lizozomske kisele lipaze su aktivne u kiseloj sredini (pH 4,5 – 5,5), a neutralne lipaze aktivne su u rasponu pH 7,0 – 7,5. Prema Imanaka i sur. (1985), ove lipaze imaju posebnu sklonost da hidroliziraju primarne esterske veze triglicerola. Fosfolipaze A1 i A2 igraju važnu ulogu u biokemijskim putovima razgradnje fosfolipida. Ovi enzimi kataliziraju hidrolizu 1-acil i 2-acil estera, te sn-3-fosfoglicerida u području dodira lipida i vode (Yuan i sur. 1990). Kisele i neutralne esteraze, koje su vrlo stabilne i aktivne, u stanju su hidrolizirati kratki lanac masnih kiselina tri-, di- i monoacilglicerola (Motilva i sur., 1992). Važna osobina mišićnih lipaza je dobra stabilnost i aktivnost tijekom cijelog preradbenog procesa mada je ta aktivnost donekle ograničena zbog relativno kratkog trajanja povoljnih

uvjeta (Krvavica i sur., 2007).

Lipaze masnog tkiva – Ovi enzimi sudjeluju u lipolitičkoj razgradnji tri-, di- i monoglicerida, a zatim i u potonjem stvaranju dugih lanaca slobodnih masnih kiselina u adipoznom tkivu (Slika 2.). Neke lipaze masnog tkiva aktivne su u neutralnoj do bazne sredine (Toldrá, 1992). Hormon senzitivne lipaze nazivaju se još i neutralne lipaze, zbog optimalnog djelovanja pri pH 7,0. Hidrolizom esterskih veza tri- i diacilglicerola na pozicijama sn-1 i sn-3, hormon senzitivne lipaze sudjeluju u stvaranju slobodnih masnih kiselina (Belfrage i sur. 1984). Monoacilglicerol lipaze, također aktivne u neutralnom pH, hidroliziraju monoacilglicerole, a nemaju specifična mjesta hidrolize. Lipoproteinske lipaze su aktivne u baznoj sredini (pH 8,5), a sposobne su hidrolizirati primarne estere. Manje su važne u odnosu na prethodne, jer zasićene monoacilglicerole hidroliziraju puno sporije nego nezasićene (Yuan i sur., 1990). Aktivnost ovih enzima utvrđena je do kraja tehnološke faze odmora (nakon faze salamurenja), dok su za vrijeme sušenja i zrenja aktivni jedino neutralni enzimi (Motilva i sur., 1993a). Kisele i neutralne esteraze su također aktivne i vrlo stabilne u masnom tkivu. Međutim, zbog kratke prisutnosti odgovarajućih uvjeta ovi enzimi stvaraju vrlo malu količinu kratkolančanih slobodnih masnih kiselina (Motilva i sur., 1992).

▼ **Slika 3.** Masne kiseline mišićnog tkiva Istarskog pršuta, % (Krvavica, 2003)

▼ **Figure 3.** Free fatty acids of Istrian dry-cured ham muscle tissues, %



RAZGRADNJA MASTI ADIPOZNOG I MIŠIĆNOG TKIVA

Razgradnja triglicerida mišićnog tkiva nije tako intenzivna kako bi se moglo očekivati (Toldrá, 2002). Stvaranje slobodnih masnih kiselina u mišićnom tkivu u pozitivnoj je korelaciji s periodom maksimalne fosfolipidne razgradnje (Flores i sur., 1985; Motilva i sur., 1993b; Buscailhon i sur., 1994). Koncentracija dvaju glavnih fosfolipida, fosfatidil-kolina i fosfatidiletanolamina, konstantno opada, a tijekom stvaranja slobodnih masnih kiselina u mišićima (30,5 % SFA, 25 % MUFA, i 45 % PUFA) je vrlo sličan tijeku razgradnje fosfolipida (35 % SFA, 20 % MUFA i 45 % PUFA); (Hernández i sur., 1999). Pad koncentracije slobodnih masnih kiselina podrijetlom od fosfolipida posebno se očituje u padu koncentracije linolne, arahidonske, palmitinske i stearinske masne kiseline (Martin i sur., 1999), a ovaj pad je osobito prisutan u ranim fazama prerade. Koncentracija mišićnih fosfolipaza, kao najvažnijih enzima mišićne lipolize, potvrđuje navedene činjenice. Koncentracija stvorenih masnih kiselina raste s odmicanjem procesa prerade pršuta. Nakon šest mjeseci, koncentracija je viša u površinskim mišićima (*m. semimembranosus*) koji sadrže više soli i manje vlage, nego u unutarnjim mišićima (*m. biceps femoris*). Koncentracija soli, pH i aktivnost vode najvažniji su čimbenici koji utječu na lipaznu aktivnost (Toldrá,

