

Mgr Jakub MIKICIUK  
Mgr Ewa GÓRNICKA  
Dr inż. Arkadiusz SZTERK  
Dr hab. Bożena WASZKIEWICZ-ROBAK, prof. SGGW  
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa  
SGGW w Warszawie

## ZASTOSOWANIE METOD RADIACYJNYCH W PRZETWÓRSTWIE MIĘSA WIEPRZOWEGO®

Pracę zrealizowano w ramach projektu „BIOŻYWNOSĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego” nr POIG.01.01.02-014-090/09 współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego „Innowacyjna Gospodarka 2007-2013”.

*Stosowanie metod radiacyjnych umożliwia uzyskanie trwałości i związanego z tym bezpieczeństwa zdrowotnego mięsa wieprzowego i jego przetworów, przy jednoczesnym zachowaniu odpowiednich walorów sensorycznych. Wyższy poziom zastosowanej dawki napromieniania może jednak wpływać negatywnie na walory sensoryczne produktów utrwalanych tą metodą. W zależności od zastosowanej dawki napromieniania można uzyskać różny stopień redukcji ogólnej liczby mikroorganizmów. Stosowanie metod radiacyjnych, także w znaczący sposób ogranicza bądź też hamuje wzrost wielu drobnoustrojów. Do napromieniania stosuje się najczęściej promieniotwórcze izotopy  $^{60}\text{Co}$  lub  $^{137}\text{Cs}$ , promienie gamma, wiązki wysokoenergetycznych elektronów oraz promieniowanie X.*

**Słowa kluczowe:** mięso, wieprzowina, przetwory, trwałość, patogeny, radiacja.

### WSTĘP

Promieniowanie można podzielić na dwie zasadnicze grupy: promieniowanie jonizujące oraz niejonizujące. Za promieniowanie niejonizujące uważa się fale mikrofalowe, radiowe, podczerwone oraz światło widzialne. Promieniowanie jonizujące powstaje w momencie, gdy z niestabilnego jądra atomowego odłączają się nukleony lub inne cząstki przy równoczesnym wydzieleniu energii. Jako źródło promieniowania jonizującego najczęściej stosuje się promieniotwórczy izotop cezu-137 bądź kobaltu-60. W procesie napromieniania żywności najczęściej stosuje się wysokoenergetyczne elektrony, promieniowanie Gamma, a w niektórych przypadkach promieniowanie X. Standardy napromieniania żywności zostały ustalone w Kodeksie Żywnościowym. Podstawową jednostką dawki pochłoniętego promieniowania w układzie SI jest 1 Gy (czyt. grej), czyli energia 1J promieniowania, przekazywana jednemu kilogramowi materii (1Gy=1J/1kg) [9].

Napromienianie żywności jest dozwolone pod pewnymi warunkami: gdy nie powoduje ono żadnych zagrożeń zdrowotnych; jest korzystne i bezpieczne dla konsumenta i nie zastępuje podstawowych wymagań sanitarno-higienicznych zawartych w funkcjonujących systemach zapewnienia jakości (dobra praktyka higieniczna, system HACCP, dobra praktyka produkcyjna lub dobra praktyka rolnicza). Z danych literaturowych wynika, że żywność utrwalana radiacyjnie do 10 kGy nie wpływa niebezpiecznie na zdrowie człowieka i zwierząt [2, 15].

Żywność, która jest utrwalana metodami radiacyjnymi nie może być niebezpieczna dla zdrowia, tzn. nie może być rakotwórcza, toksyczna, radioaktywna czy też mutagenna.

Proces napromieniania nie powinien również wpływać niekorzystnie na wartość odżywczą żywności. Żywność, która została poddana procesowi radiacji w sposób prawidłowy powinna spełniać wszystkie wyżej wymienione kryteria. Należy jednak pamiętać, że w żywności utrwalanej radiacyjnie tak jak i w żywności poddawanej konwencjonalnym metodom obróbki może dochodzić do zmian chemicznych w produktach. To, w jakim kierunku te zmiany postępują, zależy od wielu czynników, takich jak temperatura, wielkości dawki napromieniania, skład chemiczny produktu, dostęp światła oraz tlenu w trakcie procesu radiacyjnego [8, 9].

W trakcie napromieniania żywności mogą powstawać wolne rodniki bądź dochodzić do strat witamin z grupy B, witamin A, C i E. Należy zaznaczyć, że do podobnych strat może dochodzić również w wyniku stosowania konwencjonalnych metod utrwalania, np. obróbki termicznej oraz zbyt długiego przechowywania żywności [22].

