

PŮVODNÍ A METODICKÉ PRÁCE

DEGRADAČNÉ PROCESY A CHEMICKÉ ZLOŽENIE SOLENÉHO BRAVČOVÉHO MÄSA SO SKRÁTENOU DOBOU ZRENIA

PETRONELA CVIKOVÁ, JURAJ ČUBOŇ,
PETER HAŠČÍK, LENKA TREMBECKÁ, JANA
TKÁČOVÁ a LUKÁŠ HLEBA

*Katedra hodnotenia a spracovania živočíšnych produktov,
Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľno-
hospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra
alenortepcc@gmail.com*

Došlo 3.1.18, prepracované 8.3.19, prijaté 25.4.19.

Kľúčové slová: mäso, stehno, krkovička, intermuskulárny tuk, bielkoviny, soľ, prchavé dusíkaté látky, malondialdehyd

Úvod

Spracovanie sušeného soleného mäsa je založené na tradičných výrobných postupoch pozostávajúcich zo solenia, sušenia a zrenia^{1,2}. Zrecí proces zahŕňa komplex biochemických a chemických zmien, počas ktorého sa tvorí charakteristická aróma a chuť sušeného, soleného mäsa. Intenzita arómy a vône sušeného, soleného mäsa je výsledkom rozsiahlej lipolýzy a proteolýzy, ktoré sú úmerné dĺžke času zrenia. Zrecí proces prebieha za kontrolovaných podmienok (teplota, relatívna vlhkosť a prúdenie vzduchu), aby sa zabránilo mikrobiálnej kontaminácii a minimalizoval sa úbytok hmotnosti³. Proteolýza je jedným z najdôležitejších biochemických procesov počas dozrievania soleného, bravčového mäsa. Počas tohto procesu sa tvoria degradačné metabolity, ktoré sú štiepne produkty svalových bielkovín, od vysokomolekulárnych až po voľné aminokyseliny a biogénne amíny (BA)⁴. S predĺžením doby zrenia prichádza k rozsiahlemu rozkladu makromolekulárnych bielkovín a tvorbe vysokého počtu ich štiepných frakcií. Tento rozklad prispieva k formovaniu jedinečnej chuti sušeného, soleného mäsa. V procese dekarboxylácie aminokyselín alebo afináciou a transamináciou aldehydov a ketónov prichádza ku tvorbe BA účinkom enzýmov natívnej mikroflóry. Ich koncentrácia v čerstvom mäse je veľmi nízka. Niektoré BA môžu vzniknúť pri skladovaní mäsa a neregulovanou tvorbou vyvolávať nežiaduce účinky na ľudský organizmus⁵. Preto je

veľmi dôležité monitorovať potenciálnu tvorbu toxických látok počas procesu sušenia a zrenia. Pri výrobe sušených mäsových výrobkov sa nepoužíva prídavok mikroorganizmov, takže tvorba BA môže byť ovplyvnená len teplotou, vlhkosťou a dobou zrenia⁶.

Lipidová peroxidácia je oxidačná degradácia lipidov. Je to proces, pri ktorom voľné radikály viažu elektróny z lipidov. Tento proces prebieha mechanizmom radikálovej reťazovej reakcie. Najčastejšie ovplyvňuje polynenasýtené mastné kyseliny, pretože obsahujú viacnásobné dvojité väzby, medzi ktorými sú metylénové mostíky ($-\text{CH}_2-$), ktoré majú najmä reaktívne atómy vodíka⁷.

Toxické sú predovšetkým niektoré aldehydy, ako napr. malondialdehyd (MDA), ktorý sa viaže na voľné aminogrupy proteínov. Dôsledkom toho sa proteíny agregujú a stávajú sa citlivejšie k proteolytickej degradácii^{8,9}.

Množstvo toxických zložiek tvorených počas zrenia môže byť hodnotené množstvom ukazovateľov, ako prchavé dusíkaté látky (TVB-N) a množstvo reaktívnych látok kyseliny tiobarbiturovej (TBA)¹⁰.

