

# RADIACYJNA METODA HIGIENIZACJI I UTRWALANIA ŻYWNOSCI

Wojciech Migdał  
Urszula Gryczka

## Wstęp

Człowiek od wieków zajmował się nie tylko zdobywaniem i wytwarzaniem żywności, ale także jej utrwalaniem. W ciągu tysięcy lat poznano różne metody utrwalania żywności, takie jak: suszenie, solenie, gotowanie, mrożenie, wędzenie, fermentacja. Rosnąca ilość chorób i zatruczeń przenoszonych przez pokarm dowodzi, że tradycyjne technologie oraz stosowane dotychczas przedsięwzięcia są niewystarczające. Technologie radiacyjne mogą odgrywać istotną rolę w podniesieniu bezpieczeństwa żywności.

## Historia wykorzystania promieniowania jonizującego do utrwalania żywności

Historia wykorzystania promieniowania jonizującego do utrwalania żywności sięga końca XIX wieku. Zapoczątkowało ją odkrycie w 1895 r. przez W.C. Roentgena promieniowania X. W 1886 r. ukazała się publikacja J. Mincka pt. „Problemy działania promieni Roentgena na bakterie i możliwość ich ewentualnego zastosowania”, prezentująca letalne skutki działania promieniowania jonizującego na bakterie. Brytyjscy chemicy J. Appleby i A.J. Banks w 1905 r. uzyskali patent, w którym zaproponowali wykorzystanie promieniowania jonizującego do utrwalania produktów żywnościowych np. zbóż promieniami alfa, beta lub gamma pochodzącymi z izotopu radu lub innych izotopów. Z powodu braku odpowiednich źródeł patent nie doczekał się realizacji. W końcu lat trzydziestych i czterdziestych ubiegłego wieku nastąpił intensywny rozwój źródeł promieniowania wysokoenergetycznego. Skonstruowany został akcelerator Van de Graaffa. Powstały również technologiczne możliwości do produkcji w reaktorach jądrowych izotopu kobaltu Co-60. Kwatermistrzostwo Armii Stanów Zjednoczonych w 1953 r. rozpoczęło realizację intensywnego programu badań nad utrwalaniem żywności przy użyciu promieniowania jonizującego. Był to rozległy program obejmujący badania podstawowe, stosowane, a także po raz pierwszy obejmował problemy zdrowotnościowe napromienianej żywności.

Celem ponad 50-letnich badań nad napromienianiem żywności, było poznanie wszystkich problemów związanych z tym procesem. Badania te miały dać odpowiedź, czy napromieniana żywność jest bezpieczna pod względem: toksykologicznym (uwzględniając powstawanie związków toksycznych i ewentualnie indukcję radioaktywności), bakteriologicznym oraz wartości odżywczych. Wieloletnie badania nad toksycznością napromienianej żywności wykazały, że wszystkie produkty radiolizy stwierdzone w napromienianej żywności występują także w żywności poddanej obróbce termicznej. Letalne działanie promieniowania jonizującego na mikroorganizmy jest wynikiem uszkodzenia DNA co uniemożliwia ich rozrost i reprodukcję. Wrażliwość mikroorganizmów jest zróżnicowana. Można tu ułożyć szereg malejących drażliwości: bakterie Gram-ujemne, bakterie Gram-dodatnie, pleśnie i drożdże, formy przetrwalnikowe bakterii, wirusy oraz najbardziej odporne bakterie, takie jak np. *Micrococcus radiodurans*.

Nie stwierdzono ujemnego skutku podawania żywności napromienianej ludziom i zwierzętom. Badania wykazały, że zmiany wywołane promieniowaniem w podstawowych składnikach żywności, tj. w węglowodanach, białkach, tłuszczach nie mają wpływu na wartość odżywczą.