**Celem artykułu jest prezentacja stosowanych metod radiacyjnych umożliwiających uzyskanie trwałości i bezpieczeństwa zdrowotnego mięsa wieprzowego i jego przetworów.**

### METODY UTRWALANIA RADIACYJNEGO

Wśród metod utrwalania radiacyjnego żywności można wyróżnić: radapteryzację, radycyzację i radaryzację [9, 15, 18].

Radapteryzacja – redukuje liczebność drobnoustrojów do poziomu, w którym nie są one zdolne do spowodowania zepsucia żywności. Metoda ta nazywana jest radiacyjną pasteryzacją. Jej celem jest niszczenie mikroflory gnilnej w żywności o wysokim pH, w szczególności Gram-ujemnych psychrotrofów oraz drożdży i pleśni w produktach kwaśnych.

**Tabela 1.** Dopuszczalne dawki napromieniania różnych produktów spożywczych w USA

Rodzaj produktu	Cel napromieniania	Dopuszczalna dawka [kGy]	Data dopuszczenia
–	inaktywacja włóżnia spiralnego	0,3 - 1,0	22.07.1985
Produkty drobiowe	zmniejszenie skażenia bakteriami <i>Salmonella</i> , <i>Campylobacter</i> i <i>Listeria monocytogenes</i>	3	02.05.1990
Świeża wołowina, baranina, <b>wieprzowina</b>	niszczenie mikroorganizmów chorobotwórczych	4,5	02.12.1997
Mrożona wołowina, baranina, <b>wieprzowina</b>	niszczenie mikroorganizmów chorobotwórczych	do 7	02.12.1997

Źródło: Prendergast D.M. i inni 2009 r. [17].

W tym procesie stosowane są umiarkowane dawki promieniowania. Produkty tak utrwalane muszą być przechowywane w warunkach chłodniczych. Stosowanie małych dawek (do 1 kGy) powoduje opóźnienie dojrzewania lub hamowanie kiełkowania w produktach pochodzenia roślinnego, a także pozwala na zwalczanie szkodników i pasożytów. Zastosowanie dawek do 0,5 kGy promieniowania jonizującego powoduje tylko częściowe niszczenie szkodników.

Radycyzacja – niszczy formy wegetatywne drobnoustrojów patogennych. W metodzie tej stosowane są wyższe dawki promieniowania, tj. od 2,5 do 5 kGy. Nie niszczą one jednak spor, a także niektórych opornych na ich działanie szczepów patogennych bakterii, np. *Salmonella typhimurium*. Z tych powodów i te produkty muszą być przechowywane w warunkach chłodniczych.

Radaryzacja – w metodzie tej stosowane są wysokie dawki promieniowania (30 kGy), zapewniające niszczenie spor *Cl. botulinum*, podobne jak w przypadku sterylizacji termicznej, tzn. ich redukcję na poziomie 12D. Metoda ta jednak nie może być stosowana ze względu na duże zmiany jakości sensorycznej produktów. Stosowanie wysokich dawek (do 50 kGy) powoduje sterylizację produktów spożywczych. Radaryzacja w takich warunkach zapewnia całkowite zniszczenie mikroflory zarówno wegetatywnej, jak i przetrwalnikowej. Przeprowadza się ją dla produktów spożywczych w hermetycznych opakowaniach. Produkty te mogą być następnie przechowywane w temperaturze pokojowej.

W miejscu sprzedaży luzem produktów spożywczych poddanych napromienianiu promieniowaniem jonizującym lub zawierających składniki poddane takiemu napromienianiu, na wywieszce lub jako napis powyżej lub obok pojemnika, w którym umieszczone są te produkty, podaje się łącznie z nazwą produktu informację: „napromienione” lub „poddane działaniu promieniowania jonizującego” [19].

W Europie napromienianie żywności nie jest powszechnie stosowane. W szeregu krajów jest ono dość często wykorzystywane m.in. w przypadku drobiu i produktów drobiowych w celu zniszczenia bakterii z rodzaju *Salmonella*, *Campylobacter* będących przyczyną zatruc pokarmowych. W USA promienie jonizujące są szeroko stosowane do utrwalania czerwonego mięsa, a szczególnie do mięsa mielonego, w celu zmniejszenia zanieczyszczenia bakteriami z grupy coli *E.coli* 0157:H7, które są odpowiedzialne za wiele przypadków poważnych zatruc pokarmowych.

