

KRYSPINA ŚMIERZCHALSKA  
*Rolnicza Pracownia Izotopowa PAN*

## ZASTOSOWANIE TECHNIKI RADIACYJNEJ DO KONSERWACJI PRODUKTÓW ROLNYCH I ŻYWNOŚCI W ŚWIETLE BADAŃ PROWADZONYCH ZA GRANICĄ

Zastosowanie energii atomowej w różnych dziedzinach nauk i technice nie omija zagadnień ochrony i konserwacji produktów rolnych i środków żywności. Badania związane z tymi zagadnieniami są od szeregu lat prowadzone w wielu krajach i szeroko dyskutowane na licznych konferencjach. W skali międzynarodowej były one przedmiotem zebrań organizowanych przez FAO i Międzynarodową Agencję Atomową w Wiedniu. Ostatnio są także dyskutowane na ogólnych posiedzeniach Europejskiego Stowarzyszenia Metod Izotopowych w Rolnictwie (ESNA) i jego grupy roboczej „Techniczne aspekty napromieniowania żywności”. Na posiedzeniu ESNA w Wageningen (1969) Dr de Zeeuw (3) w obszernym referacie przedstawił problematykę badań nad zastosowaniem radiacji w ochronie i konserwacji produktów rolnych ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień rozwiązywanych w placówkach badawczych w Holandii. Na tymże zebraniu Dr Foa (2) szerzej omówił badania dotyczące napromieniowania warzyw i owoców. Na konferencji ESNA w Budapeszcie (1972) Prof. Diehl (1) przedstawił najważniejsze kierunki badań oraz zagadnienia rozwiązywane aktualnie i w najbliższej przyszłości. Zastosowanie promieniowania do konserwacji produktów rolnych i żywności było również dyskutowane na konferencji zorganizowanej przez „Agrochimica” w Wenecji w roku 1971.

Omówienie poruszanej na powyższych konferencjach problematyki i kierunków badań oraz dotychczasowych osiągnięć ma na celu wykazanie wagi zagadnienia oraz jego perspektyw na najbliższą przyszłość.

Ocena stanu wyżywienia ludności świata dokonana przez FAO wykazała olbrzymi niedobór produktów żywnościowych. Poprawa tej sytuacji stawia duże zadania przed rolnictwem, jako głównym producentem środków żywności. Dwie są zasadnicze drogi ich rozwiązania.

1. Podniesienie rolniczej produkcji roślinnej i zwierzęcej.
2. Właściwa konserwacja i dystrybucja wytworzonych przez rolnictwo surowców i produktów.

Zadanie drugie jest nie mniej ważne jak pierwsze, jeżeli się rozważy jak duże ilości żywności ulegają zniszczeniu podczas przechowywania, tran-

sportu lub sprzedaży. Ocena tych strat przeprowadzona przez FAO określa je średnio na 20% ogółu światowej produkcji rolniczej z tym, że w niektórych rejonach dochodzą one nawet do 50%. Szczególnie duże straty żywności mają miejsce w krajach tropikalnych, gdzie wyprodukowane białko — mięso, mleko, jaja, ryby — ulegają szybkiemu rozkładowi. Gdyby udało się zmniejszyć do połowy straty wynikające z psucia się produktów czy też niszczenia ich przez szkodniki, wówczas zyskałoby się w skali światowej 9 milionów ton białka — ilość wystarczającą na wyżywienie 300 milionów ludzi. Ilości ziarna ulegające zniszczeniu co roku w krajach Afryki wystarczyłyby dla 55 milionów ludzi.

Zdanie sobie sprawy z ogromu strat żywności, występujących już po jej wyprodukowaniu, przyczyniło się wydatnie do nasilenia badań zmierzających do opracowania jak najbardziej skutecznych środków zaradczych redukujących powstające straty do minimum.

Stosowanie promieniowania jonizującego do konserwacji żywności ma na celu, podobnie jak inne sposoby czy środki, zniszczenie drobnoustrojów powodujących jej rozkład. Ma ono nie tylko zapobiegać stratom masy towarowej, ale poprawiać jakość i zdrowotność. Dla niektórych produktów cel ten osiąga się na skutek oddziaływania promieniowania na procesy życiowe, czego przykładem może być napromieniowanie ziemniaków, cebuli, marchwi (hamowanie wzrostu), niektórych owoców jak pomidory, jabłka owoce cytrusowe (opóźnienie dojrzewania).

Wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe jest bardzo skomplikowany. Wynika on z właściwości jonizacji materii, w wyniku której następuje destrukcja niektórych istniejących w organizmach połączeń i powstawanie nowych, co w konsekwencji ma wpływ na przebieg procesów fizjologicznych, biochemicznych i zmiany genetyczne. Wyjaśnieniu mechanizmu oddziaływania promieniowania jonizującego na organizmy żywe poświęcone są liczne badania prowadzone od dawna, jednakże ich dotychczasowe wyniki nie w pełni naświetlają zagadnienie. Destruktywny wpływ promieniowania jonizującego wynika między innymi z hamowania syntezy DNA, a co za tym idzie hamowania podziału komórek.

Wpływ promieniowania na organizmy żywe zależy od wysokości dawek. Przy bardzo małych dawkach może być niedostrzegalny i niewykrywalny. Niekiedy występuje nawet dodatnie (stymulujące) działanie niskich dawek promieniowania na niektóre procesy życiowe. Przy wzroście dawek promieniowania jego szkodliwość wzmagą się, aż do wystąpienia zniszczenia organizmu (dawki letalne).

Wrażliwość organizmów na promieniowanie jest bardzo różna i zależy w dużym stopniu od ich cech gatunkowych, fazy rozwojowej a także warunków środowiska.

Konserwacja produktów rolniczych i żywności sprowadza się do stosowania takich dawek, które skutecznie inaktywowałyby makro- czy mikroorganizmy, a nie wpływały w stopniu destruktywnym ani szkodliwym na sam produkt. Zagadnienie to wymaga bardzo wszechstronnych badań dotyczących:

- 1) ustalenia wysokości dawek spełniających zamierzony cel, więc niszczących drobnoustroje powodujące psucie się żywności, czy też niszczenie żerujących na niej szkodników,
- 2) określenia wpływu stosowanych dawek promieniowania na sam produkt, jego właściwości organoleptyczne, zmiany fizyczne, czy chemiczne,
- 3) określenia zdrowotności napromieniowanego produktu dla konsumenta,
- 4) w oparciu o uzyskane wyniki badań uzyskanie legalizacji napromieniowanego produktu przez odpowiednie władze i zezwolenie jego sprzedaży na rynku,
- 5) opracowania technologii radiacji żywności na skalę techniczną (odpowiednich urządzeń, pozwalających na sprawne i opłacalne przeprowadzenie zabiegu na dużej masie towarowej.

Tabela 1

Główne produkty rolnicze, których konserwacja za pomocą radiacji miałaby znaczenie gospodarcze w niektórych krajach europejskich i pozaeuropejskich (4)

Kraj	Rodzaj produktu
Anglia	Mięso, ryby, pożywienie dla zwierząt
Austria	Soki owocowe
Australia	Ziemniaki
Dania	Mięso puszkowane, owoce, warzywa
Francja	Soki owocowe, zboża, ziemniaki
Hiszpania	Olej oliwkowy
Holandia	Mięso wołowe (świeże), mięso konserwowe, drób, ryby, owoce i warzywa (świeże i suszone) — przede wszystkim ziemniaki, cebula, pomidory, truskawki, grzyby (pieczarki), a także sery, zboża, karma dla zwierząt
Izrael	Ziemniaki, cebula, owoce cytrusowe
Kanada	Ziemniaki, cebula
NRF	Ryby, chleb żytni, ziemniaki, czereśnie
Portugalia	Ziemniaki, kawa (ziarna), gruszki
Szwajcaria	Mąka pszenna, pszenica (ziarno), pożywienie dla zwierząt, soki owocowe, pomidory, ziemniaki
USA	Pszenica, mąka pszenna, ziemniaki
Węgry	Ziemniaki, cebula, owoce, grzyby, zboża,
ZSRR	Ziemniaki, ziarno zbóż, owoce suszone, produkty i koncentraty suszone, mięso wołowe, wieprzowe i królicze

Badania nad powyższymi zagadnieniami podjęto w szeregu krajów, z różnym ich ukierunkowaniem w zależności od znaczenia gospodarczego produktów. W tabeli 1 podane są główne produkty, których konserwacją przy zastosowaniu radiacji są zainteresowane niektóre kraje europejskie i pozaeuropejskie. Jak wynika z tego zestawienia największe zainteresowanie budzi konserwacja mięsa, warzyw i owoców.

