

research of some organism's genome. As this represents an important step in research of pork meat quality by a molecular approach, the paper presents a review of all available Internet bases dedicated to research of pig genome.

Key words: pork meat quality, major gene, QTL, candidate gene, genomic bases

ZUSAMMENFASSUNG DER MOLEKULARE ZUGANG BEI DER FORSCHUNG DER SCHWEINEFLEISCHQUALITÄT

Die Forschung der Qualität des Schweinefleisches stellt ein komplexes Problem und die ständige Beschäftigung der Forscher dar. Eigenschaften, die die Fleischqualität bestimmen, sind schwer durch übliche Selektionsmethoden zu fördern, dies wegen ihrer relativ niedrigen Erbllichkeit und der Tatsache, dass sie quantitativ sind.

Gerade die molekulare Genetik bietet mit ihrem Instrumentarium die Überwindungsmöglichkeiten der erwähnten Beschränkungen. In der Arbeit ist eine Übersicht der bisherigen Erzielungen hinsichtlich der Forschung der Schweinefleischqualität durch die Anwendung von drei Grundzugängen gegeben: Forschung der Majorgene, Forschung von loco der quantitativen Eigenschaften (QTL) und Forschung der potentiellen Kandidatgene. Heutzutage besteht eine Reihe von zugänglichen Genombasen, die eine Prüfung von Markern, QTL oder Polimorphismen eines Nukleotiden (SNP) bei der Forschung eines Organismus ermöglichen. Da dies einen wichtigen Schritt bei der Forschung von Schweinefleischqualität durch den molekularen Zugang darstellt, gibt diese Arbeit eine Übersicht aller zugänglichen Internetbasen, die sich mit Forschung des Schweinegenoms befassen.

Schlüsselwörter: Schweinefleischqualität, Majorgene, QTL, Kandidatgen, Genombasen

SOMMARIO APPROCCIO MOLECOLARE NELLA RICERCA DI QUALITÀ DELLA CARNE SUINA

Ricerca della qualità della carne suina è un problema complesso e una preoccupazione costante di quelli che la fanno. La sua ereditabilità è relativamente bassa, ma è anche estremamente difficile far progredire le caratteristiche qualitative che determinano la qualità di carne usando i soliti metodi selettivi. La genetica molecolare è appunto quella che con i suoi attrezzi offre le possibilità di superare questi limiti. Questo brano rappresenta i conseguimenti nell'ambito di questo tema – nella ricerca della qualità della carne suina sono stati applicati tre approcci base di

genetica molecolare: la determinazione del gene major, la ricerca del luogo (locus) delle caratteristiche quantitative (QTL) e la ricerca dei potenziali geni candidati. Oggi esiste tutta una serie di accessibili basi genomiche, che aiutano l'esaminazione dei marker, i QTL o i polimorfismi di un nucleotide nella ricerca dei genomi di un organismo. Siccome questo rappresenta un passo molto importante nella ricerca della qualità di carne suina tramite l'approccio molecolare, questo lavoro offre il ripasso di tutte le basi su Internet, addette alla ricerca del genoma suino.

Parole chiave: qualità di carne suina, gene major, QTL, gene candidato, basi di genomi

LITERATURA

- Andresen, E., P. Jensen** (1977): Close linkage established between the HAL locus for halothane sensitivity and the PHI (phosphohexose isomerase) locus in pigs of the Danish Landrace breed. *Nord. Vet. Med.* 31, 229-232.
- Beuzen, B. D., M. J. Stear, K. C. Chang** (2000): Molecular markers and their use in animal breeding-review. *Vet. J.* 160, 42-52. doi: 10.1053/tvj.20.
- Carlton, J.G., P. J. Cullen** (2005): Sorting nexins. *Curr. Biol.* 15, 819-820.
- Christian, L.L.** (1972): A review of the role of genetics in animal stress susceptibility and meat quality. In: Cassens, R.G., F. Giesler, Q. Kolb, Editors, *Pork Quality Symposium*. University of Wisconsin, Madison, 1972, Proceedings. str. 91-115.
- Christian, L.L.** (1974): Halothane test for PSS-field application. American association of swine practitioners conference, Des Moines, Iowa, Proceedings. str. 6-13.
- Ciobanu, D., J. Bastiaansen, M. Malek, J. Helm, J. Woollard, G. Plastow, M. Rothschild** (2001): Evidence for new alleles in the protein kinase adenosine monophosphate-activated g3-subunit gene associated with low glycogen content in pig skeletal muscle and improved meat quality. *Genetics* 159, 1151-1162.
- Enfält, A. C., K. Lundström, I. Hansson, S. Johansen, P. E. Nyström** (1997a): Comparison of non-carriers and heterozygous carriers of the RN_ allele for carcass composition, muscle distribution and technological meat quality in Hampshire-sired pigs. *Livest. Prod. Sci.* 47, 221-229.
- Ernst, C. W., A. Robic, M. Yerle, L. Wang, M. F. Rothschild** (1998): Mapping of calpastatin and three microsatellites to porcine chromosome 2q2.1±q2.4. *Anim. Genet.* 29, 212-215.
- Fields, B., R. E. Klont, S. J. Jungst, E.R. Wilson, G. S. Plastow, A. A. Sosnicki** (2002): New DNA marker affecting muscle glycogen content: practical implications for pork quality. Proceedings 48th International Congress of Meat Science and Technology 25-30 August, Rome, Italy (2002), str. 620-621.
- Fujii, J., K. Otsu, F. Zorzato, S. De Leon, V. K. Khanna, J. E. Weiler, P. J. O'Brien, D. H. MacLennan** (1991): Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* 253, 448-451.
- Gerbens, F., G. Rettenberger, J. A. Lenstra, J. H. Veerkamp, M. F. W. Te Pas** (1997): Characterisation, chromosomal localization and genetic variation of the porcine heart fatty acid-binding prote-

in gene. *Mamm. Genome* 5, 328-332.