2002), a time i na tijek hidrolize lipida. Porast nivoa soli i redukcija aw pojačavaju enzimsku aktivnost in vitro (Vestergaard i sur., 2000).

Masno tkivo čine uglavnom trigliceridi (oko 90 %). Najveći dio triglicerida hidroliziraju neutralne lipaze, a rezultat hidrolize su uglavnom di- i monogliceridi, te slobodne masne kiseline. Proces je intenzivniji od šestog mjeseca prerade nadalje (Motilva i sur., 1993a). Za to vrijeme koncentracija triglicerida pada s 90 % na 76 % (Coutron-Gambotti i Gandemer, 1999). Najprije se hidroliziraju polinezasićene masne kiseline, ali se neke od njih ne akumuliraju zahvaljujući naknadnoj

oksidaciji. Neki trigliceroli bogati oleinskom, linolnom i masnim kiselinama, koje su tekuće na 14-18 °C, lakše hidroliziraju od onih koji su bogati zasićenim masnim kiselinama, kao što su palmitinska kiselina i one koje su krute u navedenom rasponu temperature (Coutron-Gambotti i Gandemer, 1999). To znači da će fizičko stanje triglicerola utjecati na aktivnost lipaza u području dodira ulje – voda.

STVARANJE SLOBODNIH MASNIH KISELINA

Veći broj čimbenika utječe na obim stvaranja i sastav slobodnih masnih kiselina u pršutu tijekom procesa prerade. To su prvenstveno osobine svježeg buta, odnosno genetska osnova, hranidba i način uzgoja svinja, a zatim i tip pršuta, odnosno tehnologija prerade. Indeks kiselosti, kao pokazatelj koncentracije slobodnih masnih kiselina u pršutu, raste do desetog mjeseca preradbenog procesa, nakon čega se rast usporava ili koncentracija čak opada, što je posljedica naknadnih oksidacijskih procesa. Istraživanja in vitro, inkubacijom mišićnih lipaza s čistim fosfolipidima pokazuju da se usporavanje oslobađanja i pad koncentracije slobodnih masnih kiselina događa sljedećim redom: linolna > oleinska > palmitinska > stearinska > arahidonska, što je vrlo slično stvaranju, odnosno povećanju koncentracije (linolna > oleinska > linolenska > palmitinska > stearinska > arahidonska), (Toldrá, 2002). Oleinska, linolna, stearinska i palmitinska masna kiselina akumuliraju se u većoj količini ne samo zbog veće zastupljenosti u početnoj lipidnoj frakciji, nego i zbog veće stabilnosti. Količina oleinske kiseline je osobito visoka kod Iberijskih tipova, Parma i Istarskog pršuta, uglavnom zbog dužeg procesa zrenja, dok je stvaranje kratkolančanih slobodnih masnih kiselina znatno smanjeno (Motilva i sur., 1993a; Buscailhon i sur., 1994).

Lipoliza masnog tkiva je također intenzivna, osobito u početnim fazama procesa prerade. Neke se masne kiseline stvaraju u većoj mjeri, kao što su oleinska, palmitinska, linolna, stearinska, palmitoleinska i miristinska masna kiselina. Kratkolančane masne kiseline vrlo su malo zastupljene (Motilva i sur., 1993a; Buscailhon i sur., 1994).