Tabela 2

Zastosowanie radiacji do niszczenia szkodników i konserwacji produktów rolnych i żywności (dane z referatu de Zeeuw (4))

Rodzaj produktu	Cel napromieniowania	Mechanizm oddziaływania	Dawki Mradów
Mięso, drób, ryby i inne szybko rozkładające się produkty białkowe	Przedłużenie okresu składowania i utrzymanie w stanie świeżym (bez zamrażania)	Zahamowanie rozwoju mikroorganizmów powodujących rozkład, w szczególności <i>Clostridium botulinum</i>	poniżej 4,0
„ „ „ „	Przedłużenie okresu składowania przy łącznym zastosowaniu chłodzenia	„ „ „	0,05—1,0
Mrożone mięso, drób oraz jaj i inne produkty mogące zawierać mikroorganizmy chorobotwórcze	Zapobieganie toksyczności produktów	Niszczenie groźnej bakterii <i>Salmonella</i>	0,3—1,0
Mięso i inne produkty mogące zawierać chorobotwórcze pasożyty.	Zapobieganie chorobom pasożytniczym	Między innymi niszczenie trichin	0,01—0,3
Pszenica, mąka świeże i suszone owoce zaatakowane przez szkodniki	Odrobaczenie (Dezynfestacja)	Zabicie lub sterylizacja insektów	0,02—0,08
Owoce i niektóre warzywa	Przedłużenie okresu składowania	Niszczenie makro- i mikroorganizmów powodujących psucie się produktów (pleśnie, grzybki, bakterie)	0,1—0,5
Warzywa korzeniowe i bulwiaste (ziemniaki, marchew, cebula, grzyby (pieczarki)	Przedłużenie okresu składowania	Zahamowanie wzrostu, kiełkowania	0,005—0,015
Przyprawy korzenne	Zmniejszenie kontaminacji drobnoustrojami	Zniszczenie szkodliwych mikroorganizmów	0,5—2,0



W tabeli 2 zamieszczono dane dotyczące rodzaju napromieniowywanych produktów, celu przeprowadzenia zabiegu oraz wysokości wymaganych dawek. Wykazują one duże wahania w wysokości stosowanych dawek, a mianowicie od 0,005 Mradów do około 4,0 Mradów. Wynika to między innymi z różnej wrażliwości na promieniowanie organizmów, które mają być zniszczone. Stosunkowo niewysokimi dawkami można skutecznie inaktywować bardzo rozpowszechnione bakterie *Salmonella*, występujące w mięsie, jajach, karmie dla zwierząt. Niskie dawki promieniowania niszczą groźne pasożyty zwierzęce *Cysticercus bovis* (0,3 Mrada) czy *Trichinella spiralis* (0,33 Mrada). Szkodniki ziarna zbóż można niszczyć dawką 0,05 Mrada bez ujemnego wpływu na wartość użytkową produktu. Obecnie w tym celu stosuje się środki chemiczne. Ich używanie jest ostatnio kwestionowane ze względu na toksyczne działanie ich pozostałości dla konsumenta.

Z tego też powodu duże nadzieje wiąże się z możliwością konserwacji w stanie świeżym wielu owoców i warzyw. Jednym z takich produktów są truskawki, które w ciągu krótkiego czasu mogą ulegać zepsuciu powodowanemu głównie przez pleśnie. Przedłużanie okresu ich składowania przez umieszczanie w niskich temperaturach nie jest sposobem w pełni zadowalającym (2, 4). Napromieniowanie owoców cytrusowych, celem zniszczenia drobnoustrojów powodujących psucie się skórki, może mieć duże znaczenie dla dłuższego utrzymania ich w świeżym stanie i poprawienia jakości (2). Stosunkowo niskie dawki promieniowania (0,005—0,015 Mrada) wystarczają do zahamowania kiełkowania ziemniaków czy wyrastania cebuli, co w konsekwencji może wydatnie zmniejszyć straty powstające przy długotrwałym przechowywaniu tych warzyw, a także może znacznie poprawić ich jakość.