Cieľom práce bolo analyzovať základné chemické zloženie soleného, bravčového mäsa pri skrátenej dobe zrenia vo vákuu a vplyv na degradáciu bielkovín a tukov pomocou stanovenia TVB-N a MDA.

Experimentálna časť

Jatočné telá 10 jatočných ošipaných finálneho hybridu (K-HYB) o hmotnosti približne 110 kg boli rozrábané 24 hodín po zabití. Zo stehna (10 vzoriek) bola odobratá vzorka z *Musculus semimembranosus* a z krkovičky (*Musculus longissimus dorsi*) stredná časť (10 vzoriek). Vzorky o hmotnosti približne 1 kg boli solené v 10% roztoku NaCl 7 dní pri teplote 2–4 °C. Kvalita suroviny a soleného mäsa bola analyzovaná: v čerstvom mäse pred solením, po nasolení (7 dní zrenia) a po 28 dňoch zrenia vo vákuu. Po soliacom procese boli vzorky mäsa údené 2 hodiny a následne analyzované. Po analýze boli vzorky vákuovo zabalené a skladované 28 dní pri teplote 4 °C.

Stanovenie základného zloženia FTIR metódou, prístroj: Nicolet 5700

Vzorky mäsa boli zomleté v malom vibračnom mlynčeku s 1–2 ml KBr. Homogénna hmota zomletého mäsa bola následne zlisovaná do tenkej tablety. Analyzované boli celkové bielkoviny, intramuskulárny tuk a obsah vody.

Stanovenie TVB-N destilačne s následnou titráciou

Detekcia TVB-N sa vykonáva rôznymi analýzami, medzi ktoré patrí aj titračná metóda¹¹. TVB-N boli extrahované zo vzorky zhomogenizovaného mäsa použitím roztoku kyseliny chloristej o koncentrácii 0,6 mol l⁻¹. Po alkalizácii sa extrakt destiloval vodnou parou a prchavé zásadité zložky sa absorbovali zbernou nádržou na kyslý absorbent. Koncentrácia TVB-N bola stanovená titráciou absorbovaných zásaditých látok použitím Tashiro indikátora.

Stanovenie MDA spektrofotometricky

Stanovenie peroxidácie lipidov vychádza z poznatku, že Fentonová alebo HaberWeissova reakcia vyvoláva akumuláciu lipidových peroxidov vo vzorke (1,5 g). Tieto peroxidy sa rozkladajú pôsobením TBA (1 ml), ktorá stimuluje lipoperoxidatívnu reťazovú reakciu. Výsledkom reakcie je tvorba MDA. Reakcia sa zastavuje butylhydroxitoluénom (5 ml) a následne je vyhodnotená spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 532 nm (cit.¹²).

Pre vyhodnotenie výsledkov bol použitý program SAS 9.2 s využitím aplikácie Enterprise Guide 4.2. Sledované ukazovatele boli zhodnotené pomocou vybraných popisných charakteristík a charakteristík variability (x – aritmetický priemer, s – smerodajná odchýlka, s_x – štandardná chyba priemeru, v% – variačný koeficient). Vzhľadom na charakter biologického materiálu bola významnosť rozdielov medzi skupinami testovaná pomocou neparametrického Wilcoxonovho testu¹³.

Výsledky a diskusia

V experimente boli analyzované chemické parametre soleného bravčového stehna a krkovičky a degradačné procesy v čerstvom mäse, po 7 dňoch solenia a po 28 dňoch zrenia vo vákuu.

