

Kombinovaný účinok termosterilizácie a ionizujúceho žiarenia na uchovateľnosť konzervovaných potravín

BERNADETTA HOZOVÁ — LADISLAV ŠORMAN — ZUZANA SALKOVÁ —
HELENA FAZEKAŠOVÁ

Súhrn. V práci sa skúmal vplyv binárnej kombinácie konzervačných metód — zníženej intenzity termosterilizácie a rozličných dávok ionizujúceho žiarenia na obsah mikroorganizmov v jednozložkových (hovädzie mäso vo vlastnej šťave, karfiol v slanom náleve) a dvojzložkových (hovädzie mäso s karfiolom) modelových konzervárenských výrobkov počas 115-dňového skladovania pri laboratórnej teplote ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Z experimentálnych výsledkov vyplynulo, že zvolený kombinovaný proces konzervácie zaručil dostatočnú skladovaciu stabilitu skúmaných výrobkov počas niekoľkomesačného skladovania. Postačujúca zvolená dávka ionizujúceho žiarenia bola 5 kGy pre obidva druhy modelových vzoriek, a to tak z mikrobiologického, nutričného (niektoré vitamíny skupiny B, vitamín C, —SH skupiny atď.), ako aj senzorického (vzhľad, farba, vôňa, chuť, konzistencia, šťavnatosť) hľadiska. Táto problematika bude však predmetom iných prác.

Kombinácia termosterilizácie ionizujúceho žiarenia pri sterilizácii potravín poskytuje tieto možnosti:

- balenie vo veľkých obaloch,
- väčší výber baliaceho materiálu,
- zachovanie fosílnnej energie, pretože proces je kratší alebo prebieha pri nižšej teplote,
- lepšiu kvalitu produktu [1].

V praxi sa tento proces uskutočňuje tak, že sa zníži intenzita termosterilizácie a zvolia sa také dávky ionizujúceho žiarenia, aby výsledkom bol synergický alebo aspoň aditívny efekt. V poslednom desaťročí vzrástol záujem o túto

RNDr. Bernadetta Hozová, prof. Ing. Ladislav Šorman, CSc., Ing. Helena Faze-
kašová, Katedra chémie a technológie sacharidov a potravín, Chemickotechnologická
fakulta SVŠT, Jánska 1, 812 37 Bratislava.

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

kombináciu technologických procesov, čo stručne dokumentuje tento prehľad literatúry:

Okazawa a Matsuyama [2] skúmali vplyv kombinácie tepla a ionizujúceho žiarenia na inaktiváciu buniek rozličných druhov baktérií, najmä mutanty *Escherichia coli* K-12 a termofilné baktérie rodu *Streptococcus*. Autori zistili, že spoluúčinnosť tepelného zásahu a ožiarovania je efektívnejšia ako sólovo aplikovaný tepelný proces.

Grecz a kol. [3] študovali vplyv tepla a ionizujúceho žiarenia na DNK bakteriálnych spór. Zistili vyššiu senzitivnosť spór *Bacillus subtilis* 168 a *Clostridium botulinum* 62 A na tepelné opracovanie (90 °C/10—30 min) po miernom ožiarení (0,5—3 kGy). Kombinácia tepla a ionizujúceho žiarenia spôsobila deštrukciu závitnice DNK a tým inaktiváciu spór.

Zmenu tepelnej senzitivity *Clostridium perfringens* typu A vplyvom ionizujúceho žiarenia študovali Gombas a Gomez [4]. Spóry *Cl. perfringens* boli postupne ožiarované 7 kGy a/ alebo zahriate na 93—100 °C. Záhrev a nasledujúce ožiarovanie inaktivovali spóry (40—94 %), ak však boli spóry ožiarované pred zahrevom, ich senzitivita sa zvýšila. Stupeň termosenzitivity gradoval s dávkou ionizujúceho žiarenia.