## Różne zastosowania napromienienia żywności

Żywność jest poddawana działaniu promieniowania jonizującego w celu higienizacji czyli podniesienia bezpieczeństwa spożycia przez inaktywację (unieszkodliwienie) szkodników, pasożytów oraz drobnoustrojów chorobotwórczych powodujących zatrucie pokarmowe lub utrwalania czyli ograniczenia strat przechowalniczych przez zapobieganie niekorzystnym zmianom jakie zachodzą w żywności od chwili jej wyprodukowania lub zbioru (np. hamowanie kiełkowania).

Typowe zastosowanie dawek procesu napromienienia żywności:

- a. Raduryzacja – dawki niskie do 1 kGy:
  - hamowanie kiełkowania ziemniaków, cebuli, czosnku;

- zwalczanie szkodników i pasożytów w zbożach i warzywach strączkowych, w świeżych i suszonych owocach,
  - opóźnienie procesów dojrzewania świeżych warzyw i owoców.
- b. Radycydacja – dawki w zakresie 1-10 kGy:
- przedłużenie okresu przechowywania świeżych ryb i owoców,
  - inaktywacja mikroorganizmów patogennych i powodujących psucie się żywności.
- c. Radapertyzacja – dawki powyżej 10 kGy stosuje się do przygotowywania sterylnej żywności specjalnego przeznaczenia, np. dla pacjentów o obniżonej odporności immunologicznej lub załóg misji kosmicznych.

### Regulacje prawne w Polsce

W Polsce aktem prawnym dotyczącym napromieniania żywności jest ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia<sup>1</sup>.

Ustawa określa m.in.: „dokonanie napromieniania żywności promieniowaniem jonizującym może być wykonywane przez podmioty działające na rynku spożywczym, które uzyskały zgodę w drodze decyzji Głównego Inspektoratu Sanitarnego”. Szczegółowe regulacje prawne dotyczące napromieniania promieniowaniem jonizującym żywności zawarte są w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 20 czerwca 2007 r.<sup>2</sup>. Reguluje ono warunki napromieniania środków spożywczych, dozwolonych substancji dodatkowych lub innych składników żywności, które mogą być poddawane działaniu promieniowania jonizującego, ich wykazów, maksymalnych dawek napromieniania oraz określa wymogi w zakresie znakowania i wprowadzania do obrotu.

Główny Inspektor Sanitarny zezwolił Instytutowi Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie, jako jedynej jednostce w kraju, na stosowanie zabiegu utrwalania promieniowaniem jonizującym następujących środków spożywczych: ziemniaków, cebuli, czosnku, pieczarek, przypraw, pieczarek suszonych, warzyw suszonych. Instytut Chemii i Techniki Jądrowej jest umieszczony na liście jednostek posiadających zezwolenie na napromienianie żywności na terenie Unii Europejskiej zgodnie z wymogami przepisów wspólnotowych (dyrektywa 1999/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22.02.1999 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstwa wspólnotowego wykazu środków spożywczych oraz składników środków spożywczych poddanych działaniu promieniowania jonizującego<sup>3</sup>, dyrektywa 1999/3/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 lutego 1999 r. w sprawie ustanowienia wspólnotowego wykazu środków spożywczych oraz składników środków spożywczych poddanych działaniu promieniowania jonizującego<sup>4</sup>).

W Tabeli 1 przedstawiono wykaz środków spożywczych, które mogą być poddane napromienianiu promieniowaniem jonizującym w Polsce oraz maksymalne dopuszczalne dawki promieniowania jonizującego.