Priemerný obsah bielkovín v čerstvej svalovine stehna (*Musculus semimembranosus*) bol 24,52 g/100 g (tab. I) a 25,39 g/100 g po solení mäsa (tab. II). Mierne vyšší obsah bielkovín bol po 28 dňoch zrenia mäsa, 25,58 g/100 g (tab. III). V čerstvej krkovičke (*Musculus longissimus dorsi*) bol obsah bielkovín (21,65 g/100 g) po nasolení mäsa takmer rovnaký 21,41 g/100 g a po 28 dňoch zrenia krkovičky sa zvýšil na 22,82 g/100 g (tab. I, II, III). Po 28 dňoch zrenia sa obsah bielkovín zvyšoval v solenom stehne aj krkovičke. Vyšší obsah bielkovín v stehne je spôsobený tým, že v stehne je vyšší podiel sarkoplazmatických a myofibrilárnych bielkovín a nižší obsah intramuskulárneho tuku. Naopak v krkovičke je vyšší podiel bielkovín sarkolemy (väzivových bielkovín: kolagén, elastín, retikulín), vyskytujúcich sa predovšetkým vo väzivách, kde tvoria rôzne membrány a sú súčasťou spojivového tkaniva¹⁴.

Obsah intramuskulárneho tuku (IMT) v čerstvom stehne (tab. I) bol nižší (1,06 g/100 g) ako v čerstvej krkovičke (5,17 g/100 g). Obsah IMT v stehne bol po siedmych dňoch solenia (tab. II) 1,20 g/100 g a v solenej krkovičke sa znížil na 3,88 g/100 g. Po 28 dňoch zrenia bol v solenom stehne obsah IMT 1,05 g/100 g a v solenej krkovičke sa zvýšil na 4,10 g/100 g (tab. III). V stehne po vyzretí mohlo dôjsť k poklesu obsahu IMT v dôsledku oxidácie

Tabuľka I

Základné chemické zloženie, TVB-N a MDA čerstvého stehna (*Musculus semimembranosus*) a krkovičky (*Musculus longissimus dorsi*)

Parametre		Bielkoviny [g/100 g]	IMT ^a [g/100 g]	Voda [g/100 g]	TVB-N ^b [mg/100 g]	MDA ^c [mg/kg]
Stehno	x	24,52	1,06	73,47	7,41	0,04
	s	0,33	0,20	0,25	1,60	0,00
	s _x	0,15	0,09	0,11	0,72	0,00
	min.	24,12	0,75	73,11	6,09	0,04
	max.	24,96	1,26	73,77	9,31	0,04
	v%	1,33	19,27	0,34	21,62	6,19
Krkovička	x	21,65	5,17	71,94	6,45	0,06
	s	0,75	1,33	0,53	0,26	0,02
	s _x	0,33	0,59	0,24	0,12	0,01
	min.	20,88	3,75	71,51	6,19	0,04
	max.	22,43	6,39	72,70	6,77	0,09
	v%	3,45	25,65	0,74	3,98	36,99

^a IMT – intramuskulárny tuk, ^b TVB-N – prchavé dusíkaté látky, ^c MDA – malondialdehyd

Tabuľka II

Základné chemické zloženie, TVB-N a MDA bravčového mäsa po 7 dňoch solenia v stehne (*Musculus semimembranosus*) a krkovičke (*Musculus longissimus dorsi*)

Parametre		Bielkoviny [g/100 g]	IMT ^a [g/100 g]	Voda [g/100 g]	TVB-N ^b [mg/100 g]	MDA ^c [mg/kg]
Solené stehno	x	25,39	1,20	70,13	6,79	0,05
	s	0,32	0,64	0,67	0,30	0,00
	s _x	0,14	0,28	0,29	0,14	0,00
	min.	25,04	0,69	68,96	6,42	0,04
	max.	25,86	2,22	70,56	7,22	0,05
	v%	1,26	52,9	0,95	4,47	7,47
Solená krkovička	x	21,41	3,88	71,38	7,85	0,06
	s	0,66	1,27	0,82	0,99	0,01
	s _x	0,29	0,57	0,37	0,44	0,00
	min.	20,68	2,15	70,78	6,67	0,06
	max.	22,00	5,15	72,78	8,89	0,07
	v%	3,09	32,73	1,15	12,65	8,14