Teufel [5] dokumentuje problematiku vysoko rádiorezistentných mikroorganizmov — nepomerne vyššia účinnosť na ich redukcii sa dosiahla použitím kombinácie teplo—ionizujúce žiarenie. Štúdie týchto procesov sa môžu uplatniť napr. pri kontrole *Vibrio parahaemolyticus* kontaminujúceho ryby, ale aj iné výrobky.

Anellis a kol. [6] overovali mikrobiologickú bezchybnosť baleného hovädzieho mäsa inokulovaného spórami *Clostridium botulinum* a ožiarovaného rozličnými dávkami po predchádzajúcom tepelnom ošetrení. Limitujúca bola dávka 41,2 kGy, keď obsah buniek sledovaného mikroorganizmu poklesol o 12 log poriadkov. Kombinácia teplo—ionizujúce žiarenie zaručila mikrobiologickú bezchybnosť baleného hovädzieho mäsa bez chladiarenských podmienok.

Kampelmacher [7] uvádza, že kombinácie ionizujúceho žiarenia a miernych tepelných zásahov (pasterizácia) zvyšuje inaktivačný účinok ožarovania špeciálne na plesne. Synergický efekt tepla a ionizujúceho žiarenia pri inaktivácii plesní závisí od optimálnej kombinácie obidvoch procesov. Najefektívnejšie je ožarovanie po tepelnom ošetrení [8].

Kombináciu teplo—ionizujúce žiarenie v rozličných modifikáciách opisujú aj ďalší autori [9, 10], chýba však zatiaľ konkrétna, jednoznačne účinná a optimálne zvolená metóda na dosiahnutie mikrobiologickej bezchybnosti a zároveň primeranej nutričnej a senzorickej uchovateľnosti konzervovaných potravín.

Našou snahou bolo prispieť k objektivizácii poznania v tejto problematike preverením mikrobiologickej kvality jednozložkových a dvojzložkových potra-

vín konzervovaných kombináciou nižšej intenzity záhrevu a rozličných dávok ionizujúceho žiarenia v korelácii so senzoričkou a nutričnou kvalitou počas niekoľkomesačného skladovania pri laboratórnej teplote ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Materiál a metódy

Kvôli porovnaniu zmien skúmaných mikrobiologických ukazovateľov oproti východiskovému obsahu sme okrem dvojzložkového výrobku hovädzie mäso s karfiolom podrobili kombinovanej konzervácii jednozložkové výrobky, a to zvlášť výrobok hovädzie mäso vo vlastnej šťave a zvlášť výrobok karfiol v slanom náleve. Všetky modelové vzorky boli pripravené podľa smerných odborových noriem [11].

Hovädzie mäso vo vlastnej šťave. Na prípravu modelových vzoriek tohto typu sme použili hovädzie zadné mäso, zbavené šliach a tuku, nakrájané na kocky rozmerov $3 \times 3\text{ cm}$ (420 g).

Karfiol v slanom náleve. Na prípravu modelových vzoriek typu karfiol v slanom náleve sme z dôvodov sezónnosti použili zmrazený blanšírovaný karfiol, ktorý sme ukladali do plechoviek P 1/2 v množstve 200 g. Slaný nálev s prídavkom kyseliny citrónovej [11] ohriaty na $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ sme doplnili do plechoviek na konečnú vsádkovú hmotnosť 420 g.

Hovädzie mäso s karfiolom. Na prípravu hovädzieho mäsa s karfiolom sme spracovali zmrazený karfiol nakrájaný na kúsky, ktoré sme rovnomerne pokladali do plechoviek ($99 \times 63\text{ mm}$) s kúskami mäsa (200 g mäsa + 200 g karfiolu). Z prísad sa použila iba soľ podľa normy [12].