**Tabela 1.** Wykaz środków spożywczych, które mogą być poddane napromienianiu promieniowaniem jonizującym w Polsce oraz maksymalne dopuszczalne dawki promieniowania jonizującego

Rodzaj środka spożywczego	Cel napromieniania	Maksymalna dawka dopuszczalna kGy
Ziemniaki	Hamowanie kiełkowania	0,025-0,10
Cebula	Hamowanie kiełkowania	do 0,06
Czosnek	Hamowanie kiełkowania	0,03-0,15
Pieczarki	Zahamowanie wzrostu i starzenia się grzybów	1,0
Przyprawy suche, w tym suszone aromatyczne zioła, przyprawy korzenne i przyprawy warzywne	Obniżenie poziomu zanieczyszczeń biologicznych	10,0
Pieczarki suszone	Obniżenie poziomu zanieczyszczeń biologicznych	1,0
Suszone warzywa	Obniżenie poziomu zanieczyszczeń biologicznych	1,0



### Regulacje prawne w Unii Europejskiej

Po wielu latach badań prowadzonych w kilkudziesięciu krajach świata, Połączony Komitet Ekspertów FAO/WHO w 1980 r. po przeanalizowaniu warunków badań wydał raport, w którym stwierdził, że „napromienianie żywności dawką do 10 kGy jest nieszkodliwe i nie wymaga dalszych badań” bowiem nie przedstawia żadnych problemów”. Opierając się na wynikach badań Komisja Kodeksu Żywnościowego (Codex Alimentarius Commission) na 15 sesji w Genewie w 1983 r. przyjęła

normy dla napromieniania żywności (General Standard for Irradiated Food) oraz międzynarodowe zasady eksploatacji urządzeń radiacyjnych stosowanych do napromieniania żywności (International Code of Practice for Operation Facilities Used for Treatment of Foods). Dokumenty te są podstawą do ustanawianych przez państwa członkowskie Komisji Kodeksu Żywnościowego aktów prawnych związanych z wprowadzaniem do obrotu radiacyjnie utrwalonych produktów żywnościowych. Zgodnie z tym zaleceniem sumaryczna dawka pochłonięta przez żywność poddanej zabiegowi napromieniania nie powinna przekraczać 10 kGy.

W procesie dopuszcza się stosowanie następujących źródeł promieniowania:

- promienie gamma z radioizotopów Co-60, Cs-137;
- promienie X wytwarzane w urządzeniach pracujących na poziomie energii 5 MeV;
- elektrony wytwarzane w urządzeniach pracujących na poziomie energii 10 MeV.

W państwach Unii Europejskiej możliwości wykorzystania promieniowania jonizującego do utrwalania żywności regulują wymienione powyżej dwie dyrektywy europejskie.

Zgodnie z dyrektywą 1999/3/WE środki spożywcze zatwierdzone do poddawania działaniu promieniowania to suszone aromatyczne zioła, przyprawy korzenne i przyprawy warzywne, które często są skażone szkodliwymi organizmami i ich metabolitami. W przypadku takiego skażenia nie można stosować fumigantów, takich jak tlenek etylenu, ze względu na ryzyko związane z toksycznością ich pozostałości. Stosowanie promieniowania jonizującego może skutecznie zastąpić wspomniane substancje.

Zgodnie z ustawodawstwem europejskim kraje członkowskie mogą poddawać procesowi napromieniania inne artykuły żywnościowe niż wymienione w dyrektywie, pod warunkiem, że w chwili wejścia w życie dyrektywy miały na ten produkt zezwolenie odpowiedniego organu krajowego oraz że produkt nie będzie przeznaczony na eksport do innych krajów Unii Europejskiej, np. we Francji z wykorzystaniem promieniowania jonizującego mogą być utrwalane i higienizowane: żabie udka, drób, ser typu camembert; w Belgii: suszone jaja, ryby, skorupiaki, krewetki, mączka ryżowa.

Według dyrektyw unijnych środki spożywcze mogą być poddawane napromienianiu promieniowaniem jonizującym wyłącznie w celu:

- zmniejszenia liczby przypadków chorób spowodowanych spożyciem skażonej żywności przez niszczenie drobnoustrojów chorobotwórczych;
- zapobiegania psuciu się żywności przez opóźnienie lub powstrzymanie procesów rozkładu

i przez niszczenie mikroorganizmów odpowiedzialnych za te procesy;

- przedłużenia okresu przydatności do spożycia przez hamowanie naturalnych procesów biologicznych związanych z dojrzewaniem lub kiełkowaniem;
- usunięcia organizmów szkodliwych dla zdrowia roślin lub dla żywności pochodzenia roślinnego.