Prowadzone są także badania nad łącznym stosowaniem dwóch czynników, a mianowicie napromieniowania oraz obniżonych czy podwyższonych temperatur, lub też środków chemicznych. Umożliwia to zmniejszenie dawki promieniowania, a także modyfikację drugiego czynnika w stosunku do parametrów wymaganych przy jego wyłącznym stosowaniu. Istnieją dane literaturowe wskazujące, że przy takim łącznym stosowaniu dwóch czynników można też uzyskać poprawienie wartości produktu. I tak np. utrwalanie puszkowanych owoców przy zastosowaniu radiacji i pasteryzacji pozwoliło na skrócenie czasu pasteryzacji, co w efekcie poprawiło jakość produktu (4).

Dużo badań prowadzi się nad stosowaniem promieniowania łącznie z obniżoną temperaturą do konserwacji mięsa. Szczególnie intensywne prace dotyczą konserwacji ryb, które są artykułem bardzo trudnym do utrzymania w stanie świeżym. Obniżona temperatura, która w stopniu zadowalającym hamuje psucie się mięsa wołowego czy innego, nie wystarcza dla

utrzymania ryb w świeżości. Przy dalekomorskich połowach konserwacja ryb i przywiezienie ich do portów w stanie świeżym (niemrożonym) ma bardzo duże znaczenie. Toteż konserwowanie ryb za pomocą radiacji i obniżonych temperatur może wydatnie przedłużyć okres ich składowania i z praktycznym jej zastosowaniem wiąże się duże nadzieje. Zagadnienie to jest równocześnie rozpatrywane w aspekcie technicznego przeprowadzenia zabiegu przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń zamontowanych na statkach rybackich (1).

Podobnie bardzo obszerna jest problematyka dotycząca łącznego stosowania radiacji z czynnikiem temperaturowym w odniesieniu do szeregu innych produktów, a także stosowania radiacji łącznie z różnego rodzaju środkami chemicznymi (3, 4, 5).

Równocześnie z badaniami nad ustaleniem optymalnych dawek promieniowania dla celów konserwacji produktów rolnych, żywności lub zwalczania szkodników je niszczących, prowadzone są szczegółowe badania dotyczące właściwości samego produktu, między innymi właściwości organoleptyczne, zmiany w podstawowych związkach jak węglowodany, białka, tłuszcze, witaminy. Tego rodzaju prace są najczęściej realizowane przy współudziale pracowników specjalistycznych laboratoriów czy instytutów.

Radioczułość poszczególnych organizmów czy związków wynika z cech gatunkowych, a także warunków środowiska. Jako przykład takiej zmienności można przytoczyć wyniki badań nad aminokwasami wykazujące, że aminokwasy wyizolowane są bardziej wrażliwe na promieniowanie niż związane w białkach. Przykładem różnic gatunkowych może być mała wrażliwość aminokwasów wołowiny na napromieniowanie. Nie ulegały one zmianom przy dawkach 20 Mradów, podczas gdy dla ryb dawka graniczna wynosiła 2,5—4,5 Mradów. Istnieje obecnie bardzo obszerna literatura dotycząca wpływu radiacji na właściwości organizmu, procesy fizjologiczne, biochemiczne (procesy oddychania, enzymatyczne itp.) oraz różnego rodzaju związki zawarte w organizmach.

Badania zdrowotności napromieniowywanych produktów są prowadzone nie tylko w oparciu o ich jakościową charakterystykę, ale również na podstawie eksperymentów wykonywanych na organizmach żywych. Takie badania są prowadzone w szeregu krajów, między innymi w Danii, Francji, Włoszech, Holandii, NRF, Anglii, Kanadzie, USA. Niektóre są realizowane w ramach programów Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) lub przy jej współpracy. Między innymi prowadzi się doświadczenia, w których testowe zwierzęta, szczury lub młode świnki, otrzymują przez dłuższy okres czasu dietę składającą się z niektórych lub wszystkich produktów utrwalanych przy pomocy promieniowania. Kontrolną serię stanowią zwierzęta żywione takimi samymi produktami uprzednio poddanymi zabiegowi pasteryzacji. Badania, w których świnki otrzymują dietę zbliżoną do ludzkiej,

pozwalają na przybliżenie wnioskowania odnośnie ich zdrowotności dla ludzi. Równolegle prowadzone są też badania kliniczne nad spożywaniem napromieniowanych produktów, dawkami uznanymi za nietoksyczne, przez pacjentów.

Wyniki tych wszystkich badań dają podstawę do uznania i zatwierdzenia radiacji jako sposobu konserwacji produktów rolnych i żywności, a także zwalczania niszczących je szkodników.