Międzynarodowym znakiem stosowanym do oznaczania produktów poddanych działaniu promieniowania jonizującego jest radura (rys. 1).



**Rys. 1.** Symbol oznaczający żywność utrwaloną za pomocą technik radiacyjnych.

Źródło: <[www.chemistry.oregonstate.edu/.../image005.jpg](http://www.chemistry.oregonstate.edu/.../image005.jpg)>.

## PRZEPISY PRAWNE DOTYCZĄCE STOSOWANIA UTRWALANIA RADIACYJNEGO W ŻYWNOŚCI

W zależności od produktu, FDA (ang. Food and Drug Administration) wydała stosowne wytyczne odnośnie dopuszczalnych dawek promieniowania. Poniżej przedstawiono tabelę przedstawiającą te wytyczne (tab. 1) [17].

Unia Europejska w 1999 r. wydała dwie dyrektywy precyzujące prawo dotyczące napromieniania żywności w państwach członkowskich (1999/2/EC) oraz wykaz produktów, które można utrwalać promieniowaniem jonizującym (1999/3/EC) [9]. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie napromieniania żywności promieniowaniem jonizującym [19] za dyrektywą, podaje wykaz produktów, które mogą być poddane działaniu promieniowania jonizującego (tab. 2).

## ZASTOSOWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO W UTRWALANIU MIĘSA I PRZETWORÓW MIĘSNYCH

Na świecie m.in. w USA od wielu lat stosuje się metody radiacyjne do utrwalania mięsa oraz przetworów mięsnych. Stosowanie małych dawek promieniowania tzn. do 1 kGy nie wpływa niekorzystnie na wartość odżywczą czy też walory sensoryczne utrwalanych produktów. Użycie dawek średnich, tzn. w zakresie od 1-10 kGy ma na celu redukcję liczby drob-

**Tabela 2.** Wykaz środków spożywczych, które mogą być poddane napromienianiu promieniowaniem jonizującym, oraz maksymalne dopuszczalne dawki promieniowania jonizującego

Lp..	Rodzaj środka spożywczego	Cel napromieniania	Dawka (kGy)
1	Ziemniaki	Hamowanie kiełkowania	0,025-0,10
2	Cebula		do 0,060
3	Czosnek		0,030- 0,15
4	Pieczarki	Zahamowanie wzrostu i starzenia się grzybów	1,0
5	Przyprawy suche, w tym suszone aromatyczne zioła, przyprawy korzenne i przyprawy warzywne	Obniżenie poziomu zanieczyszczeń biologicznych	10,0
6	Pieczarki suszone		1,0
7	Suszone warzywa		1,0

**Źródło:** Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 20 czerwca 2007 r. [19].

noustrojów w produkcji oraz zahamowanie ich namnażania. Stosowanie dawek 1-10 kGy powoduje zahamowanie wzrostu drobnoustrojów, takich jak *Escherichia coli*, *Sallmonela*, *Pseudomonas*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus spp.*, *Enterobacteriaceae*, pleśni, czy też drożdży nie tylko w mięsie i przetworach wieprzowych, ale także w mięsie wołowym jak i drobiowym [4, 21, 22].

Jak podaje wielu autorów, niskie dawki (do 1 kGy) promieniowania radiacyjnego niszczą w mięsie wieprzowym pasożyty *Trichinella* oraz jej larwy [1, 6, 12]. Są również wyniki badań mówiące o tym, iż w tkance mięśniowej świń podatne na promieniowanie gamma są także cysty *Toxoplasma gondii* [13]. Okazuje się, że wystarczająca dawka do inaktywacji cyst *Toxoplasma gondii* to dawka 0,4-0,7 kGy. Promieniowanie radiacyjne może być również używane do zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa wieprzowym kielbasom dojrzewającym takim jak *chorizo* i *salchion*. Zastosowanie dawki na poziomie 1,29 kGy w wyżej wymienionych kielbasach dojrzewających, okazało się wystarczające do zahamowania wzrostu mikroorganizmów. Promieniowanie radiacyjne może być również stosowane do tzw. produktów „ready to eat” (RTE) wyprodukowanych z mięsa wieprzowego. Zastosowanie dawki średniej, mieszczącej się w zakresie od 1 do 10 kGy, pozwala na zapewnienie mikrobiologicznego bezpieczeństwa produktom. Zastosowanie dawek promieniowania wyższych oraz średnich, w zależności od utrwalanego produktu, może wpływać negatywnie na walory sensoryczne produktów, dlatego też dodaje się do nich naturalne przyprawy, takie jak rozmaryn, pełniące role antyoksydantów, a jednocześnie chroniące produkt przed niekorzystnymi zmianami smaku i zapachu [10].

