

WOJCIECH MIGDAŁ

NAPROMIENIOWANIE ŻYWNOSCI

FOOD IRRADIATION

Z Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie

Dyrektor: doc. dr inż. *L. Waliś*

Z Doświadczalnej Stacji Radiacyjnego Utrwalania Płodów Rolnych

Kierownik: dr *W. Migdał*

W pracy przedstawiono możliwości wykorzystania metody radiacyjnej do utrwalania artykułów rolno-spożywczych w kraju i na świecie

Konieczność konserwowania żywności jest konsekwencją rozwoju cywilizacji i towarzyszącego mu wzrostu liczby mieszkańców Ziemi, oczekujących zaspokojenia codziennych potrzeb w zakresie żywienia.

Straty światowych zasobów żywnościowych spowodowane przez szkodniki, skażenia i rozkład są ogromne. Ocenia się, że straty przechowalnicze ziarna zbóż i roślin strączkowych wynoszą co najmniej 10%. Jeśli chodzi o warzywa i owoce uważa się, iż straty z powodu zanieczyszczenia mikrobiologicznego i psucia się tych produktów dochodzą do 50%.

Tradycyjne metody utrwalania żywności można podzielić na pięć głównych grup: fermentację, obróbkę chemiczną, suszenie, obróbkę cieplną i zamrażanie.

Napromieniowanie żywności posiada te same cele co inne metody tj. redukcję strat powodowanych jej psuciem się oraz zwalczanie mikroorganizmów i innych organizmów, które są przyczyną zachorowań na skutek zatruc pokarmowych.

Wiele tradycyjnych metod obróbki żywności wykorzystuje energię w tej lub innej postaci – np. ciepło. Napromienianie żywności wykorzystuje szczególną formę energii elektromagnetycznej, energię promieniowania jonizującego.

Obecnie na świecie znajduje się 58 obiektów radiacyjnych które posiadają licencje na napromieniowanie żywności dla celów handlowych, m.in. w Chinach jest ich 10, we Francji 8, w Republice Południowej Afryki i Stanach Zjednoczonych po 6. W różnych krajach różna jest lista produktów spożywczych utrwalanych radiacyjnie dopuszczonych do obrotu handlowego. Na liście tej przodują: Republika Południowej Afryki (80 produktów), USA (54 produkty), W. Brytania (50 produktów) i Izrael (42 produkty) [14].

Spośród wielu produktów spożywczych poddawanych obróbce radiacyjnej w różnych krajach, najczęściej napromieniane są przyprawy, suszone warzywa oraz owoce. Np. roczny obrót w handlu międzynarodowym napromienionych przypraw szacuje się na 450 tys. ton o wartości 15 miliardów USD. Alternatywne metody utrwalania

przypraw wzbudzają wiele kontrowersji i dlatego coraz częściej sięga się po technikę radiacyjną. Np. obróbka cieplna powoduje straty aromatu i niekorzystne zmiany organoleptyczne, mikrofauna są mało skuteczne, zaś tlenek etylenu okazał się mutageny i toksyczny i dlatego kraje Wspólnoty Europejskiej od 01.01.1991 wprowadziły zakaz jego stosowania.

Radiacyjna metoda utrwalania żywności nie może być traktowana jako metoda uniwersalna i nigdy taką nie będzie, podobnie zresztą jak inne metody utrwalania.

Ustawodawstwo i kontrola napromieniowanej żywności

FAO, IAEA oraz WHO powołały grupę ekspertów, która w latach 1971–1981 dokonała oceny wyników badań dotyczących bezpieczeństwa spożywania napromienionej żywności. W końcowym raporcie stwierdzono, że: „napromieniowanie jakiegokolwiek produktu żywnościowego dawką promieniowania jonizującego nie przekraczającą 10 kGy nie stwarza zagrożenia toksykologicznego, w związku z czym nie są wymagane badania toksykologiczne żywności w ten sposób konserwowanej” oraz, że napromieniowana żywność dawką do 10 kGy „nie stwarza problemów żywieniowych oraz mikrobiologicznych” [13].