Dopuszczenie do sprzedaży produktów żywnościowych utrwalanych przy zastosowaniu radiacji wymaga legalizacji przez odpowiednie władze. Poza tym rozprowadzany produkt utrwalony radiacyjnie musi być oznakowany odpowiednią etykietką informującą, że był on poddany zabiegowi napromieniowania z podaniem wysokości dawki. W tabeli 3 podano produkty,

Tabela 3

*Produkty rolnicze gotowe do utrwalania za pomocą radiacji cyt. za de Zeeuw (3)*

Produkt	Kraj	Wysokość dawki Mradów	Rok akceptacji
Ziemniaki	Kanada	0,01	1960
	ZSRR		1958
	USA		1964
	Izrael		1967
	Hiszpania		1969
	Holandia		1970
	Francja		1970
Cebula	Kanada	0,006	1965
	ZSRR		1967
	Izrael		1968
Ziarno i produkty zbożowe	ZSRR	0,03	1959
	USA		1963
	Kanada		1969
Pieczarki	Holandia	0,25	1969
Truskawki	Holandia	0,2	1969
Szparagi	Holandia	0,2	1969
Drób	ZSRR	0,6	1966
Mięso wołowe, wieprzowe, królicze	ZSRR	0,6—0,8	1964

które w szeregu krajów uzyskały już oficjalną legalizację — mogą być utrwalane za pomocą promieniowania i sprzedawane na rynku wewnętrznym. Ostatnio przedmiotem dyskusji jest również zagadnienie legalizacji produktów utrwalanych za pomocą radiacji w handlu międzynarodowym.

Napromieniowanie produktów rolniczych i żywności na skalę techniczną jest oddzielnym zagadnieniem, które oprócz opracowania założeń i planów wymaga praktycznego ich sprawdzenia na skalę półtechniczną.

Urządzenie takie oprócz odpowiednio silnego źródła (czy źródeł) promieniowania musi posiadać specjalnie dostosowany transport pojemników, w których umieszczane są produkty poddawane radiacji. Osobnym zagadnieniem jest sprawa opakowań dla produktów poddawanych napromienianiu. Ze względu na ograniczoną objętość artykułu zagadnienie to nie będzie szerzej omawiane, niemniej jednak należy zasygnalizować, że różne rodzaje opakowań są uwzględniane w programach badawczych. Określa się między innymi zmiany zachodzące pod wpływem promieniowania w materiałach służących do wyrobu opakowań, możliwość przechodzenia pewnych związków do produktu itp. Szereg opakowań jak np. papierowe, folie z niektórych tworzyw sztucznych (szczególnie polietylenowe) nie ulegają zmianom pod wpływem dawek stosowanych do napromieniania produktu. Dlatego niektóre produkty można poddawać radiacji w tego rodzaju opakowaniach przeznaczonych do sprzedaży. Pozwala to na uniknięcie ponownej kontaminacji produktu.

Powracając do omawianego zagadnienia urządzeń do napromieniania na skalę techniczną, trzeba podkreślić, że są to inwestycje bardzo kosztowne i dotychczas na świecie jest ich stosunkowo niewiele. Jedne z większych znajdują się w Wielkiej Brytanii (Wantage), USA. Mniejsze urządzenia w Danii, Belgii, Francji, NRF. W ostatnich latach urządzenie takie zostało wybudowane również w Holandii w Wageningen.

Holandia należy do krajów bardzo zainteresowanych w stosowaniu radiacji do konserwacji produktów rolnych i żywności, przodujących w prowadzeniu na szeroką skalę badań nad tymi zagadnieniami. Posiada w tej dziedzinie duże osiągnięcia, łącznie ze stosowaniem radiacji do utrwalania produktów przeznaczonych do sprzedaży.

Obszerne programy badawcze rozpoczęto realizować w Holandii w szeregu placówek badawczych, między innymi w Instytucie Zastosowań Energii Atomowej w Rolnictwie (ITAL) w roku 1962. Instytut dysponuje dwoma źródłami promieniowania gamma (Cs-137) 300 oraz 5000 Ci, co pozwala na wykorzystywanie ich do badań prowadzonych na miejscu, a także realizowanych w ramach współpracy z innymi placówkami badawczymi. Jedne z wcześniejszych programów badawczych podjętych m. innymi w ITAL, dotyczyły napromieniania pieczarek, ziemniaków, cebuli, truskawek i innych owoców miękkich. Przedmiotem badań była również konserwacja mięsa świeżego za pomocą radiacji, a także zwalczanie infekcji bakteriami rodzaju *Salmonella* produktów bezpośrednio konsumpcji (jaja, mięso) oraz karmy dla zwierząt (mączki kostne, mieszanki) (5).