Ruiz i sur. (1998) predlažu da analiza sadržaja masnih kiselina intramuskularnih lipida pršuta bude

model za određivanje tipa hranidbe i sastava obroka u završnoj fazi tova u uzgoju svinja za proizvodnju pršuta. Ovo je posebno značajno u proizvodnji visoko kvalitetnih tipova pršuta, jer svaka promjena u sastavu obroka značajno utječe na sastav masnih kiselina mišićnog tkiva svinja. Tako npr. oleinska kiselina je najzastupljenija kod svinja hranjenih žirom, dok se veći postotak zasićenih masnih kiselina nalazi kod svinja hranjenih komercijalnim smjesama. Budući da masnokiselinski sastav svježeg buta značajno utječe na tijek i rezultat lipolize, to će značajno utjecati i na stvaranje hlapljivih tvari arome pršuta, odnosno na konačnu kakvoću pršuta. Međutim, masno tkivo (akumulirana mast) ima niži stupanj razgradnje i manje nakupljanje slobodnih masnih kiselina, te metaboličku aktivnost. Zato hranidba u završnoj fazi tova svinja nema utjecaja na masnokiselinski sastav lipida adipoznog tkiva (Ruiz i sur., 1998). Štoviše, veća varijabilnost u sastavu masnih kiselina postoji u odnosu na mjesto uzimanja uzorka za analizu (potkožno i intermuskularno masno tkivo), (Flores i sur., 1988). Zbog toga, Ruiz i sur., (1998), preporučuju analizu intramuskularnih lipida ili lipida jetara, kao bazu za određivanje tipa hranidbe u završnoj fazi tova svinja.

U tablici 1. vidljiva je velika sličnost sastava masnih kiselina i kolesterola različitih tipova suhomesnatih proizvoda, osobito zasićenih i mononezasićenih masnih kiselina. U sastavu zasićenih masnih kiselina prednjači Istarski pršut iz industrijske prerade (Karolyi, 2003) (40,52 %), dok je tradicionalni Istarski pršut (Krvavica, 2003) po sadržaju zasićenih masnih kiselina (36,66 %) sličan ostalim tipovima pršuta. Najniži sadržaj zasićenih (30,40 %), kao i najviši sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (23,-30 %) imaju španjolske trajne kobasice. Nadalje, može se uočiti nešto viši sadržaj polinezasićenih kiselina kod tradicionalnog Istarskog pršuta (16,42 %) u odnosu na ostale tipove pršuta (talijanski 11,50 %; španjolski 11,80 %; francuski 11,40 %). Razlog veće ili manje količine zasićenih, mono- i polinezasićenih kiselina valja tražiti prije svega u pasmini svinja, anatomskom podrijetlu masti (subkutana, inter- ili intramuskularna mast), te osobito u kakvoći hranidbe, odnosno u tehnologiji uzgoja i hranidbe svinja korištenih za suhomesnate proizvode.

▼ **Tablica 1.** Masnokiselinski profil lipida nekih suhomesnatih proizvoda▼ **Table 1.** Lipid profiles of some dry-cured products

Proizvod Product	Zasićene Saturated %	Mononezasićene Monounsaturated %	Polinezasićene Polyunsaturated %	Kolesterol Cholesterol mg/100g
Istarski ¹ / Istrian	36,66	45,79	16,42	85,44
Istarski ² / Istrian	40,52	44,68	12,79	85,21
Talijanski pršut ² /Italian dry-cured ham types	33,50	54,10	11,50	-
Španjolski pršut ³ /Spanish dry-cured ham types	35,50	51,00	11,80	65,00
Francuski pršut ⁴ /French dry-cured ham types	38,30	50,30	11,40	66,00
Am. Country-stile šunka ⁵	37,10	62,90	-	110,00
Talijanske trajne kobasice ⁶ /Italian dry-fermented sausages	37,60	43,50	12,50	70,00
Španjolske trajne kobasice ³ /Spanish dry-fermented sausages	30,40	46,20	23,30	-
Francuske trajne kobasice ⁴ /French dry-fermented sausages	39,70	47,40	12,90	91,00

¹ mono+polinezasićene / mono+PUFA; ¹Krvavica, 2003; ²Karolyi, 2002; ² Baldini i sur. 1992; ³ Navarro i sur. 1997; ⁴ CIC 1995; ⁵ Chen i sur. 1997; ⁶ Novelli i sur. 1998, Demayer i sur. 2000.