Goll, D.E., V.F. Thompson, R.G. Taylor, A. Ouali (1998): The calpain system and skeletal muscle growth. *Can. J. Anim. Sci.* 78, 503-512.

Houde, A., S.A. Pommier, R. Roy (1993): Detection of the ryanodine receptor mutation associated with malignant hyperthermia in purebred swine populations. *J. Anim. Sci.* 71, 1414-1418.

Hofmann, K. (1994.): What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. *Meat Focus International* 3 (2), 73-82

Janss, L.L.G., J. A. M. Van Arendonk, E. W. Brascamp (1997): Bayesian Statistical Analyses for Presence of Single Genes Affecting Meat Quality Traits in a Crossed Pig Population. *Genetics* 145, 395-408.

Jonsäll, A., L. Johansson, K. Lundström (2000): Effects of red clover silage and RN genotype on sensory quality of prolonged frozen stored pork (*M. Longissimus dorsi*). *Food Quality and Preference* 11, 371-376.

Josella A., A-C. Enfältb, G. von Sethc, G. Lindahld, I. Hedebrö-Velandere, L. Anderssonf, K. Lundströmb (2003): The influence of RN genotype, including the new V199I allele, on the eating quality of pork loin. *Meat Sci.* 65, 1341-1351

Judge, M.D. (1972): A review of possible methods to detect stress susceptibility and potential and potential low quality pork. In: Cassens, R.G., F. Giesler, Q Kolb, Editors, *Pork Quality Symposium*. University of Wisconsin, Madison, 1972, Proceedings. str. 91-115.

van Laack, R. L. J. M., S. G. Stevens, K. J. Stadler (2001): The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *J. Anim. Sci.* 77, 225-232.

Lefaucheur L, D. Milan, P. Ecolan, C. Le Callennec (2004). Myosin heavy chain composition of different skeletal muscles in Large White and Meishan pigs. *J. Anim. Sci.* 82, 1931-1941.

Le Roy, P., J. M. Elsen, P. Sellier (1990.a): Evidence for a new major gene influencing meat quality in pigs. *Genet. Res.* 55, 33-40.

Le Roy, P., J. C. Caritez, J. M. Elsen, P. Sellier (1994.a): Pigmeat quality: experimental study on the RN locus. 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 7-12 August 1994. University of Guelph, Canada, Proceedings, vol. 19. str. 473-476.

Le Roy, P., G. Monin, J. M. Elsen, J. C. Caritez, A. Talmant, B. Lebre, L. Befaucheur, J. Mourout, H. Juin, P. Sellier (1996.b): Effect of the RN genotype on growth and carcass traits in pigs. 47th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 26-29 August 1996, Lillehammer, Norway, paper AG7.9 (8 pp).

Le Roy, P., J. M. Elsen, J. C., Caritez, A. Talmant, H. Juin, P. Sellier, G. Monin (2000). Comparison between the three porcine RN genotypes for growth, carcass composition and meat quality traits. *Genet. Sel. Evol.* 32, 165-186.

Liu, M., P. Jian, X. Dequan, Z. Rong, L. Fenge, L. Jialian (2007): Associations of MYF5 gene polymorphisms with meat quality traits in different domestic pig (*Sus scrofa*) populations. *Genet. Mol. Biol.*; 30(2): 370-374. doi: 10.1590/S1415-47522007000300012.

Milan, D., J.-T. Jeon, C. Looft, V. Amarger, A. Robic, M. Thelander, C. Rogel-Gaillard, S. Paul, S., Iannuccelli, L. Rask, H. Ronne, H., Lunstrom, N. Reinsch, J. Gellin, E. Kalm, P. Le Roy, P. Chardon, L. Andersson (2000): A mutation in PRKAG3 associated with excess glycogen content in pig skeletal muscle. *Science* 288, 1248-1251.

Miller, K. D., M. Ellis, B. Bidner, F. K. McKeith, E. R. Wilson (2000): Porcine longissimus glycolytic potential level on growth performance, and carcass and meat quality characteristics. *J. Muscle Foods* 11, 169-181.

Minkema, D., G. Eikelenboom, P. Van Eldik (1977): Inheritance of MHS-susceptibility in pigs. In: 3rd international conference on production disease in farm animals. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, Proceedings, str. 203-207.

Naveau, J. (1986): Contribution à l'étude du déterminisme génétique de la qualité de la viande porcine. Heritabilité du rendement technologique. *Journées Rech. Porcine en France* 18, 265-276.

Nezer, C., L. Moreau, D. Wagenaar, M. Georges (2002): Results of a whole genome scan targeting QTL for growth and carcass traits in a Pietrain x Large white intercross. *Genet. Sel. Evol.* 34, 371-387.

Ollivier, L., P. Sellier, G. Monin (1975): Déterminisme génétique du syndrome d'hyperthermie maligne chez le porc de Pietrain. *Ann. Genet. Sel. Anim.* 7, 159-166.

Otto, G., R. Roehe, H. Looft, L. Thielking, P.W. Knap, M.F. Rothschild, G.S. Plastow, E. Kalm (2007): Associations of DNA markers with meat quality traits in pigs with emphasis on drip loss. *Meat Sci.* 75, 185-195

Ovilo C., A. Clop, J. L. Noguera, M. A. Oliver, C. Barragan, C. Rodriguez, L. Silio, M.A.Toro, A. Coll, J. M. Folch, A. Sanchez, D. Babot, L. Varona, M. Perez-Enciso (2002): Quantitative trait locus mapping for meat quality traits in an Iberian x Landrace F2 pig population. *J. Anim. Sci.* 80, 2801-2808.

Sellier, P. (1998): Genetics of meat and carcass traits. U *The genetics of the pig* Urednici: Rothschild, M. F., A. Ruvinsky. CAB International, Cambridge (GBR), 1998, 463-493.