Proces utrwalań radiacyjnego może być również efektywniejszy w przypadku zastosowania go jednocześnie z różnymi sposobami pakowania. Traktowanie mięsa wieprzowego dawkami nie większymi niż 3 kGy w połączeniu z pakowaniem próżniowym, przynosi dużo lepsze rezultaty w porównaniu do pakowania w warunkach tlenowych [11].

Z kolei w innym doświadczeniu wykazano, że zastosowanie napromieniania polędwicy wieprzowej dawką 3 kGy w połączeniu ze spryskaniem mięsa kwasem organicznym, np. 2% roztworem kwasu octowego, pozwala na skuteczną redukcję ogólnej liczby mikroorganizmów i bakterii z grupy

*coli* w trakcie 14 dni przechowywania. Ponadto, zastosowanie napromieniania i kwasów organicznych, pozwala na uzyskanie niższego poziomu oksydacji lipidów niż w przypadku zastosowania samego napromieniania na koniec okresu przechowywania [14].

Napromienianie produktów RTE, takich jak frankfurtery i szynka wieprzowa, wpłynęło na wydłużenie trwałości tych produktów w zależności od zastosowanej dawki. Dawka 4 kGy pozwoliła na całkowite wyeliminowanie *Listeria monocytogenes* w próbach przechowywanych w temperaturze 4°C i 10°C [5]. Inne badania wykazały szersze skutki stosowania napromieniania. W przetworach mięsnych, takich jak szynka wieprzowa, doprowadziło ono do powstania związków lotnych takich jak heptan, trans-1-butylo-2-metlocyklopropan czy 2-okten i toluen, które nie były obecne w szynce nienapromienianej. Natomiast w przypadku frankfurterów, napromienianie doprowadziło do powstania 2-butanolu, który nie był obecny w frankfurterach nie poddanych napromienianiu. Stwierdzono także, iż napromienianie miało wpływ na powstawanie nowych związków lotnych, zarówno w szynce wieprzowej plasterkowanej jak i frankfurterach. Autorzy stwierdzili natomiast, że napromienianie dawką 1.6 kGy nie wpływało na barwę i oksydację lipidów, a determinowało zapach, smak i zawartość związków lotnych w szynce wieprzowej i frankfurterach w trakcie okresu przechowywania [2, 7].

Stosowanie metod radiacyjnych jest również skuteczne w utrwalań mięsa drobiowego czy też wołowego. Dawka 5.0 kGy jest skuteczna w kontrolowaniu ilości patogenów w mięsie kurczaków. Ponadto zastosowanie przechowywania w stanie zamrożonym dodatkowo wpłynęło na przedłużenie trwałości mięsa bez wpływu na walory sensoryczne. Połączenie tych dwóch metod wydłuża trwałość mięsa drobiowego do 9 miesięcy bez negatywnego wpływu na chemiczne i sensoryczne zmiany jakości. Badanie wykazało, że zastosowanie metody radiacyjnej i przechowywania chłodniczego spowodowało zahamowanie wzrostu mikroorganizmów i ustabilizowało procesy biochemiczne [8].

Napromienianie mięsa wołowego z użyciem promieniowania gamma jest skuteczniejsze niż napromienianie żywności z użyciem wiązki elektronów. Promieniowanie gamma w dawkach 5-10 kGy jest skuteczne w redukcji populacji bakterii w kielbasach wołowych, a jednocześnie nie wpływa



niekorzystnie na jakość mięsa oraz walory sensoryczne [16]. Według innych danych, najefektywniejsze jest promieniowanie 3 kGy, które zredukowało ogólna liczbę mikroorganizmów w mięsie wołowym [3].

Ponadto wyniki potwierdzają, że zastosowana dawka w ilości już 2 kGy jest skuteczna w redukcji *Escherichia coli* O157: H7 w mięsie wołowym. Napromienianie nie wpłynęło również na akceptowalność przez konsumentów i cechy sensoryczne [20].