^aIMT – intramuskulárny tuk, ^bTVB-N – prchavé dusíkaté látky, ^cMDA – malondialdehyd

Tabuľka III

Základné chemické zloženie, TVB-N a MDA soleného bravčového stehna (*Musculus semimembranosus*) a krkovičky (*Musculus longissimus dorsi*) po 28 dňoch zrenia

Parametre		Bielkoviny [g/100 g]	IMT ^a [g/100 g]	Voda [g/100 g]	TVB-N ^b [mg/100 g]	MDA ^c [mg/kg]
Solené stehno	x	25,58	1,05	69,92	19,29	0,08
	s	0,74	0,37	0,08	1,88	0,01
	s _x	0,34	0,17	0,03	0,84	0,01
	min.	24,51	0,78	69,80	16,08	0,07
	max.	26,61	1,70	70,00	21,02	0,10
	v%	2,91	35,12	0,11	9,74	0,08
Solená krkovička	x	22,82	4,10	69,70	22,15	0,11
	s	1,32	0,99	0,61	2,09	0,02
	s _x	0,59	0,45	0,27	0,93	0,10
	min.	21,03	2,54	68,99	20,50	0,07
	max.	24,29	5,25	70,65	24,47	0,13
	v%	5,79	24,35	0,87	9,43	21,26

^aIMT – intramuskulárny tuk, ^bTVB-N – prchavé dusíkaté látky, ^cMDA – malondialdehyd

lipidov². V solenej krkovičke bol pokles IMT po 28 dňoch zrenia markantnejší, ako v solenom stehne vzhľadom na zvýšený obsah bielkovín, čím je krkovička náchylnejšia ku lipidickej oxidácii polyneenasýtených masných kyselín a k nadmernej produkcii reaktívnych foriem kyslíka¹⁵. Ako

indikátor lipidickej oxidácie bola zvolená tvorba MDA. Po 28 dňoch zrenia (tab. III) sa oxidácia tukov prejavila ako výrazný nárast produkcie MDA z hodnoty 0,044 g/100 g v čerstvom stehne na 0,082 g/100 g v solenom stehne. Taktiež bol zistený v čerstvej krkovičke nárast produkcie

MDA z 0,057 g/100 g na 0,109 g/100 g v krkovičke po 28 dňoch zrenia. S predlžovaním doby zrenia prichádza k rozsiahlemu rozkladu makromolekulárnych bielkovín a tvorbe vysokého počtu štiepných frakcií bielkovín¹⁶. Ako indikátor proteolytickej degradácie bola zvolená tvorba TVB-N. V procese zrenia bol výrazný nárast TVB-N, v čerstvom stehne (tab. I) z hodnoty 7,41 mg/100 g na 19,29 mg/100 g (tab. III) po 28 dňoch zrenia a v čerstvej krkovičke z 6,45 mg/100 g na 22,15 mg/100 g po 28 dňoch zrenia.

Záver

Cieľom práce bola analýza základného zloženia, TVB-N a MDA v solenom bravčovom stehne (*Musculus semimembranosus*) a solenej bravčovej krkovičke (*Musculus longissimus dorsi*), ktoré zreli vo vákuu 28 dní. Počas procesu zrenia došlo k štiepeniu makromolekulových bielkovín a tvorbe vysokého počtu nízkomolekulových zlúčenín v dôsledku proteolytického rozkladu a výraznému nárastu tvorby MDA v procese oxidácie lipidov. V bravčovom stehne je nižší podiel intramuskulárneho tuku ako v krkovičke a po skladovaní 28 dní je v stehne nižší obsah TVB-N. Obsah MDA bol po skladovaní 28 dní rovnaký v stehne a krkovičke.

Na základe testovaní odporúčame bravčové stehno na solenie a dlhodobé skladovanie vzhľadom na jeho väčší podiel sarkoplazmatických a myofibrilárnych bielkovín a nižší podiel bielkovín sarkolemy.