Ślawinska, A., M. Siwek, E. F. Knol, D. T. Roelofs-Prins, H. J. van Wijk, B. Dibbits, M. Bednarczyk (2009): Validation of the QTL on SSC4 for meat and carcass quality traits in a commercial crossbred pig population. *J. Anim. Breed. Genet.* 126, 43-51.

Smolensky, A. V., S. H. Gilbert, M. Harger-Allen, L. E. Ford (2007): Inhibition of myosin light-chain phosphorylation inverts the birefringence response of porcine airway smooth muscle. *J. Physiol.* 578, 563-568.

Wardle R. L., M. GU, Y. Ishida, R. J. Paul (2007): Rho kinase is an effector underlying Ca²⁺-desensitizing hypoxic relaxation in porcine coronary artery. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 293, H23-H29.

Yuang, X.Q., H. Liu, L. J. Guo, Y. Xu, D. Liu (2006.): The mutation site analysis on CAPN1 gene of Wild boar, Min pig and Yorkshire, Yi chuan xue bao = Acta Genet. Sin. 55

<http://www.animalgenome.org/QTLdb/>

Prispjelo: 25. ožujka 2009.

Prihvaćeno: 29. svibnja 2009. ■

SMANJENJE KONCENTRACIJE SOLI U MESNIM PROIZVODIMA

Žlender¹, B.

ZNAJSTVENO STRUČNI DIO

SAŽETAK

Preporučeni dnevni unos soli (NaCl) hranom je 5 do 6 g i prekoračenje predstavlja rizik za hipertenziju odnosno kardiovaskularne bolesti. Unos natrija je najveći sa žitnim (kruh, pecivo) i soljenim, odnosno salamurenim mesnim proizvodima. Funkcije soli kao polifunkcionalnog aditiva u preradi mesa su: senzorska (okus, aroma, tekstura), tehnološka (SVV, topi miofibrilarne proteine) i konzervirajuća (a_w). Opisani su pristupi za smanjenje soli u mesnim proizvodima s minimalnim rizikom za promjenu kvalitete i stabilnosti proizvoda: upotreba nadomjestaka soli, pojačivača arome i maskirnih sredstava, upotreba soli s promijenjenim svojstvima i primjena alternativnih procesnih tehnika. Dan je kratak pregled mogućnosti i postupaka za smanjenje soli u nekim grupama proizvoda: proizvodi iz preoblikovanog mljevenog mesa, pasteurizirane – kuhane kobasice, kuhane (stiješnjene) šunke i sušeni/fermentirani proizvodi.

Ključne riječi: mesni proizvodi, sol (NaCl), smanjenje koncentracije

UVOD

Konзумacija soli (NaCl) u količini većoj od 6 g/dan/osobi može uzrokovati kod odraslih i prije svega kod starijih osoba povišen krvni tlak. Preporuka za dnevni unos soli hranom je 5 do 6 g/dan, a kod ljudi osjetljivih na hipertenziju samo 1 do 3 g/dnevno.

Natrijev klorid je jedan od najčešće upotrebljivanih dodataka u preradi mesa kao i u kulinarski pripremljenim mesnim jelima. Sol utječe na okus, teksturu i stabilnost mesnih proizvoda. Osim specifičnog slanog okusa, sol pojačava aromu proizvoda. Na teksturu proizvoda sol utječe tako da poboljšava vezivanje vode, topi miofibrilarne bjelančevine mesa i na taj način pomaže kod oblikovanja poželjne gelske strukture tijekom toplinske obrade. Kao konzervans sol smanjuje a_w u proizvodu.

Veliku količinu soli u prehrani unosimo s prerađenim namirnicama. Zato bi bilo korisno sadržaj soli smanjiti u onim proizvodima gdje je to tehnološki moguće, a da se

pri tome ne pogorša senzorska kakvoća te mikrobiološka stabilnost i sigurnost proizvoda. Kontrola prehranskog unosa natrija iz mesnih prerađevina je teška zbog vrlo neujednačenog sadržaja soli u istim grupama proizvoda. Tako je npr. u našim obarenim i polutrajnim kobasicama oko 1 % do 2,5 % soli, u sušenom mesu oko 2,5 % do 5 % pa čak i više od 8 %. Zbog velike varijabilnosti soli u istom tipu proizvoda, jedan od najjednostavnijih načina je smanjiti sadržaj soli u onim proizvodima koji su slaniji od prosječnih.

Ukupni unos natrija hranom bio je u Europi po podacima Intersalt Cooperative Research Group (1988.) između 3,5 i 5 g/dan, što iznosi 9-12 g NaCl/dan. Najviše tome pridonose žitarice i njihovi proizvodi (kruh, pecivo): od 26,8 % (SAD) do 37,7 % (Engleska). Na drugom mjestu su mesni proizvodi, s 20,5 % (Irska, Engleska) do 24 % (Finska) (Ruusunen & Puolanne, 2005.). Nemamo točnih podataka koliki je unos natrija s mesnim proizvodima kod potrošača u Sloveniji, a to bismo mogli izračunati iz prodanih količina mesnih proizvoda.

MESO I MESNI PROIZVODI KAO IZVOR NATRIJA

Krto meso sadrži natrij u malim koncentracijama, ispod 100 mg/100 g, na primjer pureće meso 50 mg, pileće 60 mg, goveđe 63 mg i svinjsko meso 70 mg. Kod kulinarskog spremanja mesnih jela sol se dodaje kao začini u količinama od 0,5 do 1,0 g/100 g. Relativno manje soli se po pravilu upotrebljava kod velikih komada mesa, npr. pečenja, nego kod manjih odrezaka. Kontrola dodane soli je slaba, mogli bismo reći „iz ruke kuhara“ i po pravilu se točno ne mjeri. Možemo zaključiti da kod mesnih jela postoji velika rezerva za smanjenje natrija, kako u promjeni receptura začinjavanja jela tako i u obrazovanju i informiranju potrošača da je dosoljavanje hrane štetno za zdravlje.

