

Vplyv kombinácie ionizujúceho žiarenia a tepelnej konzervácie na zmeny lipidov hovädzieho mäsa

LADISLAV ŠORMAN — ALICA RAJNIAKOVÁ — ZUZANA SALKOVÁ

Súhrn. Sledovali sa chemické zmeny lipidov v modelových vzorkách hovädzieho mäsa (sval longissimus dorsi) pripravených kombinovanou konzerváciou — termo-sterilizácia (35 min/121 °C) a ožarovanie gama lúčmi dávkami 2—6 kGy — hneď po príprave a počas skladovania pri +20 °C. So zvyšujúcou sa dávkou žiarenia dochádza k vzrastu čísla kyslosti a peroxidového čísla a k poklesu 2-tiobarbiturového čísla lipidov. Z použitých kombinácií ako najvhodnejšia sa ukázala kombinácia stacionárnej sterilizácie 35 min/121 °C a nasledujúce ožarovanie dávkou 4 kGy.

Použitie ionizujúceho žiarenia patrí medzi moderné metódy konzervácie potravín, ktoré si už našli praktické uplatnenie. Úprava potravín ionizačným žiarením, tzv. rádiokonzervácia, je spôsob predlžovania trvanlivosti neúdržvaných potravín v čerstvom stave bez použitia vysokých alebo hlbokých teplôt a chemických prostriedkov, založený na ničení mikroorganizmov ionizačným žiarením. V praxi sa používa gama žiarenie pre jeho vysokú ionizačnú schopnosť a dobrú prenikavosť, pričom nevyvoláva umelú rádioaktivitu.

Vedľa pozitívnych účinkov, t. j. ničenie mikroorganizmov, má však gama žiarenie aj účinky nežiadúce — ovplyvňuje stav labilných zložiek potravín a vyvoláva tak nepriaznivé zmeny prejavujúce sa zhoršením zmyslových vlastností a akosti potravín. Hľadajú sa možnosti, ako znížiť dávky žiarenia pri dosiahnutí rovnakého stupňa sterility. Kombinácia ožarovania s inými konzervačnými metódami je jednou z nich. Použitie tepla a ožarovania študovali viacerí odborníci: Huber [1], Morgan [2], Kempe [3, 4], Savagaon [5]. Medzi teplom a ionizačným žiarením existuje synergický efekt, ktorý sa dá využiť

Prof. Ing. Ladislav Šorman, CSc., Ing. Alica Rajniaková, CSc., Katedra chémie a technológie sacharidov a potravín, Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

Ing. Zuzana Salková, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Trenčianska 53, 825 09 Bratislava.

zistením, ktorá kombinácia, dávka — čas zahrievania — teplota sú najekonomickejšie pri zachovaní akosti finálneho výrobku.

Vhodnosť kombinácie termosterilizácie s nižšou intenzitou záhrevu a nasledujúceho ožarovania sme sledovali na modelových vzorkách hovädzieho mäsa. Použili sme dávky ionizujúceho žiarenia 2—6 kGy, čo sú dávky nižšie, ako je maximálna dávka (10 kGy) povolená komisiou JECFI, združujúcou odborníkov organizácií OSN (IAFA, FAO, WHO) koncom roku 1980.

Materiál a metódy

Na experimentálne štúdium zmien lipidov vplyvom kombinovanej konzervácie sme ako skúmaný materiál použili modelové vzorky výrobku hovädzie mäso vo vlastnej štave (sval longissimus dorsi), pripravené podľa smerných odborových noriem (1968). Vzorky pripravené podľa príslušného technologického postupu sme plnili do plechoviek 99×63 mm pri zachovaní vsádzkovej hmotnosti 420 g a uzatvorili na poloautomatickej uzatváračke. Vzorky sme sterilizovali v technologickom laboratóriu katedry na parnom stolnom sterilizátore PS 20 A a hneď po termosterilizácii ožarovali na prototypovom ožarovacom zariadení čs. výroby so zdrojom žiarenia ^{60}Co pri dávkovej rýchlosti $2644,06 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ homogenity $\pm 2 \%$ vo Výskumnom ústave potravinárskom v Bratislave.

Použitie tepelné režimy, dávky žiarenia i označenie modelových vzoriek uvádza tabuľka 1.

Tabuľka 1. Prehľad vzoriek a podmienky kombinovanej konzervácie
Table 1. The review of samples and the conditions of the combined canning

Vzorka ¹	Označenie vzorky ²	Sterilizácia (zahrievací režim) ³	Dávka žiarenia ⁴ [kGy]
mäso nesterilizované ⁵	S_0	—	—
hovädzie mäso stacionárne sterilizované ⁶	S_1	60 min/121 °C	—
hovädzie mäso stacionárne sterilizované ⁶	(kontrola) ⁸		
hovädzie mäso konzervované kombináciou metód ⁷	S_2	35 min/121 °C	—
	O_2	35 min/121 °C	2
	O_4	35 min/121 °C	4
	O_6	35 min/121 °C	6

¹Sample; ²Labelling of sample; ³Sterilization (heating regime); ⁴Dose of irradiation; ⁵Beef non-sterilized; ⁶Beef stationary sterilized; ⁷Beef sterilized in combination with mentioned methods; ⁸Control.