Wyniki ekspertyzy przedłożono Międzynarodowej Komisji Kodeksu Żywnościowego (Codex Alimentarius Commission), działającej pod auspicjami FAO/WHO, a powołanej do opracowania Międzynarodowych Norm Żywnościowych, których celem jest ochrona zdrowia konsumentów na całym świecie. Na XV sesji tej komisji w lipcu 1983 roku została przyjęta Norma Ogólna dla Napromieniowanej Żywności oraz Międzynarodowe Zalecenia dotyczące Zasad Eksploatacji Urządzeń Radiacyjnych [1].

Stanowią one wytyczne dla bezpiecznego i efektywnego napromieniania żywności. Normy te są akceptowane na całym świecie przez przemysł oraz krajowe organa legislacyjne. Zostały one opracowane przez ekspertów WHO/FAO/IAEA. Zakłady napromieniowania żywności objęte są także ogólnymi zasadami higieny żywności, opracowanymi przez Komisję Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO, stanowiącymi podstawy wymogów higienicznych procesu przetwarzania żywności.

Rezultatem każdej obróbki żywności są pewne zmiany w niej zachodzące, które mogą mieć swoje konsekwencje dla konsumenta. W tym aspekcie napromieniona żywność nie jest kwestionowana z punktu widzenia zdrowotnego i spożycia jej jako części ogólnej diety nie wywiera szkodliwego wpływu. Stosowane do napromieniowania żywności dawki promieniowania nie indukują radioaktywności w niej samej, jej opakowaniu lub wykorzystywanym sprzęcie. Razem z żywnością poddaje się napromienianiu dozymetry, które służą do pomiaru wielkości dawki zaabsorbowanej.

Wymagania ogólne procesu wynikające z ustaleń międzynarodowych dopuszczają stosowanie następujących źródeł promieniowania:

- promieniowanie *gamma* z radioizotopów ^{60}Co lub ^{137}Cs ;
- promieniowanie X wytwarzane w urządzeniach pracujących na poziomie energii 5 MeV lub niższym;
- elektrony wytwarzane w urządzeniach pracujących na poziomie energii 10 MeV lub niższym.

Napromieniowanie żywności przeprowadza się w urządzeniach dopuszczonych i rejestrowanych do tego celu przez odpowiednie instytucje rządowe. Urządzenia zaprojektowane są w taki sposób, aby spełniały wymagania bezpieczeństwa, sprawności oraz zapewniały warunki higieniczne podczas prowadzenia procesu. Urządzenia obsługiwane są przez odpowiedni, wyszkolony i kompetentny personel. Kontrola procesu w urządzeniach obejmuje odpowiednie rejestry włącznie z dozymetrią ilościową (określenie wielkości dawki).

Sumaryczna dawka średnia pochłonięta przez żywność poddaną zabiegowi napromieniowania nie powinna przekroczyć 10 kGy.

Typowe zastosowanie procesu napromieniowania żywności

Największym atutem radiacyjnej metody utrwalania żywności jest jej skuteczność polegająca na:

- eliminacji lub redukcji drobnoustrojów chorobotwórczych do poziomu zapewniającego bezpieczeństwo jej konsumpcji;
- zapobieganiu psucia się żywności poprzez eliminację bakterii, pleśni, grzybów i pasożytów powodujących jej rozkład;
- przedłużeniu okresu składowania świeżych owoców i warzyw poprzez hamowanie naturalnych procesów biologicznych związanych z dojrzewaniem, kiełkowaniem czy starzeniem się tych produktów.

Tabela I. Zakres dawek dla różnych zastosowań napromieniania żywności
Dose requirement in various applications of food irradiation

Cel napromieniania	Dawka (kGy)	Produkty
Dawki niskie		
a) Hamowanie kiełkowania	0,05 – 0,15	Ziemniaki, cebula, czosnek, korzeń imbiru
b) Zwalczanie szkodników i pasożytów	0,15 – 0,50	Zboża i warzywa strączkowe, świeże i suszone owoce, suszone ryby i mięso
c) Opóźnienie procesów fizjologicznych	0,5 – 1,0	Świeże warzywa i owoce
Dawki średnie		
a) Przedłużenie okresu przechowywania	1,0 – 3,0	Świeże ryby, truskawki
b) Inaktywacja mikroorganizmów chorobotwórczych	1,0 – 7,0	Świeże i mrożone produkty morskie, drób, mięso
c) Polepszenie właściwości technologicznych	2,0 – 7,0	Winogrona, odwodnione warzywa
Dawki wysokie		
a) Sterylizacja	30,0 – 50,0	Mięso, drób, sterylne diety dla pacjentów
b) Dekontaminacja dodatków oraz składników żywności	10,0 – 50,0	Przyprawy, enzymy, guma naturalna, itd.