Glavni izvor natrija su soljeni ili salamureni mesni proizvodi u koje se sol dodaje tijekom prerade. NaCl sadrži 39,3 % natrija. Isto tako natrij se nalazi i u drugim aditivima, koji se upotrebljavaju u preradi mesa: u natrijevom glutaminatu kao pojačivaču okusa, u natrijevom fosfatu, u

¹ Dr. Božidar Žlender, redoviti profesor, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, Slovenija. e-mail: bozidar.zlender@bf.uni-lj.si

natrijevom citratu i ponekad u natrijevom laktatu. Količina natrija u nabrojanim drugim aditivima je manja nego u NaCl. Praksa je pokazala da kod smanjenja sadržaja soli mesna industrija može upotrijebiti Na-laktat za poboljšanje stabilnosti i osjećaja slanosti u koncentraciji oko 1,2 %.

Sadržaj soli u mesnim proizvodima na slovenskom tržištu je vrlo raznolik, u rasponu od 1,0 g/100 g do 5,0 g/100 g i više (Tablica 1).

U našim mesnim proizvodima, kao i u nekim drugim europskim državama i SAD-u, postupno se smanjuje dodatak soli. U Finskoj su tako u posljednjih 25 godina smanjili sadržaj soli u kuhanim kobasicama s prosječnih 2,4 % na 1,7 %. U SAD-u je također zabilježeno smanjenje soli u istom razdoblju za oko 10-15 %. Kod nas te analize o trendu smanjenja soli nemamo, ali je evidentno smanjenje soli ne samo u obarenim i polutrajnim kobasicama, nego i u polutrajnim konzervama (kuhane šunke) i prije svega u proizvodnji sušenog mesa kao što su pršut, suhi vrat, suhe šunke i sl., što je posljedica promijenjene

i savršenije tehnologije prerade. Međutim, tehnološke rezerve za smanjenje soli još uvijek postoje, ali nisu u svim grupama proizvoda iste.

TEHNOLOŠKA FUNKCIJA SOLI

Sol je polifunkcionalni dodatak sa sljedećim osnovnim funkcijama:

- Oblikuje tipičan okus proizvoda;
- Pojačivač je okusa/arome;
- Utječe na teksturna svojstva proizvoda (mekoća, sočnost);
- Djeluje kao konzervans (sigurnost proizvoda);
- Poveća ekonomičnost proizvodnje (poboljšanje SVV mesa- manji gubitak mase).

Sol poboljšava i pojačava aromu mesnih proizvoda. Na okus utječu ioni Na⁺ i Cl⁻. Mast i sol zajedno značajno pridonose senzorskim svojstvima proizvoda. U više masnim proizvodima povećana količina soli dodatno povećava slan okus u usporedbi s manje masnim proizvodima. To znači

▼ **Tablica 1.** Usporedba sadržaja NaCl (g) i Na (mg) u 100 g tipičnih mesnih proizvoda u Sloveniji, Irskoj/V. Britaniji i SAD-u (Golob i sur., 2006.; Desmond, 2006.)

▼ **Table 1.** Comparison of NaCl (g) and Na (mg) content in 100 g of typical meat products in Slovenia, Ireland/G. Britain and USA (Golob et al., 2006; Desmond, 2006)

Proizvod Products	SLO		IRL/VB		SAD	
	NaCl	Na	NaCl	Na	NaCl	Na
Hrenovka Frnkfurter	1.6-1.9	640-740	1.8-2.3	720-920	2.8	1120
Polutrajna kob. (kranjska) Semidurable susage	1.8-2.3	707-917	1.5-2.7	600-1080	1.6	636
Kuhana šunka Cooked ham	1.6-2.2	650-870	2.3-3.0	900-1200		
Prekmurska šunka- sušena šunka Prekmurje ham- dry cured ham	7.6-9.2	2987-3615			3.8	1500
Hamburška slanina (bacon) Hamburg bacon			2.5-3.9	1000-1540	2.6	1016
Salama (zimská) Salami (winter salami)	3.5-4.6	1364-1819	4.6	1800	4.8	1890
Goveđi burgeri-usitnjeno oblikovano meso Beef burgers-chopped shaped meat			0.7-1.0	290-400	0.17	68
Jetrena pašteta Liver pate	1.5	600				
Kraški pršut Karst prosciutto	5.0-8.0	1978-3134				

da povećanje udjela bjelančevina u proizvodima smanjuje osjećaj slanosti, ili drugim riječima, krtiji proizvodi za isti osjećaj slanosti trebaju više soli. Finski istraživači su kod kuhanih šunki utvrdili da je slična slanost proizvoda s 1,7 %, uspoređujući ih s istim proizvodima s 2,0 % i 2,3 % soli. To znači da bi se u to grupi proizvoda mogla smanjiti sol na 1,7 %, odnosno za oko 25 % bez osjetnog smanjenja slanog okusa proizvoda.

Osnovna tehnološka funkcija soli u preradi mesa je topljenje funkcionalnih miofibrilarnih bjelančevina mesa i povećanje sposobnosti za vezivanje vode mesa (SVV). Na taj način se smanjuje gubitak mase u mesnim proizvodima tijekom tehnološke obrade (prije svega toplinskom obradom) što poboljšava mekoću i sočnost proizvoda. Ekstrakcija odnosno topljenje miozina iz miofibrila pomoću dodane soli je vrlo značajna u preradi mesa. U soli topive miofibrilarne bjelančevine stvaraju ljepljivi eksudat na površini komada mesa, koji ih poveže zajedno poslije toplinske obrade. Sol je dakle kritična komponenta za oblikovanje teksture mesnih proizvoda. U proizvodima s malo soli i mnogo dodane vode nužan je dodatak posebnih bjelančevina i drugih funkcionalnih dodataka, da bi se smanjio gubitak mase.