Po naplnení všetkých uvedených druhov vzoriek sme plechovky uzatvorili a sterilizovali pri dvoch zahrievacích režimoch: 30 min/ $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 60 min/ $121\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vzorky sterilizované 60 min/ $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ slúžili ako porovnávacie, kým vzorky sterilizované 30 min/ $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ sme ožarovali vo VÚP v Bratislave (ožarovacie zariadenie čs. výroby, zdroj žiarenia ^{60}Co pri dávkovej rýchlosti $2644,09\text{ Gy/h}$, homogenita $\pm 2\%$; kapacita ožarovacej komory 4,5 l). Dávky ionizujúceho žiarenia pre mäsovozeleninové vzorky, ako aj pre vzorky karfiolu v slanom náleve boli 3 a 5 kGy, pre hovädzie mäso vo vlastnej šťave sme navyše zvolili dávky 7 a 9 kGy. Prehľad pripravených vzoriek, ich označenie a dávky ionizujúceho žiarenia uvádza tabuľka 1. Celkove sme pripravili 14 druhov vzoriek, ktoré sme analyzovali po príprave (1. deň) a ďalej po 24, 50 (hovädzie mäso vo vlastnej šťave) a 115 dňoch skladovania (hovädzie mäso s karfiolom) pri laboratórnej teplote ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Celkový počet mezofilných mikroorganizmov, počet koliformných mikroorganizmov, počet aeróbných spórotvorných mikroorganizmov (mezofilných) a počet kvasiniek a plesní sme stanovili podľa ČSN 56 0100 [13].

Tabuľka 1. Prehľad vzoriek, zahrievacích režimov a dávok žiarenia výrobku hovädzie mäso s karfiolom

Table 1. Survey of samples, heating regimes and radiation doses of the product containing beef and cauliflower

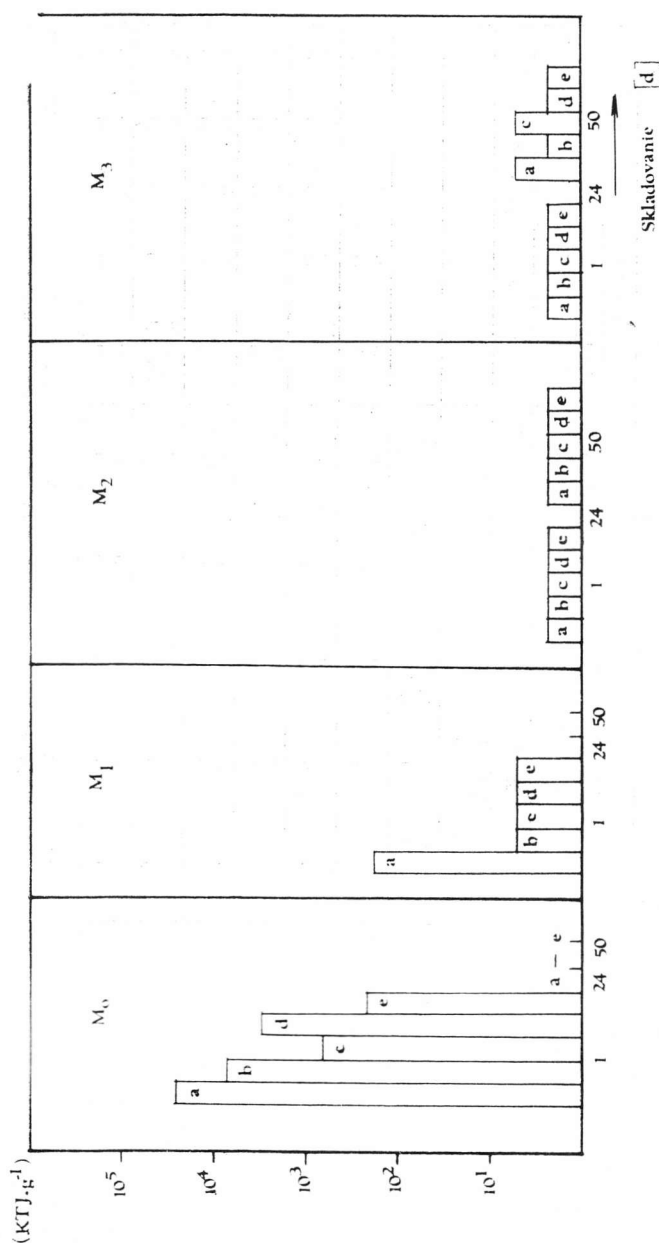
Vzorka ¹	Označenie vzorky ²	Zahrievací režim ³ [min/°C]	Dávka žiarenia ⁴ [kGy]
hov. mäso surové ⁵	M ₀	—	—
hov. mäso steriliz. ⁶	M ₁	13-30-15/121 °C	—
hov. mäso steriliz.	M ₂	13-60-15/121 °C	—
hov. mäso steriliz.	M ₃	13-30-15/121 °C	3
hov. mäso steriliz.	M ₅	13-30-15/121 °C	5
hov. mäso steriliz.	M ₇	13-30-15/121 °C	7
hov. mäso steriliz.	M ₉	13-30-15/121 °C	9
karfiol nesteriliz. ⁷	K ₀	—	—
karfiol steriliz. ⁸	K ₁	10-10-12/116 °C	—
karfiol steriliz.	K ₂	12-20-15/116 °C	—
karfiol steriliz.	K ₃	10-10-12/116 °C	3
karfiol steriliz.	K ₅	10-10-12/116 °C	5
hov. mäso s karfiolom ⁹ sterilizované	MK ₁	13-30-15/121 °C	—
hov. mäso s karfiolom sterilizované	MK ₂	13-60-15/121 °C	—
hov. mäso s karfiolom sterilizované	MK ₃	13-30-15/121 °C	3
hov. mäso s karfiolom sterilizované	MK ₅	13-30-15/121 °C	5