Napromienianie żywności promieniowaniem jonizującym jest dopuszczalne wyłącznie, jeżeli:

- nie stanowi zagrożenia dla zdrowia lub życia człowieka;
- jest korzystne dla konsumentów;
- jest uzasadnione technologicznie oraz nie będzie wykonywane w celu zastępowania wymagań zdrowotnych oraz warunków sanitarnych i higienicznych w produkcji i w obrocie żywnością;
- żywność poddawana napromienianiu:
  - spełnia obowiązujące wymagania zdrowotne,
  - nie zawiera substancji chemicznych służących do jej konserwacji lub stabilizacji.

Maksymalna dozwolona dawka promieniowania dla środków spożywczych może być podawana w dawkach cząstkowych. Jednakże nie wolno przekraczać maksymalnej sumarycznej dawki promieniowania 10 kGy. Obróbki poprzez poddanie działaniu promieniowania nie można stosować łącznie z obróbką chemiczną mającą taki sam cel.

Dyrektywa reguluje również kwestie dotyczące znakowania produktów napromienianych. Na etykietach produktów należy umieszczać wyrazy „napromieniony” lub „poddany działaniu promieniowania jonizującego”. Jeśli poddane napromienianiu produkty są stosowane jako składniki środków spożywczych, takie same określenia towarzyszą oznaczeniu składnika nawet, jeśli ich udział procentowy wynosi poniżej 25% produktu gotowego.



Międzynarodowym znakiem stosowanym do oznaczania napromienionej żywności jest radura opisana przez Codex *Alimentarius*.

Napromienianie żywności może być przeprowadzane wyłącznie w zatwierdzonych jednostkach, które spełniają wymogi Codex *Alimentarius* Wspólnej Komisji FAO/WHO wraz z zalecanym Międzynarodowym Kodeksem Postępowania w zakresie funkcjonowania jednostek przeprowadzających napromienianie do celów utrwalania środków spożywczych (FAO/WHO/CAC, tom XV, wydanie 1) oraz podlegają urzędowym inspekcjom. Każde państwo członkowskie przekazuje Komisji nazwy, adresy oraz numery identyfikacyjne jednostek przeprowadzających napromienianie, które zostały

zatwierdzone, tekst dokumentu zatwierdzającego, wszelkie decyzje zawieszające lub wycofujące zatwierdzenie, wyniki kontroli przeprowadzonych w jednostkach przeprowadzających napromienianie, szczególnie w odniesieniu do kategorii i ilości produktów poddawanych promieniowaniu oraz stosowane dawki, a także wyniki kontroli przeprowadzonych na etapie wprowadzania produktów do obrotu handlowego.

Jednostki przeprowadzające napromienianie, zobowiązane są do prowadzenia dla każdego źródła promieniowania jonizującego, rejestru danych dotyczących kontroli procesu napromieniania, tj. przeprowadzonych kontroli dozymetrycznych i uzyskanych wyników. W trakcie napromieniania rejestrowane są, w przypadku wykorzystywania radionuklidów: prędkość transportu artykułów lub czas spędzony w strefie naświetlania, wskaźniki właściwego położenia źródła oraz parametry wiązki, natomiast w przypadku wykorzystywania akceleratorów: prędkość transportu artykułu, charakterystyka prądu elektronowego, poziom energii oraz szerokość przemiatania wiązki elektronów. Rejestry muszą być przechowywane przez okres pięciu lat.

Obecnie na liście jednostek posiadających zezwolenie na napromienianie żywności na terenie Unii Europejskiej znajdują się 22 jednostki, z czego 6 wyposażonych jest w akceleratory elektronów.

