

KRYSPINA ŚMIERZCHAŁSKA

Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach

STOSOWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO DO KONSERWACJI PRODUKTÓW ROLNYCH I ŻYWNOŚCI W ŚWIETLE NOWSZYCH BADAŃ *

Badania nad stosowaniem promieniowania jonizującego do konserwacji produktów rolnych i żywności prowadzone są już przeszło 30 lat. Wobec udowodnienia celowości stosowania tej metody dla wielu produktów, obecnie prowadzone prace w dużym stopniu dotyczą również technologii wykonania zabiegu na skalę handlową i oceny ekonomicznej. Więcej uwagi poświęca się też aktom prawnym, legalizującym metodę radiacyjnego utrwalania produktów oraz uświadomieniu społeczeństwa, w którym należy pokonać opory wynikające z zadawnionych przekonań, że wszystko co wiąże się ze stosowaniem promieniowania jonizującego radioaktywnych izotopów (oraz z innych źródeł) ma w sobie element szkodliwości.

Stosunkowo małe praktyczne zastosowanie radiacyjnej metody utrwalania produktów rolnych wynika z wielu przyczyn, które zostaną przedstawione w dalszej części opracowania.

Wszystkie te sprawy są poruszane i szeroko dyskutowane na międzynarodowych konferencjach. Podkreślana jest również potrzeba dalszych badań o charakterze teoretycznym, dotyczących różnych zagadnień. I tak na ogólnym zebraniu ESNA w Uppsali oraz na zebraniach grupy roboczej „Napromieniowania żywności” (Working Group — Food Irradiation) podkreślano m. innymi potrzebę kontynuowania badań nad: chemicznymi zmianami w napromieniowanej żywności oraz szybkimi biologicznymi testami oceny zdrowotności produktów radiacyjnie utrwalanych.

Na zebraniach w Uppsali wiele uwagi poświęcono badaniom prowadzonym na szeroką skalę nad napromieniowywaniem cebuli i ziemniaków.

* Opracowanie zostało wykonane w oparciu o materiały publikowane przez FAO/IAEA, referaty i dyskusje na międzynarodowych zebraniach, w których autorka uczestniczyła:

— VIII Doroczne zebranie ESNA w Uppsali (Szwecja, 29.VIII—2.IX.1977 r.),
— Międzynarodowe Sympozjum zorganizowane w Holandii przez IAEA/FAO/WHO—International Symposium on Food Preservation by Irradiation, 21—25.XI.1977, Wageningen.
— Międzynarodowe zebranie w ramach RWPG zorganizowane w Łodzi, 10—15.X.1977 n.t. Opracowania metod stosowania promieniowania jonizującego do przechowywania produktów rolnych.

ków — uwzględniając straty w czasie przechowywania w różnych warunkach, jakość handlową radiacyjnie utrwalanych produktów, warunki dystrybucji, sprzedaży oraz reakcję ludności na pojawienie się na rynku radiacyjnie utrwalanych warzyw. Wyniki badań na ten temat przeprowadzonych na Węgrzech przedstawił dr B. Kálmán, we Włoszech — dr D. Baraldi, w Czechosłowacji — dr P. Horáček, w Izraelu — dr R. S. Kahan.

Na Węgrzech badania nad napromieniowywaniem warzyw — głównie cebuli, a także przypraw — są prowadzone od 1970 r. W roku 1976 napromieniowano 2000 kg cebuli (dawką $5 \text{ krad} \pm 1,5 \text{ krad}$), która wiosną 1977 roku została rozsprzedana na rynku wewnętrznym, w trzech miejscowościach. W roku 1977 napromieniowano 40 000 kg cebuli, z czego część była przeznaczona do sprzedaży, wiosną 1978 roku a część do przerobu na susz. Napromieniowana cebula uzyskała wysoki stopień oceny, przeprowadzonej w laboratorium w Wageningen.