Modelové vzorky hovädzieho mäsa sme analyzovali hneď po príprave, po 21 a 42 dňoch skladovania.

Na izoláciu lipidov zo svalového tkaniva sme použili zmes chloroformu a metanolu v pomere 2 : 1 [6]. Vo vyizolovanom tuku sa sledovalo číslo kyslosti [6] a peroxidové číslo [6]. Číslo kyslosti udáva množstvo mg KOH potrebných na neutralizáciu 1 g tuku. Peroxidové číslo udáva množstvo O₂ viazaného masnými kyselinami lipidov schopného oxidovať jodid na jód a vyjadruje sa v mikroekvivalentoch alebo v mikrogramoch O₂ v 1 g tuku. Tiobarbiturové číslo sme stanovili destilačnou metódou [6] a vyjadruje množstvo mg malóndialdehydu v 1 g vzorky.

Výsledky

Podstatou prospešných i nežiadúcich účinkov ionizačného žiarenia na potraviny je rádiolýza, t. j. štiepenie bielkovinových, lipidických, sacharidických a ostatných zložiek bunkovej hmoty mikroorganizmov, ale aj vlastnej potraviny v miere úmernej ožiareniu. V tejto práci chceme poukázať na vplyv žiarenia v kombinácii s termosterilizáciou na lipidy hovädzieho mäsa. Zamerali sme sa na sledovanie niektorých charakteristických tukových konštánt, ako sú číslo kyslosti, peroxidové a tiobarbiturové číslo, a to hneď po príprave a počas skladovania (+20 °C) modelových vzoriek.

Číslo kyslosti charakterizuje stupeň hydrolytických zmien lipidov. So zvyšujúcou sa dávkou žiarenia pri použitej metóde konzervácie dochádza k vzrastu čísla kyslosti, čo vidieť z tabuľky 2. Výsledky sa zhodujú s prácami domácej a zahraničnej literatúry, v ktorých sa uvádza, že použitie ionizačného žiarenia v rozmedzí 1—10 kGy zvyšuje číslo kyslosti, obsah masných kyselín, bod topenia, refraktometrickú a dielektrickú konštantu, viskozitu a hustotu [7].

Tabuľka 2. Zmeny čísla kyslosti lipidov vo vzorkách hovädzieho mäsa [mg KOH.g⁻¹]
Table 2. The acid number changes of lipids in beef samples [mg KOH g⁻¹]

Označenie vzorky ¹	Hneď po konzervácii ²			Po 21 dňoch skladovania ³			Po 42 dňoch skladovania ⁴		
	\bar{x}	<i>s</i>	zmeny ⁵ [%]	\bar{x}	<i>s</i>	zmeny ⁵ [%]	\bar{x}	<i>s</i>	zmeny ⁵ [%]
S ₀	2,2	0,14	100	—	—	—	—	—	—
S ₁	7,0	0,14	318	6,22	0,23	283	7,7	0,1	350
S ₂	3,5	0,57	159	—	—	—	—	—	—
O ₂	4,9	0,14	223	7,05	0,42	320	4,05	0,4	184
O ₄	8,25	0,21	375	8,98	0,42	408	6,95	0,6	316
O ₆	9,15	0,07	416	10,75	9,45	489	8,65	0,4	393

\bar{x} — priemerná hodnota; Average value.

s — smerodajná odchýlka; Standard deviation.

¹Labelling of sample; ²Immediately after sterilization; ³After 21 days' storage; ⁴After 42 days' storage; ⁵Changes.

Tabuľka 3. Zmeny peroxidového čísla lipidov vo vzorkách hovädzieho mäsa [$\mu\text{g O}_2 \cdot \text{g}^{-1}$]
 Table 3. Changes of lipid peroxide number in beef samples [$\mu\text{g O}_2 \cdot \text{g}^{-1}$]

Označenie vzorky ¹	Hneď po konzervácii ²			Po 21 dňoch skladovania ³			Po 42 dňoch skladovania ⁴		
	\bar{x}	s	zmeny ⁵ [%]	\bar{x}	s	zmeny ⁵ [%]	\bar{x}	s	zmeny ⁵ [%]
S_0	22,1	0,9	100	—	—	—	—	—	—
S_1	27,1	0,1	123	20,05	0,4	91	22,3	0,6	101
S_2	24,4	0,5	111	—	—	—	—	—	—
O_2	23,6	0,4	107	14,5	0,4	66	18,9	0,5	85
O_4	25,2	0,5	114	16,0	0,8	72	20,3	0,6	92
O_6	25,8	0,8	117	18,3	0,6	83	21,1	0,3	95

For explanations see Table 2.