Zoznam skratiek

BA	biogénne amíny
IMT	intramuskulárny tuk
MDA	malondialdehyd
TBA	tiobarbitúrová kyselina
TVB-N	prchavé dusíkaté látky

LITERATÚRA

- Jurado A., Garcia C., Timon M. L., Carrapiso A. I.: *Meat Sci.* 75, 585 (2007).
- Ruiz J., Garcia C., Muriel E., Andrés A. I., Ventanas J.: *Meat Sci.* 61, 347 (2002).
- Caballero B., Finglas P. M., Toldrá F.: *Encyclopedia of food and health*. Academic Press, Kidlington 2016.
- Zhao Y., Abbar S., Amoah B., Phillips T. W., Schilling M. W.: *Meat Sci.* 111, 183 (2016).
- Martuscelli M., Pittia P., Casamassima L. M., Manetta A. C., Lupieri L., Neri L.: *Food Chem.* 116, 955 (2009).
- Ruiz-Capillas C., Jiménez-Colmenero F.: *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44, 489 (2005).
- Alvarez-Parrilla E., Mercado-Mercado G., La Rosa L. A. D., Diaz J. A. L., Wall-Medrano A., González-Aguilar G. A.: *Food Sci. Technol.* 34, 371 (2014).
- Del Rio D., Stewart A. J., Pellegrini N.: *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 15, 316 (2005).
- Galgano F., Favati F., Bonadio M., Lorusso V., Romano P.: *Food. Res. Int.* 42, 1147 (2009).
- Bover-Cid S., Hugas M.: *J. Appl. Microbiol.* 100, 40 (2006).
- Čuboň J., Cviková P., Haščík P., Kačániová M., Kunová S., Hleba L., Bobko M., Trembecká L., Bučko O., Tkáčová J.: *JMBFS* 7, 209 (2017).
- Guofeng J., Lichao H., Chengliang L., Yuhua Z., Cheng C., Yuehan Z., Jianhao Z., Meihu M.: *Food Sci. Tech-Brazil.* 64, 1099 (2015).
- SAS 9.2 Enhanced Logging Facilities, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008.
- Dall'Asta C., Galaverna G., Bertuzzi T., Noseriti A., Pietri A., Dossena A., Marchelli R.: *Food. Chem.* 120, 978 (2010).
- Benedini R., Parolari G., Toscani T., Virgili R.: *Meat Sci.* 90, 431 (2012).
- Cviková P., Čuboň J., Kunová S., Kačániová M., Hleba L., Haščík P., Trembecká L., Bartošová G.: *Potravinárstvo* 10, 418 (2016).

P. Cviková, J. Čuboň, P. Haščík, L. Trembecká, J. Tkáčová, and L. Hleba (*Department of Animal Products Evaluation and Processing, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia*): **Degradation Processes and Chemical Composition in Salted Pork Meat with Shorter Maturing Time**

The aim of this study was to analyse and evaluate chemical composition and degradation of proteins and fat of salted pork neck (*Musculus longissimus dorsi*) and ham (*Musculus semimembranosus*). The samples were analyzed before salting (fresh meat), after salting and after 28 days of maturing. The chemical composition (intramuscular fat content in g/100 g, total proteins in g/100 g, total water in g/100 g) were analyzed by the FTIR method. The total volatile basic nitrogen content was analyzed by the distillation and titrimetric method. The malondialdehyde was determined by the spectrophotometric method. The formation of volatile basic nitrogen and malondialdehyde significantly increased during the maturing process. It can be stated that salted pork meat, vacuum packed and stored in vacuum for 28 days at 4 °C has a pleasant smell and taste and is suitable for consumption. Based on the test, the pork ham is more suitable for salting and longer storage.

Keywords: meat, ham, neck, intramuscular fat, protein, salt, volatile nitrogenous substances, malondialdehyde