Środek spożywczy poddany napromienianiu nie może być przywożony z państw trzecich na teren UE chyba, że:

- odpowiada warunkom mającym zastosowanie do takich środków spożywczych;
- towarzyszą mu dokumenty zawierające nazwę i adres jednostki, która przeprowadziła napromienianie;
- został poddany napromienianiu w jednostce zatwierdzonej przez Wspólnotę Europejską i zamieszczonej w wykazie.

W wykazie jednostek zatwierdzonych przez Wspólnotę Europejską w odniesieniu do których nadzór urzędowy gwarantuje, że spełniają one wymagania Dyrektywy 1999/2/WE, znajduje się obecnie 10 jednostek spoza krajów Unii Europejskiej (z Republiki Południowej Afryki, Turcji, Szwajcarii, Tajlandii oraz Indii).

Dyrektywa 1999/2/WE nie ma zastosowania do:

- a) środków spożywczych wystawionych na działanie promieniowania jonizującego powstałego na skutek zastosowania urządzeń pomiarowych lub kontrolnych pod warunkiem, że wchłonięta dawka nie przekracza poziomu 0,01 Gy dla urządzeń kontrolnych, w których stosuje się neutrony oraz 0,5 Gy w innych przypadkach przy maksymalnym poziomie energii

promieniowania wynoszącym 10 MeV w przypadku promieni Roentgena, 14 MeV w przypadku neutronów oraz 5 MeV w innych przypadkach;

- b) napromieniania środków spożywczych przygotowywanych dla pacjentów wymagających sterylnej czystości diety pod nadzorem lekarским.

### **Radiacyjna higienizacja żywności na świecie**

Obecnie w ponad 50 krajach świata istnieją zezwolenia (wydawane przez stosowny organ krajowy) na napromienianie żywności. Z kilku tysięcy pracujących obecnie na świecie akceleratorów elektronów ponad sto pracuje dla potrzeb utrwalania żywności. W tym samym celu wykorzystywanych jest 170 źródeł kobaltowych.

W oparciu o dane dostarczone przez kraje członkowskie Komisja publikuje w Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich szczegółowe dane dotyczące jednostek, a także wszelkie zmiany ich statusu oraz sprawozdanie o ilości środków spożywczych poddanych promieniowaniu jonizującemu. W 2011 r. w zatwierdzonych jednostkach przeprowadzających napromienianie w Unii Europejskiej poddano napromienianiu (w tonach) środki spożywcze przedstawione w Tabeli 2.

W Stanach Zjednoczonych w ciągu ostatniej dekady wzrosła ilość, poddawanych działaniu promieniowania jonizującego, produktów spożywczych wprowadzanych na rynek. Rocznie w USA poddaje się napromienianiu od 7 do 9 mln kilogramów mięsa wołowego i drobiu. Wzrasta ilość świeżych produktów poddawanych dezynfekcji za pomocą promieniowania jonizującego. W 2010 r. na rynek trafiło 17 mln kilogramów napromienianych świeżych owoców tropikalnych. Ocenia się również, że około 1/3 sprzedawanych w USA przypraw (ok. 85 mln kilogramów) jest poddawana działaniu promieniowania jonizującego. W Stanach Zjednoczonych na granicy z Meksykiem realizowany jest program budowy siedmiu stacji wyposażonych w akceleratory elektronów, w których zabiegowi kwarantanny będą poddane owoce tropikalne importowane z Meksyku.

W Chinach napromienianie żywności stosuje się od lat 90. XX wieku. Obecnie ilość napromienianej żywności sięga 200 000 ton (2009). Są to głównie owoce tropikalne, ziemniaki, czosnek, cebula oraz drób. W Chinach realizowany jest rządowy program, w wyniku którego w najbliższych latach uruchomionych zostanie sto stacji wyposażonych zarówno w źródła kobaltowe jak i akceleratory elektronów (głównie produkcji lokalnej) dedykowanych głównie do artykułów rolno-spożywczych.



Tabela 2. Ilość środków spożywczych (w tonach) napromieniowanych w Unii Europejskiej w 2011 r.