Stabilnost mesnih proizvoda je od vitalne važnosti u slučaju smanjenja soli. Smanjenje koncentracije soli ispod standardne granice bez drugih konzervirajućih učinaka skraćuje trajnost proizvoda. Na primjer, u hamburškoj slanini s 1 % soli već se poslije 2 tjedna pojavi kiseli okus

kod 6°C ako je usporedimo sa slaninom s 2-3 % soli, koja mijenja okus tek poslije 3 tjedna (Desmond, 2006.). U pogledu kemijskog kvarenja NaCl može ubrzati oksidaciju masti i pojavu užegle arome ako se ne upotrebljava zajedno s nitritnom soli. Zamjena NaCl sa KCl ili $MgCl_2$ smanjuje katalitički utjecaj soli na oksidaciju.

PRISTUPI ZA SMANJENJE SOLI U MESNIM PROIZVODIMA

Razvoj proizvoda s niskim sadržajem soli nije jednostavan jer smo vidjeli da osim na tehnološka svojstva i stabilnost, manje soli utječe na manje značajnu aromu proizvoda na koju su potrošači naviknuti. Prije nego se nađe adekvatan substitut za sol, najjednostavniji je način, barem na početku, postupno smanjenje soli u proizvodima. Kod smanjenja soli potrebno je prilagoditi sastav sirovina i tehnologiju proizvodnje. Dakako, jednostavnije je smanjiti sol u slanijim proizvodima. Praksa je pokazala da smanjenje soli do 25 % možemo postići bez osjetne promjene senzorskih osobina nekih grupa proizvoda. Na primjer, u obarenim kobasicama moguće je smanjiti dodatu sol na 1,4 % uz dodatak fosfata, isto tako u kuhanoj šunki na 1,7 % NaCl bez bitne promjene arome.

U preradi mesa su mogući sljedeći pristupi ka smanjenju soli u proizvodima:

- Informirati potrošače o ulozi soli u prehrani i smanjiti njihova očekivanja i zahtjeve u pogledu slanosti proizvoda;

▼ **Tablica 2.** Sadržaj NaCl (g) i Na (mg) v 100g proizvoda u Irskoj/VB i SAD-u, deklariranih kao »proizvodi s niskim sadržajem soli odnosno natrija« (Desmond, 2006.)

▼ **Table 2.** Content of NaCl (g) and Na (mg) in 100g of product in Ireland/GB and USA, declared as "products with low content of salt i.e. sodium" (Desmond, 2006)

Proizvod Products	Irska/VB		SAD	
	NaCl	Na	NaCl	Na
Kobasice polutrajne s manje soli Semi-durable sausages with less salt	1.9	750		
Kobasice s manje masti/soli Sausages with less fat/salt	1.3-1.8	500-700		
Šunka s malo soli Ham with a low content of salt	1.6-2.0	650-800	2.5	969
Hrenovka s malo soli Frankfurter with a low content of salt			0.8	311
Suha salama s malo soli Dry cured salami with a low content of salt			2.4	936
Mesni zajutrak s malo soli (Luncheon meat) Luncheon meat with a low content of salt			2.4	946

- Smanjiti udio dodatne soli;
- Zamijeniti NaCl u cjelini ili djelimično drugim kloridnim solima (KCl, MgCl₂);
- Zamijeniti dio NaCl nekloridnim solima, kao što su fosfati, ili novim procesnim tehnikama, odnosno modifikacijama procesa;
- Poboljšati svojstva soli;
- Kombinirati bilo koji od spomenutih pristupa.

Upotreba nadomjestaka soli

Sol mogu nadomjestiti kalcijev klorid, magnezijev klorid, magnezijev sulfat, glutaminska kiselina, kalijev glutaminat, kalijev klorid. Zamjena NaCl sa KCl ili MgCl₂ ne mijenja funkcionalne uloge soli, međutim, može uzrokovati gorak priokus proizvoda, koji se manje osjeti kod djelimične zamjene NaCl (25 do 45 %). Upotreba kalijevih soli ne preporučuje se potrošačima koji boluju od dijabetesa tipa I, kronične insuficijencije bubrega, insuficijencije nadbubrežne žlijezde te onima koji se oporavljaju poslije preboljele srčne kapi.

Fosfati su također vrlo upotrebljivi kod smanjenja NaCl u proizvodima zbog poboljšanja SVV mesa. Funkcionalnost fosfata zavisi od dodatka soli i zajedno djeluju sinergistički. Moguće je proizvesti obarene kobasice u tipu „ekstra“ ili kuhane šunke s manje soli (1,0 do 1,4 %) ako su dodani K-fosfati umjesto Na-fosfata.

Druge nadomjesne komponente u proizvodima s malo soli mogu biti sredstva za vezanje, koja zamjenjuju u solima topive mesne bjelančevine, npr. funkcionalne bjelančevine, prehrambena vlakna (npr. inulin), hidrokoloidi i škrobovi.

Upotreba pojačivača arome i maskirnih sredstava

Zadatak tih sredstava je smanjiti natrij i očuvati slan okus, smanjiti sadržaj soli do 50 %, poboljšati aromu i osigurati harmoničnost (skladnost) arome te maskirati nepoželjne note u aromi.