UMJESTO ZAKLJUČKA

Lipoliza uz proteolizu predstavlja najznačajniji skup složenih biokemijskih reakcija čiji tijek i učinak izravno doprinose kvaliteti pršuta ponajviše utječući na formiranje konačnih senzornih svojstava. Zbog toga svaki doprinos njihovu razumijevanju, bilo da se radi o definiranju samog tijeka biokemijskih reakcija ili o brojnim čimbenicima i njihovim interakcijama koji utječu na tijek ovih reakcija, ima veliki praktični značaj. Osobito je u tom smislu važno dobro poznavanje uvjeta u kojima su lipolitički enzimi aktivni, tako da se njihovim manipuliranjem može izravno utjecati na tijek i stupanj proteolize, a time i na kakvoću pršuta.

SUMMARY

LIPOLYSIS IN MUSCLE AND ADIPOSE TISSUES DURING THE PROCESSING OF DRY-CURED HAM

Lipolysis is a complex biochemical process of lipids breakdown to free fatty acids by endogenous and partly exogenous (enzymes of microorganisms) enzymes action in intramuscular and adipose tissues during the dry-cured ham processing. Lipolysis in the intramuscular tissues

is quite different from lipolysis in the adipose tissues owing to differences in lipid and enzyme composition, respectively. Triglycerides and phospholipids compose intramuscular lipids so that lipolysis starts with their hydrolysis. Hydrolysis of triglycerides flow over the di- and mono-acylglycerols to free fatty acids and hydrolysis of phospholipid flow directly to free fatty acids. Adipose tissues lipids (intramuscular and subcutaneous tissues) are mostly composed of triglycerides so that lipolysis starts with hydrolysis of triglycerides and flow over the di- and mono-acylglycerols and glycerols to free fatty acids. Process of lipolysis has a great influence on dry-cured ham quality thanks to direct effect on flavour. Many factors as type of dry-cured ham, type of fatty tissue (adipose and intramuscular), composition and quantity of endogenous lipolytic enzymes and specific processing conditions as well, affect the process of lipolysis. Free fatty acids produced by lipolysis process, especially those polyunsaturated, avail as a substrate in future reactions of oxidation producing precursors of flavour and taste directly affect the quality of the dry-cured ham.

Key words: lipolysis, dry-cured ham.

LITERATURA

Belfrage, P., G. Fredrikson, P. Stralfors, H. Tornqvist (1984): Adipose tissue lipases. In Lipases, B. Borgström and H.L. Broc-

kmam (eds.), pp. 365-416. Elsevier, Amsterdam.

Busboom, J.R., D.C. Rule, D. Colin, T. Heald, A. Mazhar, (1991): Growth carcass characteristics and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. *Journal of Animal Science* 69, 1101-1108.

Buscailhon, S., J.L. Berdagué, G. Gandemer, C. Touraille, G. Monin, (1994): Effects of initial pH on compositional changes and sensory traits of French dry-cured hams. *Journal of Muscle Foods* 5, 257-270.

Coutron-Gamboti, C., G. Gandemer (1999): Lipolysis and oxidation in subcutaneous adipose tissue during dry-cured ham processing. *Food Chemistry* 64, 95-101.

Flores, J., P. Nieto, S. Bermell, M.C. Miralles (1985): Changes in lipids during the slow and rapid maturation processes of dry-cured ham and its relation with two quality. *Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.* 25, 117-124.

Flores, J., C. Biron, L. Izquierdo, P. Nieto (1988): Characterization of green hams from Iberian pigs by fast analysis of subcutaneous fat. *Meat Science* 23, 253-262.