Kategorie produktów	BE	CZ	DE	EE	ES	FR	HU	NL	PL	RO	Ogółem	%
Sucha marchew	84,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84,1	1,04
Białko jaj	32,8	0	0	0	0	0	0	422	0	0	454,8	5,64
Ryby, skorupiaki, mięczaki, krewetki	153,1	0	0	0	0	0	0	38,5	0	0	191,6	2,37
Żabie udka	3050,9	0	0	0	0	510,6	0	352,6	0	0	3914,1	48,52
Guma arabska	2,1	0	0	0	0	69,2	0	0	0	0	71,3	0,88
Zioła i przyprawy korzenne	238,1	24,2	152	19,2	307	0,6	142	199,6	105,8	20	1208,9	14,98
Drób	1378,7	0	0	0	0	114,4	0	111,9	0	0	1605,0	19,89
Mączka ryżowa	44,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44,2	0,55
Warzywa	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,8	0,06
Produkty odwodnione	0	0	0	0	0	0	0	446,8	0	0	446,8	5,54
Inne	41,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,9	0,52
Ogółem	5030,7	24,2	152	19,2	307,5	694,8	142	1571,4	105,8	20	8067,5	100
% całości	62,36	0,30	1,88	0,24	3,81	8,61	1,76	19,48	1,31	0,25	100	

### Praktyczne wykorzystanie promieniowania jonizującego w Polsce. Instytut Chemii i Techniki Jądrowej – Doświadczalna Stacja Radiacyjnego Utrwalania Płodów Rolnych

W Polsce od ponad 50 lat prowadzone są prace naukowo-badawcze związane z napromienianiem żywności. W latach 1985-1990 badania te zostały objęte centralnym programem badawczo-rozwojowym CPBR 10.13 „Metody radiacyjne w rolnictwie”. W okresie realizacji programu zostały opracowane technologie radiacyjnego utrwalania szereg artykułów rolno-spożywczych.

W ramach programu została wybudowana w Instytucie Chemii i Techniki Jądrowej Doświadczalna Stacja Radiacyjnego Utrwalania Płodów Rolnych. Zadaniem Stacji jest prowadzenie prac badawczych oraz wdrożeniowych związanych z:

- opracowaniem nowych technologii utrwalania artykułów rolno-spożywczych,
- opracowaniem metod kontroli (dozymetrii) napromieniania żywności.

Stacja wyposażona jest w dwa urządzenia radiacyjne pozwala-

jące uzyskać wiązki elektronów o energii 10 MeV i mocy 1 kW (akcelerator Pilot) oraz 10 kW (akcelerator Elektronika). Akcelerator ELEKTRONIKA 10-10 wyprodukowany przez Zjednoczenie Naukowo-Produkcyjne „TORU” w Moskwie, jest urządzeniem radiacyjnym o dużej mocy, pozwalającym uzyskać wiązkę elektronów o energii 10 MeV i mocy średniej do 10 kW. Parametry te pozwalają na prowadzenie procesu radiacyjnego w skali komercyjnej.

Widok ogólny akceleratora (fot. 1) oraz uproszczony schemat akceleratora Elektronika 10-10 (rys. 1).

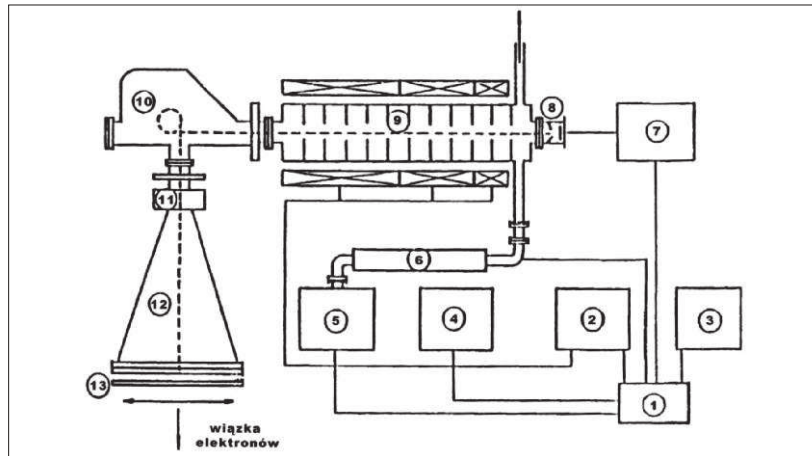
Rocznie w IChTJ zabiegowi dekontaminacji mikrobiologicznej poddaje się kilkadziesiąt ton przypraw oraz ziół.