¹Sample; ²Sample label; ³Heating regime; ⁴Radiation dose; ⁵Raw beef; ⁶Sterilized beef; ⁷Non-sterilized cauliflower; ⁸Sterilized cauliflower; ⁹Beef with cauliflower.

Výsledky a diskusia

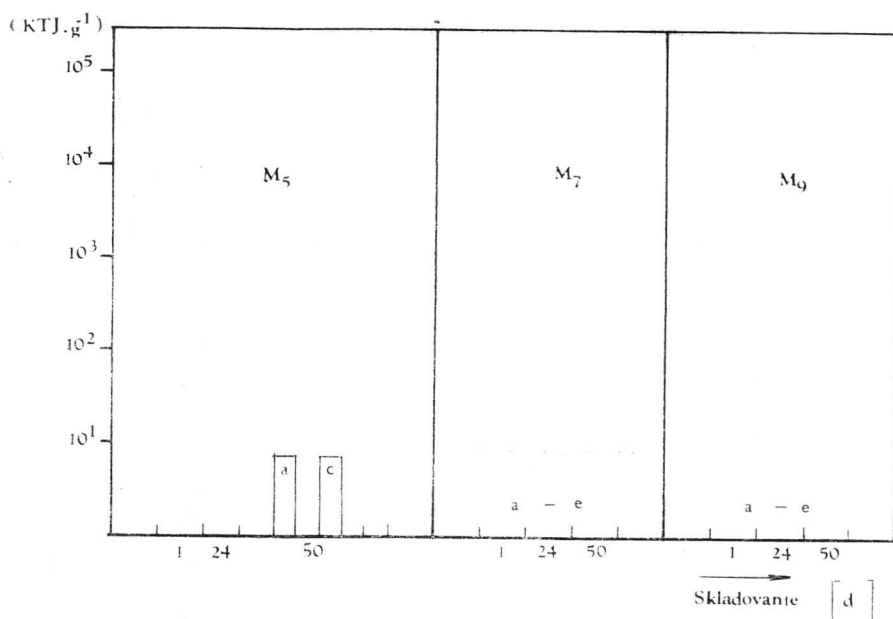
Výsledky v tabuľke 2 zhrnújú počet zvolených skupín mikroorganizmov v surovom hovädzom mäse a nesterilizovanom karfirole; ďalej sa v tabuľke uvádzajú zmeny počtu jednotlivých mikrobiologických ukazovateľov v hovädzom mäse s karfiolom vplyvom kombinovaného procesu konzervácie a 115-dňového skladovania. Obrázky 1—4 znázorňujú vývoj mikrobiologického obrazu hovädzieho mäsa vo vlastnej šťave, karfiolu v slanom náleve a hovädzieho mäsa s karfiolom v priebehu sledovaného skladovania (50 a 115 dní).