Komercijalno se upotrebljavaju brojni agensi kao pojačivači arome i kao maskirna sredstva, koji imaju značajnu ulogu u proizvodima s manje soli. Ti dodaci su: ekstrakti

kvasaca, laktati, mononatrijev glutaminat, nukleotidi (AMP –adenozin 5'-monofosfat, dinatrijev inozinat –E631, gvanilat-E627), peptidi i aminokiseline (L-lizin), hidrolizirane biljne bjelančevine, flavonoidi. Pojačivači okusa aktiviraju receptore u ustima i ždrijelu, tako da kompenziraju smanjenje soli. Kombinacija aminokiseline lizina i sukcininske kiseline može u pogledu arome nadomjestiti do 75 % soli, a istovremeno djeluje antimikrobno i antioksidativno. Natrijev i kalijev laktat pomažu očuvati slan okus kod smanjenja soli. Na primjer, u sušenim fermentiranim kobasicama je moguća zamjena do 40 % soli laktatom, bez primjetljive promjene arome proizvoda. Nukleotidi mogu spriječiti gorak okus u ustima. Tako npr. autolizati kvasaca, koji sadrže peptide, aminokiseline i nukleotide, pomiješani s hidroliziranim biljnim bjelančevinama (HBP) se isto tako upotrebljavaju u pripravcima s malo soli i prekrivaju metalni okus KCl. Tako neki proizvođači nude već pripremljene mješavine KCl, HBP i ekstrakta kvasaca za proizvode s malo natrija. (Desmond, 2006.).

Promjena svojstava soli

Na percepciju slanog okusa soli u čvrstom kristaliziranom stanju utječu veličina i oblik kristala. Sol u pahuljicama sa sitnim kristalima pokazala je veću funkcionalnost jer se bolje i brže topi od granulirane evaporirane soli. To može biti kritično tamo gdje se u recepturi proizvoda ne dodaje voda, npr. u proizvodnji sušenih fermentiranih proizvoda –sušenog mesa i sušenih kobasica. S promijenjenim oblikom kristala sol postaje biološki raspoložljivija, efikasnija je u poboljšanju SVV mesa, povisuje pH nadjev proizvoda, poboljšava topivost miofibrilarnih bjelančevina i zbog svega toga je potrebna manja koncentracija u proizvodu. I gubitak mase tijekom toplinske obrade je manji, zato je moguće izraditi proizvod slične kvalitete s bitno manjim dodatkom soli u obliku finih flekica.

Poseban tip soli je tzv. dendritična sol u obliku finih razgranatih kristala zvijezdastog oblika, niske specifične gustoće i velike specifične površine. Teoretski se rastopi dva puta brže od obične soli i zbog toga je dovoljno učinkovita u mesnom proizvodu u bitno nižoj koncentraciji.

▼ **Tablica 3.** Utjecaj tipa soli na poboljšanje njenih tehnoloških svojstava (Desmond, 2006.)

▼ **Table 3.** The effect of type of salt on improvement of its technological characteristics (Desmond, 2006)

Tip soli Type of salt	pH	Faza topivosti bjelančevina Protein solubility phase (mg/ml)	Ukupni gubitak mase Total loss of mass (%)
Fine krpice / Fine	6.2	34.6	2.6
Dendritična / Dendritic	5.9	29.4	4.2
Vakuumski evaporirana / Vacuum- evaporated	6.0	22.9	7.2

Upotreba tih strukturno promijenjenih soli omogućava proizvodnju mesnih proizvoda sa 45 do 51 % manje soli (Desmond, 2006.).

Alternativne procesne tehnike

Bolja funkcionalna svojstva ima prerigorano meso prerađeno po tehnologiji toplog rasijecanja. Topivost miofibrilarnih bjelančevina u takvom mesu je bolja, isto tako SVV. Količina potrebne soli se u takvom slučaju smanjuje i možemo proizvesti kobasice na bazi mesne emulzije, koje su dovoljno stabilne i senzorski prihvatljive s bitno manje natrija.

Visokotlačna obrada mesa isto tako poboljšava funkcionalna svojstva mišićnih bjelančevina i omogućava manju upotrebu soli. Tako su na primjer hrenovke s manje soli proizvedene iz sirovine obrađene visokim tlakom dobile višu ocjenu za senzorsku kvalitetu nego hrenovke proizvedene po standardnoj recepturi (Cheftel & Culioli, 1997.).

SMANJENJE SOLI U NEKIM GRUPAMA PROIZVODA

Restrukturirani mesni proizvodi

Proizvodi iz mljevenog i preoblikovanog (restrukturiranog) mesa izrađuju se bez ili sa dodatkom fosfata. Po pravilu su ti proizvodi izrađeni iz mesa niže kvalitete, masnoća, ugljikohidrata i drugih polimera, dodanih bjelančevina i vode. Ne postoji tehnološki minimum za sadržaj natrijevog klorida jer se ti proizvodi mogu napraviti i bez dodatka soli stiskanjem, oblikovanjem i prema potrebi konačnim smrzavanjem. Dodatak soli je samo sa senzornog gledišta i zbog smanjenja gubitka mase tijekom toplinske obrade. Dodatak fosfata pojačava slani okus i povezanost proizvoda te sprečava pojavu užeglosti. Kao tehnološka pomagala se umjesto soli u preoblikovane mesne proizvode dodaju sojine bjelančevine, kazeinat, gume i slično. Možemo zaključiti da u toj grupi proizvoda smanjenje natrija ispod 1 % ne predstavlja veliki tehnološki problem.

Pasterizirane – kuhane kobasice

Mnoga istraživanja su pokazala mogućnost smanjenja koncentracije natrija u pasteriziranim kobasicama. Tako su na primjer obarene kobasice pokazale normalnu sposobnost oblikovanja gela kod 0,3 - 0,5 % niže koncentracije soli ako su bili dodani fosfati. U praksi to znači da je dovoljan dodatak 1,5 % soli.

Drugi čimilac kod kuhanih kobasica je sadržaj masti. Ako se istovremeno smanje sol i mast, pojavi se tehnološki problem. Smanjenu mast za 30 % (npr. sa 20 na 14 %) moraju nadomjestiti voda i dodatak 14,3 g NaCl/kg. To ipak znači smanjenje koncentracije natrija ako znamo da je prosječan sadržaj NaCl u obarenim kobasicama izme-

đu 1,6 i 1,8 % (Ruusunen i Paulane, 2005.).