#### Ważniejsze parametry akceleratora ELEKTRONIKA 10-10 są następujące:

- |  |  |
|--|--|
| • rodzaj pracy                             | praca impulsowa  |
| • energia elektronów                       | 5-10 MeV   |
| • średnia moc wiązki                       | 10 kW  |
| • geometria wiązki na wyjściu akceleratora | przemiatanie liniowe w zakresie do 650 mm w płaszczyźnie przenośnika |
| • czas trwania impulsu prądu wiązki        | 2 – 7 $\mu$ s  |
| • częstość powtarzania impulsów            | 25 – 400 Hz  |
| • częstość przemiatania wiązki             | 2, 3, 5 Hz   |
| • częstość robocza generatora w.cz.        | 1887 MHz   |



Fot. 1. Widok ogólny akceleratora ELEKTRONIKA



Rys. 1. Schemat blokowy akceleratora Elektronika 10-10: 1) pulpit sterowniczy, 2,3) system zasilania, 4) modulator impulsowy magnetronu, 5) generator energii mikrofalowej, 6) cyrkulator, 7) modulator impulsowy działu elektronowego, 8) działo elektronowe (wyrzutnia), 9) sekcja przyspieszająca (akcelerator), 10) magnes odchylający, 11) magnes przemieszczający, 12) komora przemieszczania z oknem wyjściowym wiązki elektronów, 13) napromieniowywany materiał na transporterze

### Zalety metody radiacyjnej higienizacji i utrwalania żywności:

- duża skuteczność eliminacji zanieczyszczenia mikrobiologicznego;
- brak pozostałości toksycznych;
- brak negatywnych efektów temperaturowych zabiegu;
- względnie szybka realizacja procesu;
- brak zagrożenia dla środowiska naturalnego;
- brak zmian cech jakościowych;
- stosowanie całkowicie szczelnych opakowań jednostkowych, co eliminuje ryzyko wtórnej kontaminacji wyrobu;
- łatwość monitorowania i precyzyjnej kontroli jakości procesu.