Tabuľka 4. Zmeny tiobarbiturového čísla lipidov vo vzorkách hovädzieho mäsa [mg malónďialdehydu $\cdot \text{g}^{-1}$]
 Table 4. The changes of lipid thiobarbiturate number in beef samples [mg of malonic dialdehyde g^{-1}]

Označenie vzorky ¹	Hneď po konzervácii ²			Po 21 dňoch skladovania ³			Po 42 dňoch skladovania ⁴		
	\bar{x}	s	zmeny ⁵ [%]	\bar{x}	s	zmeny ⁵ [%]	\bar{x}	s	zmeny ⁵ [%]

V priebehu skladovania pri $+20^{\circ}\text{C}$ došlo najprv k ďalšiemu miernemu vzrastu (po 21 dňoch) a po 42 dňoch skladovania k miernemu poklesu čísla kyslosti. Klesajúci charakter čísla kyslosti po 42 dňoch skladovania poukazuje na degradáciu voľných mastných kyselín na iné zlúčeniny.

Peroxidové číslo charakterizuje intenzitu oxidačných procesov prebiehajúcich pri tepelnej úprave a počas skladovania. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že hodnota peroxidového čísla sa zvýšila v porovnaní so surovým mäsom (S_0 — nesterilizovaná vzorka) vo vzorke kontrolnej (S_1 — stacionárne sterilizovaná 60 min/ 121°C) o 23 % a vo vzorkách pripravených kombinovanou konzerváciou (termosterilizácia—ionizačné žiarenie) o 11—17 % (tab. 3). Po 21 dňoch skladovania sme zistili výrazný pokles peroxidového čísla a v priebehu ďalšieho skladovania došlo k miernemu vzrastu peroxidového čísla.

Stanovenie peroxidového čísla sme doplnili stanovením sekundárnych oxidačných produktov — 2-tiobarbiturovým číslom. Hodnoty tiobarbiturového čísla klesajú so zvyšujúcou sa dávkou žiarenia pri použitej kombinácii konzervácie. K ďalšiemu poklesu hodnôt tiobarbiturového čísla došlo aj v priebehu skladovania pri $+20^{\circ}\text{C}$ (tab. 4).

Napokon možno konštatovať, že pri danej kombinácii metód konzervácie (termosterilizácia—ionizujúce žiarenie) došlo iba k nepatrným zmenám lipidov hovädzieho mäsa, čo potvrdili aj senzorické hodnotenia, ktoré aj po 240 dňoch skladovania hodnotili vzorky prijateľne [8]. Získané výsledky štúdia zmien lipidov hovädzieho mäsa poukazujú na vhodnosť použitej kombinácie termosterilizácie s nižšou intenzitou záhrevu a nižšou dávkou gama žiarenia. Z použitých kombinácií ako najvhodnejšia sa ukázala kombinácia stacionárnej sterilizácie 35 min/ 121°C a nasledujúce ožiarenie dávkou 4 kGy.

Literatúra

1. HUBER, W. — BRASCH, A. — WALY, A., Food Technol., 7, 1953, s. 109.
2. MORGAN, B. H. — REED, J. M., Food Res., 19, 1954, s. 357.
3. KEMPE, L. L., Appl. Microbiol., 3, 1955, s. 246.
4. KEMPE, L. L., Proc. Int. Conf. on Preservation of Food with Ionizing Radiation, Cambridge, MIT 1959, s. 103.
5. SAVAGAON, K. A. — VENUGOPAL, V. — KAMAT, S. V. — KUNTA, U. S. — SREENIVASAN, A., J. Food Sci., 37, 1972, s. 148.
6. DAVÍDEK, J., Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1977, s. 718.
7. URBAIN, W. M., Advances in Food Research, Vol. 24. New York, Academic Press 1978, s. 155.
8. ŠORMAN, L. — HOZOVÁ, B. — RAJNIAKOVÁ, A., Chemické a biochemické zmeny potravín konzervovaných kombinovanými metódami. III. Štúdium chemických a biochemických zmien viaczložkových potravín konzervovaných kombinovanými metódami. Výskumná správa. Bratislava, Chemickotechnologická fakulta SVŠT 1985, s. 248.

Влияние комбинации понижающего излучения и тепловой консервации на изменения липидов говядины

Резюме

Наблюдали за изменениями липидов в модельных образцах говядины (мышца *longissimus dorsi*), изготовленных с помощью комбинированной консервации — термостерилизации (35 мин/121 °C) и облучение гамма-лучами в дозах 2 — 6 кГр непосредственно после подготовки и в течение хранения при температуре + 20 °C. С повышающейся дозой облучения повышаются кислотное и перекисное числа и снижается 2-тиобарбитуровое число липидов. Из примененных комбинаций самой подходящей оказалась комбинация стационарной стерилизации 35 мин/121 °C и последующее облучение дозой 4 кГр.

The effect of the ionizing radiation in combination with thermosterilization on the changes of beef lipids

Summary

Changes of lipids in beef model samples (*museulus longissimus dorsi*) prepared at combined canning—thermosterilization (35 min/121 °C) and irradiated by gamma rays in doses of 2—6 kGy immediately after their preparation and during the storage at 20°C were investigated. Using the increasing doses of radiation the acid number and also the peroxide one were increased and the 2-thiobarbiturate number of lipids was decreased. The most suitable combination proved to be stationary sterilization 35 min/121 °C followed by irradiation 4 kGy.