Sljedeća mogućnost je upotreba mješavina soli s manje natrija. Npr. mješavina Pan Salt® sadrži 58% NaCl, 27% KCl, 12% MgCl₂, ali MgSO₄ i njome je unos natrija smanjen za 31-37 % bez dodatka fosfata.

SVV nadjeva i toplinska stabilnost kobasice mogu se također poboljšati dodatkom krumpirovog škroba, sojinih bjelančevina, guma, kazeinata, kolagena (svinjske kože) i drugih sredstava za geliranje.

Prerigorano salamurenje mesa može nadomjestiti upotrebu fosfata jer je kod dodatka 1,3 do 1,5 % soli pasterizirana kobasica dovoljno stabilna i kvalitetna.

Možemo zaključiti da se bez dodatka fosfata sadržaj NaCl može smanjiti na 1,5-1,7 %, a s dodatkom fosfata na 1,4 %, bez rizika tehnološkog kvara proizvoda.

Kuhane (stiješnjene) šunke

U cijelim komadima mesa, kao što su svinjski but i drugi veliki komadi, fascije vezivnog tkiva i celične membrane sprječavaju slobodni prolaz iona u mišićnom tkivu. Difuzija soli u meso je spora i može trajati više dana. Zbog toga se proces salamurenja i difuzije soli ubrza injiciranjem salamure u veće komade mesa i naknadnom mehaničkom obradom (tamblanje, masiranje, izmjena visokog i niskog tlaka). U toj fazi ima sol vrlo značajnu tehnološku funkciju: rastopi miofibrilarne proteine na površini komada mesa i pri tome oblikuje bjelančevinski eksudat (ljepilo), koji tijekom toplinske obrade koagulira i poveže komade mesa. U proizvodu se oblikuje povezana, sočna i mekana tekstura.

Za smanjenje natrija mogu se upotrijebiti mješavine soli iako su šunke osjetljivije na promjene senzorskih svojstava. Do 50 % NaCl (2 %) može se u šunkama zamijeniti sa KCl, da bi bila dobro povezana i senzorska svojstva prihvatljiva.

Možemo zaključiti da su preporučene koncentracije NaCl u kuhanim šunkama zbog nižeg sadržaja masti za oko 0,3 % više nego u pasteriziranim kobasicama.

Sušeni/fermentirani proizvodi

Za normalnu slanost sušenih i fermentiranih proizvoda potrebna je veća koncentracija soli zbog nižeg sadržaja vode (obično ispod 55 %). Koncentracija soli u suhim kobasicama je 3,5 do 4,8 %, u sušenom mesu od 3,8 do 9,2 % (Tablica 1). U toj grupi proizvoda su mogućnosti za smanjenje soli najveće i najviše istraživane.

U suhim kobasicama je donja granica dodane soli 2,5 % za postizanje dobre kvalitete i mikrobiološke stabilnosti. Sniženje soli na 2,25 % već može uzrokovati mekšu teksturu, netipičnu aromu i veći gubitak mase. NaCl može se nadomjestiti do 50 % kalijevim kloridom, magnezijevim kloridom i kalcijevim askorbatom. U tom slučaju mogu

proizvodi imati slabiju konzistenciju.

Kod sušenog mesa smanjenje soli na oko 4 % nije moguće bez prilagođenja tehnologije soljenja mesa prije početka faze sušenja i fermentacije. Želeći smanjiti slanost proizvoda Italijani su u proizvodnji pršuta razvili posebnu tehnologiju soljenja pod nazivom „riposo“. To je tehnologija produženog soljenja, odnosno „odmaranja“ soljenih butova s manje dodane soli u trajanju 90 do 150 dana kod niske temperature, oko 2 do 3 °C. U toku odmaranja se sol u mesu ravnomjerno raspoređi, djelimična dehidracija i sniženje a_w vrijednosti mesa osigurava mikrobiološku stabilnost u sljedećoj fazi zrijenja i sušenja kod povišene temperature, 14 do 20 °C, do kraja proizvodnog procesa koji ukupno traje najmanje 12 mjeseci. Opisana tehnologija se u principu upotrebljava i u proizvodnji kraškog pršuta kao zaštićenog proizvoda. Ponekad još uvijek naletimo na preslane pršute, što može biti posljedica neujednačene težine i kvalitete sirovine. Mogućnosti dodatnog smanjenja soli u pršutima su u izboru sirovine dobre kvalitete i u vremenskoj prilagodbi prve faze soljenja i težine butova.

ZAKLJUČAK

Visok sadržaj natrija u našim mesnim proizvodima mogao bi se smanjiti, ali su te mogućnosti u pojedinim grupama proizvoda različite, s obzirom na to da želimo očuvati karakteristična senzorska svojstva i mikrobiološku stabilnost proizvoda. Sniženje koncentracije natrija možemo postići smanjenjem količine dodatog NaCl, poboljšanjem tehnoloških svojstava soli, zamjenom drugim solima ili mješavinama soli s manje natrija ili bez natrija, zamjenom soli drugim komponentama ili kombiniranim pristupom upotrebe podataka i promijenjene tehnologije prerade.

SUMMARY

DECREASING THE SALT CONCENTRATION IN MEAT PRODUCTS

The recommended daily intake of salt (NaCl) by food is 5 to 6 g and its exceeding represents a risk of hypertension, that is, cardiovascular diseases. The highest intake of sodium is with wheat (bread, rolls) and salted, i.e. pickled meat products. The functions of salt as polyfunctional additive in meat processing are: sensory (taste, aroma, texture), technological (SVV, melts myofibrillar proteins) and conserving (a_w). Approaches to decreasing salt in meat products with minimum risk for changes in quality and stability of products are described: using substitutes for salt, aroma intensifiers and camouflage means, using salt with modified characteristics and applying alternative processing techniques. A short review of possibilities

and procedures of decreasing salt in certain groups of products is given: products from reshaped minced meat, pasteurized- cooked sausages, cooked (pressed) hams and dry cured/ fermented products.