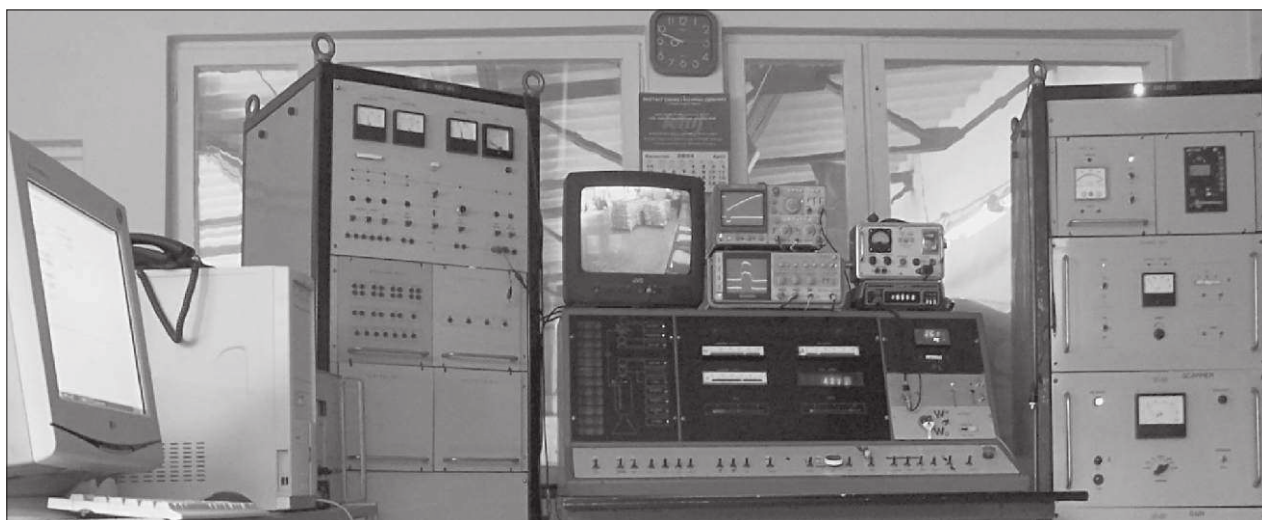
### Podsumowanie

Radiacyjna metoda utrwalania żywności nie jest i nie będzie metodą uniwersalną, podobnie jak i inne metody utrwalania. Wykorzystanie jej skuteczności polega na:

- eliminacji lub redukcji drobnoustrojów chorobotwórczych do poziomu zapewniającego bezpieczeństwo jej konsumpcji;
- zapobieganiu psuciu 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.



Fot. 2. Obraz hali Doświadczalnej Stacji Radiacyjnego Utrwalania Płodów Rolnych IChTJ



fot. IChTJ

Fot. 3. Sterownia Doświadczalnej Stacji Radiacyjnego Utrwalania Płodów Rolnych IChTJ

W ostatnich latach w wielu krajach azjatyckich (Chiny, Tajlandia, Indie, Filipiny) oraz Stanach Zjednoczonych radiacyjna metoda utrwalania żywności znajduje coraz większe zastosowanie oraz akceptację zarówno służb sanitarnych, jak i konsumentów.

Diametralnie inna sytuacja jest w Europie. Po wejściu w życie w 1999 r. dyrektyw ilość napromienionych produktów znacząco zmalała, i tak np. w 1999 r. we Francji poddano napromienieniu 20 000 ton różnych artykułów żywnościowych a w 2011 r. 684 tony. Podobnie sytuacja wygląda w innych krajach Unii.

Kraje, takie jak Holandia, Francja, Belgia dążą do rozszerzenia listy produktów, które mogą być poddawane napromienieniu oraz zmiany rygorystycznych przepisów dotyczących znakowania szczególnie dodatków tak, jak ma to miejsce np. w USA. W chwili obecnej inne kraje, jak Niemcy, Dania, Luksemburg są temu przeciwnie.

*prof. dr hab. Wojciech Migdał,  
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,  
Warszawa*

*mgr inż. Urszula Gryczka,  
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej,  
Warszawa*

#### Akty prawne:

1. Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. Nr 171/2006, poz. 1225 z późn. zm.);
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie warunków napromieniania żywności promieniowaniem jonizującym (Dz.U. Nr 121, poz. 841);
3. Dyrektywa 1999/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 lutego 1999 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących środków spożywczych oraz składników środków spożywczych poddanych działaniu promieniowania jonizującego (Dz. Urz. WE L 66 z 13.03.1999, str. 16; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 23, str. 236);
4. Dyrektywa 1999/3/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 lutego 1999 r. w sprawie ustanowienia wspólnotowego wykazu środków spożywczych oraz składników środków spożywczych poddanych działaniu promieniowania jonizującego (Dz. Urz. WE L 66 z 13.03.1999, str. 24; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 23, str. 244).

#### Literatura

- [1] Official Journal of the European Union, Commission Decision: 2002/840/EC; 2004/691/EC, 2007/802/EC, 2010/172/EC, Commission Implementing Decision 2012/277/EU
- [2] Report from the Commission to the European Parliament and The Council on Food and Food Ingredients Treated with Ionising Radiation for the year 2011. Brussels, 14.11.2012, COM(2012) 659 final