Gandemer, G. (1999): Lipids and meat quality: Lipolysis, oxidation, flavor. *Sciences des Aliments* 19, 439-458.

Hernández, P., J.L. Navarro, F. Toldrá (1999): Lipolytic and oxidative changes in two Spanish pork loin products: dry-cured loin and pickled-cured loin. *Meat Science* 51, 123-128.

Imanaka, T., M. Yamaguchi, S. Ahkuma, T. Takano (1985): Positional specificity of lysosomal acid lipase purified from rabbit liver. *Journal of Biochemistry* 98, 927-931.

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.

Krvavica, M., A. Lukić i M. Vrdoljak (2007): Aktivnost proteolitičkih i lipolitičkih enzima tijekom proizvodnje pršuta. *Stručni rad. Meso* 3, 158 - 162.

Leseigneur-Maynier, A., Gandemer, G. (1991): Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of the fibres. *Meat Science* 29, 229-241.

Martín, L., J.J. Córdoba, J. Ventanas, T. Antequera (1999): Changes in intramuscular lipids during ripening of Iberian dry-cured ham. *Meat Science* 21, 129-134.

Monahan, F.J., D.J. Buckley, P.A. Morrissey, P.B. Lynch, J.I. Grey (1991): Influence of dietary fat and α -tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Science* 29, 229-241.

Motilva, M.J., F. Toldrá, J. Flores (1992): Assay of lipase and esterase activities in fresh pork meat and dry-cured ham. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung* 195, 446-450.

Motilva, M.J., F. Toldrá, M.C. Aristoy, J. Flores (1993a): Subcutaneous adipose tissue lipolysis in the processing of dry-cured ham. *Journal of Food Biochemistry* 16, 323-335.

Motilva, M.J., F. Toldrá, P. Nieto, J. Flores, (1993b): Muscle lipolysis phenomena in the processing of dry-cured ham. *Food Chemistry* 48, 121-125.

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.

Toldrá, F. (1992): The enzymology of dry-curing of meat products. In *New Technologies for Meat and Meat Products*, F.J.M. Smulders, F. Toldrá, J. Flores and M. Preto (eds.), pp. 209-231.

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

Toldrá, F., M. 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 Nutrition* 38, 331-352.

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

Yuan, W., D.M. Quin, P.B. Sigler, M.H. Gelb (1990): Kinetic and inhibition studies of phospholipase A2 with short chain substrates and inhibitors. *Biochemistry* 29, 6082-6094.

Vestergaard, C.S., C. Schivazzapa, R. Virgili (2000): Lipolysis in dry-cured ham maturation. *Meat Science* 55, 1-5.

Prispjelo / Received: 29.8.2007.

Prihvćeno / Accepted: 5.10.2007. ■

KAKVOĆA SMRZNUTOG MESA PERADI

Jagica¹, M., N. Zdolec², Ź. Cvrtila², I. Filipović², M. HadŹiosmanović², L. Kozaćinski²

SAŹETAK

U ovom radu dat je pregled literature o utjecaju postupka smrzavanja na kakvoću mesa peradi. Prikazani su podaci o promjenama na kemijskim komponentama mesa

uvjetovane prehranom u smrznutom stanju, kao i o utjecaju niskih temperatura na pojedine vrste mikroorganizama značajne za procjenu zdravstvene ispravnosti mesa peradi. Postupak smrzavanja djeluje konzervirajuće na

¹ Jagica Miroslav, dr.vet.med., Kolodvorska 32a, Novi Jankovci, 32241 Stari Jankovci;

² Dr.sc. Nevijo Zdolec, znanstveni novak –asistent; dr. sc. Źeljka Cvrtila, docent; Ivana Filipović, dr. vet. med; dr. sc. M. HadŹiosmanović, redoviti profesor; dr. sc. Lidija Kozaćinski, izvanredni profesor, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za higijenu i tehnologiju animalnih namirnica, Heinzelova 55, Zagreb