Key words: meat products, salt (NaCl), decreasing concentration

ZUSAMMENFASSUNG VERMINDERUNG DER SALZKONZENTRATION IN FLEISCHERZEUGNISSEN

Das empfohlene Salzeinnehmen (NaCl) durch die Nahrung beträgt 5 bis 6 g. Das Überschreiten dieser Grenze stellt das Risiko für Hypertension und kardiovaskuläre Krankheiten dar. Die größte Natriumeintragung erfolgt durch den Konsum von Getreideerzeugnissen (Brot, Brötchen) und gesalzenen, bzw. gepöckelten Fleischerzeugnissen.. Die Funktionen von Salz als polyfunktionalem Additiv in Fleischverarbeitung sind: sensorische (Geschmack, Aroma, Textur), technologische (SVV, Topen der miofibrillaren Proteine) und Konservierungsfähigkeiten (a_w). Es sind Verfahren für die Verminderung von Salz in Fleischerzeugnissen mit dem minimalen Risiko für eine Änderung von Qualität oder Stabilität des Erzeugnisses beschrieben: der Gebrauch von Salzsurogat, Aromaverstärker und Maskierungsmittel, Gebrauch von Salz mit veränderten Eigenschaften und die Anwendung von alternativen Prozesstechniken. Es ist ein kurzer Überblick von Möglichkeiten und Verfahren für Verminderung von Salz bei einigen Erzeugnisgruppen gegeben: Erzeugnisse aus umgeformten Hackfleisch, pasteurisierte - gekochte Würstchen, gekochter (gepresster) Schinken und getrocknete/fermentierte Erzeugnisse.

Schlüsselwörter: Fleischerzeugnisse, Salz (NaCl), Verminderung der Konzentration

SOMMARIO

RIDUZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI SALE NEI PRODOTTI DI CARNE

L'assunzione giornaliera di sale (NaCl) tramite il cibo dovrebbe limitarsi entro 5 e 6 grammi. Sovrappassando questi limiti si rischia l'ipertensione, cioè le malattie cardiovascolari. La maggiore assunzione di sodio succede grazie alla nutrizione con i prodotti di grano (pane, panini), e quelli di carne insalata. Le funzioni del sale come un additivo polifunzionale nella lavorazione generi alimentari sono: la funzione sensorica (gusto, odore, consistenza), tecnologica (SVV, scioglie le proteine miofibrillari) e quella conservatrice (a_w). Sono stati descritti gli approcci che riguardano la riduzione del sale nei prodotti di carne con il rischio minimo di cambiare la qualità e la stabilità di

prodotti: l'uso dei sostituti sale, dei rinforzanti di odore e i soggetti di maschera, l'uso del sale con le caratteristiche cambiate e l'applicazione delle tecniche alternative di processo. È stato scritto un riassunto breve delle possibilità e dei trattamenti di riduzione del sale in alcuni gruppi di prodotti: i prodotti della carne macinata - le salsicce cotte pasterizzate, il prosciutto cotto ed i prodotti affumicati, cioè fermentati.

Parole chiave: prodotti di carne, sale (NaCl), riduzione di concentrazione

LITERATURA

Cheftel, J.C., J. Culioli (1997): Effect of high pressure on meat: a review. *Meat Science*, 46, 211-234.

Desmond, E. (2006): Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science* 74, 188-196.

Golob, T., V. Stibilj, B. Žlender, U. Doberšek, M. Jamnik, T. Polak, J. Salobir, M. Čandek-Potokar, (2006): Slovenske prehranske tabelle – Meso in mesni izdelki. Biotehniška fakulteta, Ljubljana.

Intersalt Cooperative Research Group (1988): Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *British Medical Journal*, 297, 319-329.

Ruusunen, M., E. Puolanne (2005): Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science* 70, 531-541.

Prispjelo: 28. svibnja 2009.

Prihvaćeno: 12. lipnja 2009. ■

HAZARD ANALYSIS AND CCP DETERMINATION IN THE SMOKED CHICKEN LEG PRODUCTION PROCESS

Filipović¹, I., L. Kozačinski¹, L. Jacxsens², A. Rajković², B. Njari¹, P. Bystrický³, N. Zdolec¹

SUMMARY

Hazard analysis, the first principle within the HACCP system has been identified as one of the most demanding tasks for a HACCP team. The second principle of HACCP is determination of Critical Control Points, at which control can be applied and is essential to prevent or eliminate a food safety hazard or to reduce it to an acceptable level. In this study hazard analysis and CCP determination for the smoked chicken leg production was made. Using UGent method 5 production processes/steps were determined as CCPs.

Key words: CCP, HACCP, hazard analysis, smoked chicken leg

INTRODUCTION

Hazard analysis, the first principle within the HACCP system has been identified as one of the most demanding tasks for a HACCP team (Mortimore and Mayes, 2002). It is the process of collecting and evaluating information on hazards and conditions leading to their presence in foods to decide which are significant for food safety and therefore should be addressed in the HACCP plan. Hazard analysis is composed of: 1.inventarisation of all the hazards present in the food, which can cause adverse effect, 2.hazard assessment/evaluation (probability and severity) and 3.identifying control measures for the hazards control (Codex Alimentarius, 2003; Luning et al.,

¹ University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Hygiene and Technology of Foodstuffs of Animal Origin, Zagreb, Croatia

² University of Ghent, Faculty of Bioscience Engineering, Laboratory of Food Microbiology and Food Preservation, Ghent, Belgium

³ University of Veterinary Medicine in Košice, Department of Food Hygiene and Food Technology, Košice, Slovakia