Wybudowane na skalę póltechniczną urządzenie do napromieniowania w Wageningen, które mieści się przy Instytucie Zastosowań Energii Atomowej w Rolnictwie, pozwoliło na rozszerzenie badań i sprawdzanie przeprowadzania zabiegu na skalę techniczną. Urządzenie to posiada dwa źródła promieniowania, a mianowicie elektronowe pochodzące z akceleratora van de Graaffa o mocy 2 MeV oraz źródło promieniowania gamma 50 000 Ci (Co-60). Transport taśmowy doprowadza kontenery (50×50 cm) zawierające produkty przeznaczone do napromieniowywania do odpowiedniego źródła. Wszystkie manipulacje łącznie z programowaniem parametrów (wysokości dawki, czasu napromieniowywania itp. są prowadzone przy pomocy pulpitu sterowniczych i kontrolowane przy zastosowaniu specjalnych monitorów oraz kamer telewizyjnych)\*.

Każde ze źródeł promieniowania wykorzystywane jest w zależności od rodzaju produktu i celu jego napromieniowania. I tak np. dla zniszczenia powierzchniowej mikroflory (napromieniowanie mięsa, owoców np. truskawek) wystarcza mniej przenikliwe promieniowanie elektronowe, a więc z generatora van de Graaffa. Bardzo przenikliwe promieniowanie gamma Co-60 stosuje się do napromieniowywania ziemniaków, cebuli, pieczarek.

Obydwa źródła znajdują zastosowanie nie tylko do badań eksperymentalnych, ale także do napromieniowywania produktów zatwierdzonych do obrotu handlowego. Szczególnie duże znaczenie gospodarcze ma w Holandii przedłużanie okresu składowania i utrzymania w stanie świeżości takich produktów jak pieczarki, truskawki, ziemniaki, cebula. Toteż ich ilości poddawane zabiegowi napromieniowania rosną z roku na rok.

Źródło promieniowania gamma wykorzystywane jest również do sterylizacji np. przyrządów medycznych i narzędzi chirurgicznych, smoczków dla niemowląt itp.

Przytoczone w niniejszym artykule zagadnienia badawcze, dotyczące stosowania radiacji do konserwacji żywności i produktów rolnych, nie obejmują wszystkich artykułów będących przedmiotem eksperymentów. Jest ich bardzo wiele. Dla przykładu można przytoczyć, że bardzo szczegółowe badania dotyczą kilkunastu rodzajów ryb morskich. Podobnie kilkadziesiąt gatunków owoców i warzyw można znaleźć na liście objętych badaniami nad wpływem radiacji na ich utrzymanie w stanie świeżym. Na podkreślenie zasługuje fakt, że problematyka tych badań rośnie z każdym rokiem i podejmowana jest przez coraz to nowe placówki.

---

\* Autorka miała możliwość bliższego zapoznania się z urządzeniami do napromieniowania na skalę póltechniczną, znajdującymi się w Wageningen podczas pobytu na stypendium naukowym w Holandii, Wageningen (ITAL) w 1971 roku, a z omawianym zagadnieniem również uczestnicząc w zebraniach ESNA w Wageningen (1969 r.), Budapeszcie (1972 r.) i konferencji „Agrochimica w Wenecji (1971 r.).

Znaczenie metody radiacyjnego utrwalania żywności i produktów rolnych stosunkowo wcześniej znalazło zrozumienie wielu polskich specjalistów, którzy już w latach pięćdziesiątych podejmowali badania, a także uczestniczyli w międzynarodowych dyskusjach na te tematy (prof. dr E. Pijanowski, doc. dr W. Bednarczyk).