Zastosowana dawka napromieniania niezbędna do uzyskania tych samych efektów może być zróżnicowana w zależności od prowadzonego doświadczenia, na co wpływa zarówno rodzaj powierzchni mięsa, napromienianie, ale także obecność lub brak naturalnej mikroflory powierzchni mięsa [17].

## PODSUMOWANIE

1. Promieniowanie jonizujące prowadzi do zniszczenia lub redukcji drobnoustrojów chorobotwórczych powodujących zatrucia pokarmowe i psucie się żywności:

a) dawka 1 kGy jest wystarczająca do zniszczenia m.in. *Trichinella spiralis* czy też *Toxoplasma gondii*, zarówno larw jak i form dorosłych w mięsie wieprzowym, jak i innych rodzajach mięsa, nie wpływając przy tym niekorzystnie na wartość odżywczą i walory sensoryczne utrwalanego mięsa,

b) stosowanie dawek do 10 kGy zapewnia bezpieczeństwo mikrobiologiczne zarówno mięsa wieprzowego, wołowego, innych rodzajów mięs, przetworów mięsnych oraz produktów „ready-to-eat” (RTE),

c) na promieniowanie radiacyjne podatne są m.in. takie drobnoustroje, jak: *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Brochotrix*.

2. Najlepsze efekty utrwalające, uzyskuje się w przypadku połączenia metody radiacyjnej z innymi metodami:

a) zastosowanie pakowania próżniowego, pakowania w modyfikowanej atmosferze (MAP) lub innej metody utrwalania, pozwala na obniżenie dawki promieniowania niezbędnej do inaktywacji drobnoustrojów,

b) stosowanie promieniowania radiacyjnego w połączeniu z innymi metodami utrwalania oraz/lub dodatkami, przedłuża trwałość mięsa i produktów mięsnych, w tym wieprzowiny, bez negatywnego wpływu na cechy sensoryczne i właściwości fizykochemiczne produktów.

3. Rodzaj i dawka zastosowanego promieniowania wpływa na trwałość i walory sensoryczne utrwalanego produktu:

a) stosowanie wyższych dawek, nie wpływa niekorzystnie na bezpieczeństwo zdrowotne mięsa i przetworów mięsnych jak podaje WHO, jednak może prowadzić do powstawania niekorzystnych zmian w produkcie,

b) dodatek antyoksydantów do produktu napromienianego, może zabezpieczać przed niekorzystnymi zmianami sensorycznymi wywołanymi napromienianiem.

## LITERATURA

- [1] BREWER M. S. 2009. *Irradiation effects on meat flavor: A review*. Meat Science, t. 81, nr 1, 1-14.
- [2] CABEZA M.C., HOZ L., VELASCO R., CAMBERO M.I., ORDÓÑEZ J.A. 2009. *Safety and quality of ready-to-eat dry fermented sausages subjected to E-beam radiation*. Meat Science, t. 83, nr 2, 320-327.
- [3] CHEN Y.J., ZHOU G.H., ZHU X.D., XU X.L., TANG X.Y., GAO F. 2007. *Effect of low dose gamma irradiation on beef quality and fatty acid composition of beef intramuscular lipid*. Meat Science, t. 75, nr 3, 423-431.
- [4] CHOULIARA E., BADEKA A., SAVVAIDIS I., KONTOMINAS M.G. 2008. *Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes*. European Food Research and Technology, t. 226, nr 4, 877-888.
- [5] FOONG S.C.C., GONZALEZ G.L., DICKSON J.S. 2004. *Reduction and survival of Listeria monocytogenes in ready-to-eat meats after irradiation*. Journal of Food Protection, t. 67, nr 1, 77-82.
- [6] GAJADHAR A.A., POZIO E., GAMBLE H.R., NÖCKLER K., MADDOX-HYTTEL C., FORBES L.B., VALLÉE I., ROSSI P., MARINCULIĆ A., BOIREAU P. 2009. *Trichinella diagnostics and control: Mandatory and best practices for ensuring food safety*. Veterinary Parasitology, t. 159, nr 3-4, 197-205.
- [7] HOUSER A.T., SEBRANEK G.J., MAISONET N.W., CORDRAY C.J., WIEGAND R.B., AHN U.D., LEE J.E. 2005. *The Effects of Irradiation at 1.6 kGy on Quality Characteristics of Commercially Produced Ham and Pork Frankfurters over Extended Storage*. Journal of Food Science, t. 70, nr 4, S262-S266.
- [8] JAVANMARD M., ROKNI N., BOKAIE S., SHAHHOSSEINI G. 2006. *Effects of gamma irradiation and frozen storage on microbial, chemical and sensory quality of chicken meat in Iran*. Food Control, t. 17, nr 6, 469-473.
- [9] JĘDRZEJCZYK H., HOFFMANN M., ŚWIĘTOCHOWSKA E. 2010. *Metoda radiacyjna w utrwalaniu żywności*. cz. 1. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, t. 20, nr 2, 98-102.
- [10] JU-WOON LEE, KYUNG-SOOK PARK, JONG-GOON KIM, SANG-HEE OH, YOU-SEOK LEE, JANG-HO KIM, MYUNG-WOO BYUN. 2005. *Combined effects of gamma irradiation and rosemary extract on the shelf-life of a ready-to-eat hamburger steak*. Radiation Physics and Chemistry t. 72, nr 1, 49-56.
- [11] KANG J.H., JO C., KWON H.J., KIM H.J., CHUNG J.H., BYUN W.M. 2007. *Effect of a pectin-based edible coating containing green tea powder on the quality of irradiated pork patty*. Food Control, t. 18, nr 5, 430-435.
- [12] KIJLSTRA A., JONGERT E. 2008a. *Toxoplasma-safe meat: close to reality*. Trends in Parasitology, t. 25, nr 1, 18-22.
- [13] KIJLSTRA A., JONGERT E. 2008b. *Control of the risk of human toxoplasmosis transmitted by meat*. International Journal for Parasitology, t. 38, nr 12, 1359-1370.