Zhodnotenie výsledkov mikrobiologickej kontroly surového hovädzieho mäsa (tab. 2, obr. 1) ukázalo, že surovina bola kontaminovaná priemerne — celkový počet mikroorganizmov (ďalej CPM) sa pohyboval okolo $1,92 \cdot 10^4$, počet koliformných baktérií $6,2 \cdot 10^3$, počet aeróbných spórotvorných mikro-



Obr. 1. Mikrobiologický obraz hovädzieho mäsa vo vlastnej šťave počas 50-dňového skladovania.

Fig. 1. Microbiological recording of beef in its own juice during 50-day storage. ¹Total number of microorganisms; ²Coliform microorganisms; ³Aerobic spore-forming microorganisms; ⁴Yeasts; ⁵Moulds; ⁶Storage.

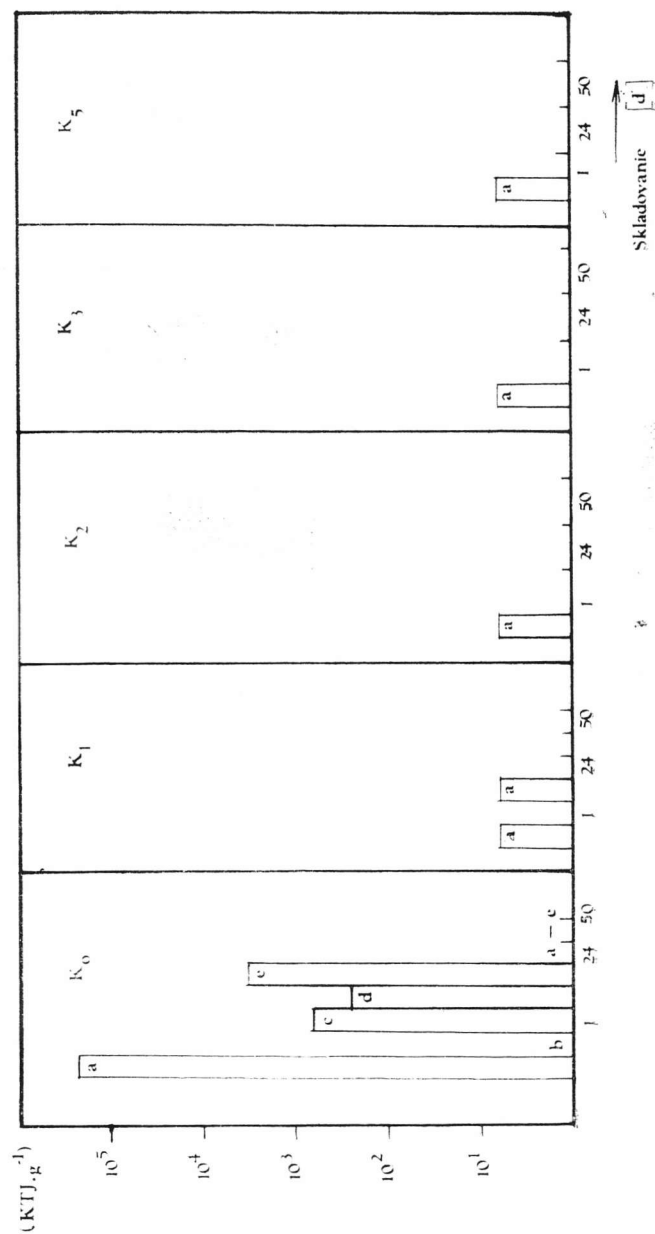


Obr. 2. Mikrobiologický obraz hovädzieho mäsa vo vlastnej šťave počas 50-dňového skladovania.