Na podkreślenie zasługuje opracowanie przez doc. Bednarczyka monografii na temat zastosowania promieniowania jonizującego do utrwalania żywności, która ukazała się w roku 1963\*. Bardzo wszechstronnie naświetla ona zagadnienia związane z tym trudnym i skomplikowanym problemem, m. innymi efekty oddziaływania promieniowania jonizującego na poszczególne składniki żywności, na organizmy żywe, a także toksykologiczne, technologiczne i ekonomiczne aspekty stosowania radiacji jako metody utrwalania. Autor wyczerpująco przedstawił osiągnięcia w tej dziedzinie do roku 1961, opierając się na wynikach badań krajów przodujących, cytowanych w kilkuset pozycjach literatury. Podręcznik zyskał bardzo wysoką ocenę i nadal stanowi cenny materiał dotyczący podstawowych zagadnień radiacyjnego utrwalania żywności.

Również w artykułach przeglądowych, publikowanych w czasopiśmie specjalistycznym, naświetlano poruszane zagadnienia uwzględniając wyniki nowszych badań w tej dziedzinie, a między innymi biochemiczne aspekty konserwowania żywności za pomocą promieni jonizujących (prof. Pijanowski, 1963\*\*; stan i perspektywy zastosowania promieni jonizujących do utrwalania żywności oraz zagadnienia związane z radiacyjnym niszczeniem drobnoustrojów w żywności (doc. Horubała, 1968, 1970\*\*\*).

Znacznie skromniej przedstawiają się badania prowadzone w Polsce w minionym okresie nad radiacyjnym utrwalaniem żywności, biorąc pod uwagę ich dynamiczny rozwój w szeregu krajów. Jedną z przyczyn stanowił niewątpliwie brak odpowiednich źródeł promieniowania jonizującego. Niemniej jednak, choć w niezbyt szerokim zakresie, podejmowane badania dotyczyły różnorodnej problematyki. I tak np. przedmiotem studiów prowadzonych w Kat. Technologii Rolnej SGGW był wpływ promieniowania gamma na jakość czarnych jagód, porzeczek, truskawek, przecierów i soków, a także na białko mleka. W Kat. Przemysłu Fermentacyjnego SGGW badano wpływ promieniowania gamma na kiełkowanie jęczmienia i słód. Zmiany aminokwasów w mięsie utrwalanym metodą radiacyjną badano w Kat. Technologii Rolnej WSR w Poznaniu, podobnie jak i utrwalanie po-

\* Bednarczyk W. Utrwalanie żywności promieniowaniem jonizującym. WPL, W-wa, 1963.

\*\* Przemysł Spożywczy, t. 17 (1963), 640—656.

\*\*\* Przemysł Spożywczy, t. 22 (1968) 188—192, oraz t. 24 (1970) 244—46.

ziomek i grzybów za pomocą promieniowania jonizującego. Wpływ radiacji na drobnoustroje był przedmiotem badań prowadzonych w Politechnice Łódzkiej. Prowadzono też badania nad zmianami biochemicznymi w ziemniakach pod wpływem promieniowania gamma (Z-d Ziemniaka IUNG) oraz nad wpływem promieniowania X na przechowywanie cebuli (Z-d Warzywnictwa IUNG).

Należy oczekiwać, iż w najbliższej przyszłości badania nad radiacyjnym utrwalaniem żywności będą u nas prowadzone w szerszym zakresie. Podstawę do tego stwarza wyposażenie niektórych placówek w źródła promieniowania jonizującego izotopowe lub elektronowe (akceleratory). Między innymi w duże źródło Co-60 (20 000 Ci) jest obecnie wyposażony Instytut Chemii Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej. Zamierzone jest także uruchomienie w najbliższej przyszłości źródeł promieniowania jonizującego w innych ośrodkach, między innymi w Poznaniu.

#### LITERATURA

1. Diehl J. F.: Food irradiation. Referat wygłoszony na III Ogólnym Zabraniu Europejskiego Stowarzyszenia Metod Izotopowych w Rolnictwie (ESNA), Budapeszt 26—29.IX.1972.
2. Foa E. T.: The present status of food preservation in Israel as a subtropical country. Referat na konferencji ESNA, 18—21. IX. 1969, Wageningen.
3. Zeeuw de D.: Irradiation of agricultural products. Referat na konferencji ESNA, Wageningen, 18—21.IX. 1969.
4. Zeeuw de D.: Irradiation of food products. „Agrochimica”, v. XV, 172—192, 1971.
5. Zeeuw de D.: Application of Atomic Energy in Agriculture Annual Report 1968, 1969, 1970, 1971. (Association EURATOM-ITAL, Wageningen).