- [14] **KIM B.H., JANG A., LEE S.O., MIN J.S., LEE M. 2004.** *Combined of electron-beam (beta) irradiation and organic acids on shelf life of pork loins during cold storage.* Journal of Food Protection, t. 67, nr 1, 168-171.
- [15] **MOLENDĄ J. 2007.** *Wybrane niekonwencjonalne metody utrwalania żywności.* Medycyna Wet. 2007, t. 63, nr 9, 1016-1020.
- [16] **PARK J.G., YOON Y., PARK J.N., HAN I.J., SONG B.S., KIM J.H., KIM W.G., HWANG H.J., HAN S.B., LEE J.W. 2010.** *Effects of gamma irradiation and electron beam irradiation on quality, sensory, and bacterial populations in beef sausage patties.* Meat Science, t. 85, nr 2, 368-372.
- [17] **PRENDERGAST D.M., CROWLEY K.M., McDOWELL D.A., SHERIDAN J.J. 2009.** *Survival of Escherichia coli O157:H7 and non-pathogenic E. coli on irradiated and non-irradiated beef surfaces.* Meat Science, t. 83, nr 3, 468-473.
- [18] **RAY B. 2004.** *Fundamental Food Microbiology,* CRC Press, Boca Raton, London, 507-514.
- [19] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie napromieniania żywności promieniowaniem jonizującym (Dz. U. Nr 121, poz. 841).
- [20] **SCHILLING M.W., YOON Y., TOKARSKYY O., PHAM A.J., WILLIAMS R.C., MARSHALL D.L. 2009.** *Effects of ionizing irradiation and hydrostatic pressure on Escherichia coli O157:H7 inactivation, chemical composition, and sensory acceptability of ground beef patties.* Meat Science, t. 81, nr 4, 705-710.
- [21] **SEDEH F.M., ARBABI K., FATOLAHİ H., ABHARI M. 2007.** *Using gamma irradiation and low temperature on microbial decontamination of red meat in Iran.* Indian Journal of Microbiology, t. 47, nr 3, 72-76.
- [22] **SWEETIE R., KANATT, RAMESH CHANDER, ARUN SHARMA. 2005.** *Effect of radiation processing on the quality of chilled meat products.* Meat Science, t. 69, nr 2, 269-275.

## APPLICATION OF IRRADIATION METHOD IN PORK MEAT PRODUCTION

### SUMMARY

*Application of irradiation method can be used to extend shelf life, safety of pork meat and meat products. Depending on irradiation dose different microbial reduction or sensory changes can be gained. But irradiation reduces or even inhibits the microbial growth of many bacteria certainly. In this method the most common in use are  $^{60}\text{Co}$  or  $^{137}\text{Cs}$  isotopes, gamma rays, beam of high energy electrons and X-ray.*