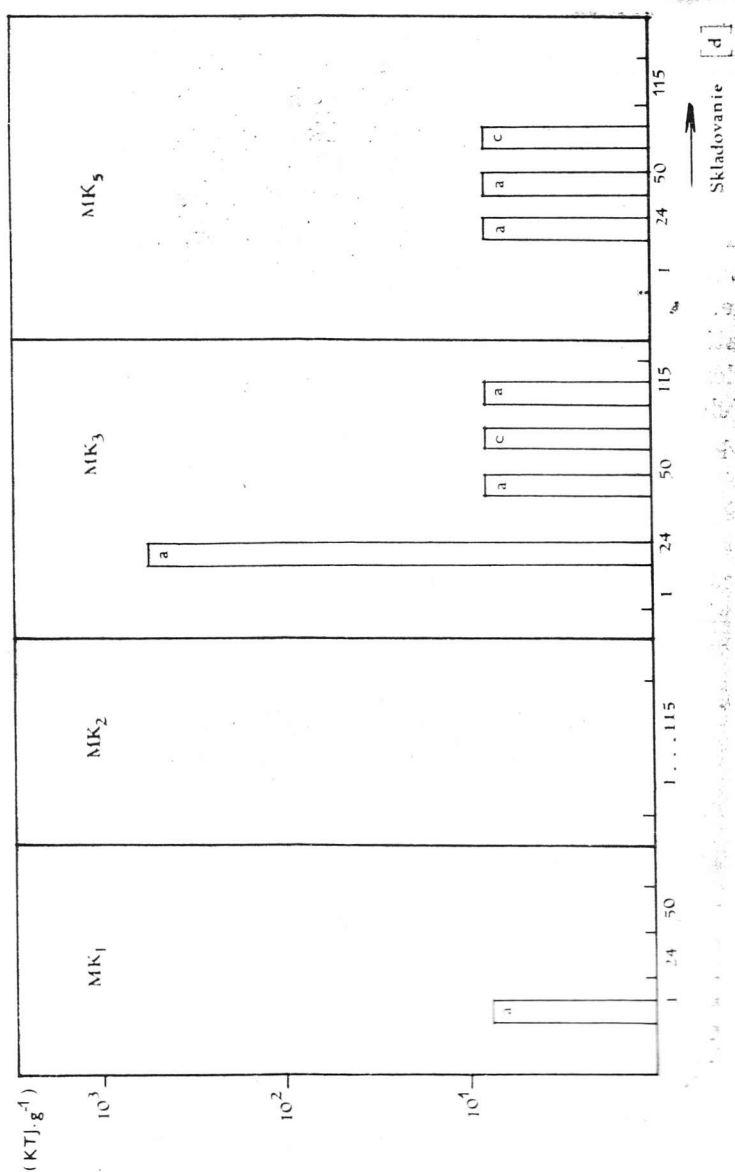
Fig. 2. Microbiological recording of beef in its own juice during 50-day storage. 1Storage.

organizmov $7,5 \cdot 10^2$, počet kvasiniek $3,5 \cdot 10^3$ a plesní $3,4 \cdot 10^2$; už po teplenej úprave 30 min/121 °C boli usmrtené všetky prítomné mikroorganizmy, preto ich tabelárne neuvádzame (obr. 1). Ďalšie režimy (60 min/121 °C, 30 min/121 °C + 3, 5, 7 a 9 kGy) boli dostatočné, nálezy všetkých sledovaných skupín mikroorganizmov boli negatívne. Po 50 dňoch skladovania sa vyskytli ojedinele (pod 10) CPM a spóry aeróbných mikroorganizmov vo výrobkoch M_3 (30 min/121 °C + 3 kGy) a M_5 (30 min/121 °C + 5 kGy). Priebeh inaktivácie mikroorganizmov ukazuje obrázok 2.