Dla osiągnięcia wymienionych efektów stosowane są różne wielkości dawek promieniowania. W tabeli I przedstawiono cel napromieniowania dla różnych produktów oraz wielkość dawki skutecznej [2].

Wykorzystanie metod radiacyjnych do utrwalania żywności w Polsce

W Polsce od ponad 30 lat prowadzone są prace naukowo-badawcze związane z napromienianiem żywności. W latach 1985–1990 badania te objęte zostały centralnym programem badawczo-rozwojowym CPBR 10.13 pn. „Metody radiacyjne w rolnictwie”. W ramach programu opracowane zostały technologie radiacyjnego utrwalania cebuli, ziemniaków, czosnku, pieczarek, ziół, przypraw, preparatów białkowych, mięsa odzyskiwanego mechanicznie z kości oraz pasz dla ryb, drobiu i wybranych grup zwierząt. W ramach programu została wybudowana w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej (ICH TJ) Doświadczalna Stacja Radiacyjna Utrwalania Płodów Rolnych zlokalizowana w Warszawie-Włochach. Stacja wyposażona jest w dwa urządzenia radiacyjne. Są to liniowe akceleratory elektronów „Pilot” i „Elektronika” [9, 10, 11].

Akcelerator „Pilot” o energii elektronów 8–10 MeV i średniej mocy wiązki 1 kW, jako urządzenie o relatywnie małej mocy wiązki przewidziany jest do prób modelowych z napromienianiem produktów. Wydajność radiacyjna tego urządzenia pozwala na prowadzenie napromieniowania w małej skali.

Akcelerator „Elektronika” jest urządzeniem radiacyjnym o dużej mocy, pozwalającym uzyskać wiązkę elektronów o energii 10 MeV i o mocy średniej 10 kW. Parametry te pozwalają na prowadzenie procesu w skali komercyjnej.

Wprowadzenie do obrotu handlowego napromieniowanych artykułów rolnospożywczych wymaga zezwolenia władz sanitarno-higienicznych każdego kraju. W Polsce decyzje takie podejmuje Główny Inspektor Sanitarny (GIS) w oparciu o pozytywną opinię Państwowego Zakładu Higieny. Dla siedmiu artykułów spożywczych (cebula, czosnek, świeże i suszone pieczarki, przyprawy, ziemniaki i suszone warzywa) zostały opracowane instrukcje technologiczne i normy zakładowe, które stanowiły podstawę do wydania zezwoleń przez GIS na stosowanie zabiegu utrwalania tych produktów promieniowaniem jonizującym i dopuszczenia ich do obrotu handlowego (tabela II) [3, 4, 5, 6].

Tabela II. Wykaz zezwoleń na zabieg napromieniowania w Polsce
List of clearance on irradiation in Poland

Rodzaj produktu	Cel napromienienia	Dopuszczalna dawka, kGy
Ziemniaki	Hamowanie kiełkowania	0,025 – 0,10
Cebula	Hamowanie kiełkowania	do 0,060
Czosnek	Hamowanie kiełkowania	0,03 – 0,15
Pieczarki	Zahamowanie wzrostu i starzenia się grzybów	1,0 – 2,5
Przyprawy	Obniżenie zanieczyszczeń biologicznych	5,0 – 10,0
Pieczarki suszone	Obniżenie zanieczyszczeń biologicznych	5,0 – 10,0
Suszone warzywa	Obniżenie zanieczyszczeń biologicznych	5,0 – 10,0

W Polsce, podobnie jak w wielu krajach, najczęściej są poddawane obróbce radiacyjnej przyprawy, suszone grzyby oraz suszone warzywa, ze względu na znaczny stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Może ono powodować niekorzystne zmiany sensoryczne w produktach spożywczych, skracać ich trwałość oraz stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumenta [7, 12].

Na zlecenie przemysłu rolno-spożywczego w Doświadczalnej Stacji Radiacyjnego Utrwalania Płodów Rolnych następujące artykuły: lubczyk, tymianek, kminek, cząber, seler (natka), papryka czerwona i zielona, zanieczyszczone mikrobiologicznie, poddano działaniu promieniowania elektronowego.