Zmeny mikrobiologických parametrov vo výrobku karfiol v slanom náleve je na obrázku 3. Základná surovina (mrazený blanšírovaný karfiol — tab. 2). bola značne kontaminovaná — CPM $1,3 \cdot 10^5$, koliformné baktérie sa nevyskytovali, počet aeróbných spórotvorných mikroorganizmov $5,4 \cdot 10^3$, kvasiniek $3,6 \cdot 10^2$ a plesní $3,8 \cdot 10^2$. Už najnižší zvolený zahrievací režim devitalizoval kvasinky a plesne, nárast CPM a aeróbných spórotvorných mikroorganizmov bol ojedinelý. Všetky ostatné aplikované režimy dekontaminovali sledované skupiny mikroorganizmov, okrem CPM kde sa pozoroval ojedinelý nárast (menej ako 10) vo vzorkách so zahrievacím režimom 10 min/116 °C + 3 kGy.



Obr. 3. Mikrobiologický obraz karfiolu v slanom náleve počas 50-dňového skladovania.
 Fig. 3. Microbiological recording of cauliflower in salt pickle during 50-day storage. For
 1—6 see Fig. 1.



Obr. 4. Mikrobiologický obraz hovädzieho mäsa s karfiolom počas 115-dňového skladovania.

Fig. 4. Microbiological recording of beef with cauliflower during 115-day storage. ¹Storage.

Výsledky mikrobiologického vyhodnotenia výrobku hovädzie mäso s karfiolom sú v tabuľke 2 a na obrázku 4. Po tepelnej úprave 30 min/121 °C sa nárast mikroorganizmov, okrem ojedinelých nálezov, nevyskytol. Po 24. dni skladovania stúpol počet CPM vo výrobku ošetrovanom režimom 30 min/121 °C + 3 kGy (MK₃) na $3,4 \cdot 10^2$; po 50 dňoch skladovania sa vo výrobkoch MK₃ (30 min/121 °C + 3 kGy) a MK₅ (30 min/121 °C + 5 kGy) pozoroval zvyšok CPM a aeróbných spórotvorných mikroorganizmov, ktoré sa po 115 dňoch skladovania prejavili v počte $7,1 \cdot 10^1$. Nálezy ostatných mikroorganizmov boli negatívne. Termostatová skúška [13] všetkých skúmaných typov výrobkov bola negatívna (10 dní/37 °C).

Z uvedeného vyplýva, že výrobky opracované kombináciou zvolených konzervačných metód teplo—ionizujúce žiarenie vykazovali dobrú skladovaciu stabilitu počas relatívne krátkodobého skladovania (115 dní) a že dávka žiarenia 5 kGy bola dostatočná na úchovu jednozložkových (hovädzie mäso vo vlastnej šťave, karfiol v slanom náleve) i dvojzložkových (hovädzie mäso s karfiolom) konzerv. Tieto výsledky korešpondujú približne s výsledkami dosiahnutými v predchádzajúcom období našej experimentálnej práce, keď postačujúca dávka ionizujúceho žiarenia v kombinácii so zázehvom (35 min/121 °C) bola 4 kGy (pre výrobky hovädzie mäso vo vlastnej šťave a karfiol v slanom náleve počas 8-mesačného skladovania bez chladiarenských podmienok), a to z mikrobiologického, nutričného a senzorického hľadiska [14].