Po próbie radiacyjnej uzyskano znaczne obniżenie wyjściowego poziomu zanieczyszczenia (tabela III).

Tabela III. Radiacyjna dekontaminacja przypraw i suszonych warzyw
Radiation decontamination of spices and dry vegetables

Produkt	Ogólna ilość drobnoustrojów w 1 g	
	Poziom wyjściowy	Po napromienieniu dawką 8 kGy
Lubczyk	6 000 000	2 000
Tymianek	150 000	300
Kminek	110 000	40
Cząber	140 000	100
Seler (natka)	150 000	100
Papryka (czerwona)	800 000	100
Papryka (zielona)	900 000	100

Ogółem w ostatnim okresie napromieniowano 3000 kg przypraw, 1500 kg suszonej pieczarki oraz 500 kg suszonych warzyw.

Obecnie metoda radiacyjna ma szansę być metodą z wyboru, ponieważ inne metody dekontaminacji takie jak np. ozonowanie, wysokie ciśnienie hydrostatyczne czy ekstruzja są mało skuteczne albo zmieniają własności sensoryczne przypraw [8].

W. Migdał

FOOD IRRADIATION

Summary

A worldwide standard on food irradiation was adopted in 1983 by Codex Alimentarius Commission of the Joint Food Standard Programme of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations and the World Health Organization (WHO). As a result, 41 countries have approved the use of irradiation for treating one or more food items and the number is increasing.

Generally, irradiation is used to: food losses, food spoilage, disinfestation, safety and hygiene.

The number of countries which use irradiation for processing food for commercial purposes has been increasing steadily from 19 in 1987 to 33 today.

In the frames of the national programme on the application of irradiation for food preservation and hygienization an experimental plant for electron beam processing has been established in

Institute of Nuclear Chemistry and Technology. The plant is equipped with a small research accelerator Pilot (19MeV, 1 kW) and an industrial unit Elektronika (10MeV, 10 kW).

On the basis of the research there were performed at different scientific institutions in Poland, health authorities have issued permissions for irradiation for: spices, garlic, onions, mushrooms, potatoes, dry mushrooms and vegetables.

PIŚMIENNICTWO

1. Codex Alimentarius, tom XV, 1984. – 2. Food Irradiation, a technique for preserving and improving the safety of food. WHO, Geneva, 1988. – 3. GIS-EŻ-4431-Sd-32/87, Główny Inspektorat Sanitarny, 1987. – 4. GIS-EŻ-4431-Sd-2/90, Główny Inspektorat Sanitarny, 1990. – 5. GIS-EŻ-4431-Sd-3-/90, Główny Inspektorat Sanitarny, 1990. – 6. ZPU-4434-Og.-12/LR/95, Główny Inspektorat Sanitarny, 1995. – 7. IAEA-TECDOC-639, Irradiation of spices, herbs and other vegetable seasonings. IAEA, Vienna, 1992. – 8. Kostrzewa E.: Metody sterylizacji przypraw. Seminarium IBPRS i IChTJ, Warszawa, 1995, 7. – 9. Migdał W., Kosmal W., Malec-Czechowska K., Maciszewski W.: Doświadczalna Stacja Radiacyjnego Utrwalania Płodów Rolnych. Post. Tech. Jądrow. 1992, 3-4, 189. – 10. Migdał W., Waliś L., Chmielewski A.G.: The Pilot Plant for Electron Beam Food Irradiation. Radiat. Phys.Chem., 1993, 42, 567.
11. Migdał W., Stachowicz W.: The Pilot Plant for Electron Beam Processing. Soz. Ep. Hefle. 1993, 16, 182. – 12. Nowakowska B.: Mikrobiologiczna jakość przypraw i problemy z tym związane. Seminarium IBPRS i IChTJ, Warszawa, 1995, 1. – 13. Raport Komitetu Ekspertów FAO/IAEA/WHO, Raport techniczny nr 659. WHO, Geneva, 1981. – 14. Summary Report. Eleventh Meeting of the International Consultative Group on Food Irradiation (ICGFI), IAEA, Vienna, 1995.

Dn. 1995.05.26

03-195 Warszawa, ul. Dorodna 16.