Literatúra

1. HARRIGAN, W. F. — McCANCE, M. E.: *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*. London, Academic Press 1976.
2. OKAZAWA, Y. — MATSUYAMA, A.: Variation of combined heat—irradiation effects on cell inactivation in different types of vegetative bacteria. In: *Food Preservation by Irradiation*. Vol. I. 1978, s. 251.
3. GRECZ, N. — BUSZER, G. — AMIN, I.: Effect of radiation and heat on bacterial spores DNA. In: *Combination Processes in Food Irradiation*. Vienna, IAEA 1981, s. 3.
4. GOMBAS, D. E. — GOMEZ, A. F.: *Appl. envir. Microbiol.*, 36, 1978, s. 403.
5. TEUFEL, P.: *Rev. Food Irrad. Inform.*, 1981, č. 3, s. 3.
6. ANELLIS, A. — ROWLEY, D. E. — ROSS, E. W.: *J. Food Prot.*, 42, 1979, č. 12, s. 927.
7. KAMPELMACHER, E. M.: *Fleischwirtschaft*, 64, 1984, č. 3, s. 322.
8. MURRAY, T. K.: *Rec. Adv. Food Irrad.*, 1983, s. 203.
9. LANGERAK, D. I.: Irradiation of foods: Technological aspects and possibilities. In: *Food Irradiation Now*. 1983, s. 40.
10. KISS, I. — FARKAS, J.: Combined effect of gamma irradiation and heat treatment on microflora of spices. In: *Combination Processes in Food Irradiation*. Vienna, IAEA 1981, s. 107.

11. ON 569 208: Smerné odborové normy Ministerstva potravinárskeho priemyslu a Odb. riaditeľstva LIKO, 1967.
12. Technicko-hospodárske normy. Skupina: mäsové konzervy, hotové jedlá, mäsové polokonzervy. Bratislava, Mäsový priemysel GRT 1977.
13. ČSN 56 0100: Mikrobiologické zkoušení poživatin, předmětů běžného užívání a prostředí potravinářských provozoven. Praha, ÚNM 1969, s. 62, 64, 72, 76.
14. HOZOVÁ, B. — ŠORMAN, L.: Vplyv kombinácie tepelného zákroku a ionizujúceho žiarenia na mikroflóru konzervovaných potravín. Sympóziu v Libliciach, máj 1985.

Комбинированное действие термостерилизации и ионизирующего излучения на длительность хранения консервированных пищевых продуктов

Резюме

Исследовалось влияние двойной комбинации консервирующих методов — снижение интенсивности термостерилизации и различных доз ионизирующего излучения на содержание микроорганизмов в однокомпонентных (говядина в натуральном соусе, курчавая капуста в солевой заливке) и двухкомпонентных (говядина с курчавой капустой) модельных консервных изделиях в течение 115 дней хранения при лабораторной температуре ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Из экспериментальных результатов вытекает, что избранный комбинированный процесс консервации обеспечил удовлетворительную стабильность хранения исследованных изделий в течение срока хранения, продолжающегося несколько месяцев. Достаточной избранной дозой ионизирующего излучения было 5 кГ для обоих родов модельных образцов как с точки зрения микробиологической, так и с точки зрения питательной (некоторые витамины группы В, витамин С, группу — SH и т.д.) и сенсорной (вид, цвет, запах, вкус, консистенция, сочность). Эта проблематика будет, однако, предметом других работ.

The combined effect of thermosterilization and ionizing radiation on the storing stability of preserved foods

Summary

The authors have studied the effect of binary combination of preservation methods — the lowered thermosterilization intensity and the different doses of ionizing radiation on the content of microorganisms in single-component (beef in its own juice, cauliflower in salt pickle) and double component (beef with cauliflower) model preserved products during their 115-day storing at laboratory temperature ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

The experimental results have indicated that the selected combined process of preservation has sufficiently secured the storing stability of the investigated products during their storage, lasting for several months. The chosen 5 kGy dose of ionizing radiation was sufficient for both kinds of model samples, from biological, nutritional (some vitamins of B group, vitamin C, — SH group, etc.) as well as sensory (appearance, colour, odour, flavour, consistency and juiciness) point of view. These problems will, however, constitute the subject of other papers.