Sprzedaż napromieniowanej cebuli na Węgrzech nie budziła zastrzeżeń konsumentów. Cebulę sprzedawano równocześnie z nienapromieniowaną, która miała bardzo długi szczypiar, podczas gdy radiacyjnie utrwalana charakteryzowała się dobrym stanem handlowym. Cebulę napromieniowywano w urządzeniu pilotującym posiadającym źródło promieniowania gamma (Co-60), o mocy 31 000 Ci i pojemności 5 ton na godzinę. Koszt wykonania zabiegu wyniósł 3—4% ceny cebuli.

W Czechosłowacji badania nad napromieniowywaniem żywności są prowadzone od 20 lat z wieloma produktami m. innymi: mięsem wieprzowym, drobiem, ziemniakami, cebulą, truskawkami i grzybami. Obecnie koncentrują się na ziemniakach, cebuli i grzybach. Badania są prowadzone w Instytucie Badań Jądrowych w Pradze (Nuclear Research Institute), gdzie znajduje się źródło promieniowania gamma (Co-60). W ubiegłym roku uzyskano zezwolenie na sprzedaż napromieniowanych ziemniaków, cebuli i grzybów. Wysokość dawek promieniowania dla: ziemniaków — 10 krad, cebuli — 8 krad, pieczarek — 200 krad. Uzyskano też zezwolenie władz państwowych na budowę urządzenia do napromieniowywania produktów na skalę handlową.

Równocześnie z badaniami prowadzono akcję uświadamiającą społeczeństwo, że radiacyjnie utrwalane produkty są zupełnie pewne. Stosowane dawki nie wywołują w nich zmian szkodliwych dla zdrowia. Organizowano konferencje prasowe, pokazy produktów radiacyjnie utrwalanych oraz zwykłych, a także serwowano potrawy z nich przyrządzane. W wyniku tych konferencji ukazało się w prasie codziennej wiele artykułów informujących społeczeństwo o nowej metodzie.

Również w Izraelu prowadzone są na szeroką skalę doświadczenia nad radiacyjnym utrwalaniem cebuli, czosnku, drobiu i owoców. Od

dawna w sprzedaży znajduje się radiacyjnie utrwalana cebula. Stosowane dawki wynoszą 2—5 krad. Planuje się budowę dużego urządzenia do napromieniowywania na skalę handlową.

We Włoszech, w roku 1976 przeprowadzono napromieniowanie większej ilości ziemniaków, które następnie sprzedawano na rynkach w wielu miejscowościach. Badano wpływ terminu wykonania zabiegu (90—150 dni po zbiorach) oraz ekonomiczne aspekty wykonania zabiegu przy dowożeniu ziemniaków do źródła promieniowania odległego o 100 km. We Włoszech prowadzono również badania nad napromieniowywaniem marchwi. W pierwszych doświadczeniach stwierdzono silne gnicie bakteryjne. W późniejszych doświadczeniach badano wpływ wysokości dawek (6, 12, 15 krad) na zahamowanie procesów życiowych i straty suchej masy. Optymalną dawką było 6 krad. Po 2 i 1/2-miesięcznym okresie przechowywania straty suchej masy były o 21% mniejsze w porównaniu z marchwią nienapromieniowaną.

Na zebraniach G. R. Napromieniowania Żywności w Uppsali rozpatrywano również wyniki badań nad międzynarodowym obrotem radiacyjnie utrwalanych produktów.

Węgry planują eksport napromieniowanej cebuli do RFN, o ile odbiorca wyrazi zgodę na przyjęcie takiego produktu.

W Holandii prowadzono badania nad owocami mangu napromieniowanymi dawką 75 krad, których transport z krajów południowej Afryki (w ilości 50 000 kg) drogą morską trwał 24 dni (w temperaturze 11°C). Po rozprowadzeniu do sklepów w Holandii pobierano próbki owoców i stwierdzono, że ich stan handlowy był znacznie lepszy niż owoców nienapromieniowanych.

Zagadnienia związane ze stosowaniem promieniowania jonizującego do konserwacji żywności były w roku ubiegłym szeroko dyskutowane na Sympozjum zorganizowanym przez IAEA/FAO/WHO w Wageningen (21—25.XI.1977) n.t. Konserwacji żywności przez napromieniowanie (International Symposium on Food Preservation by Irradiation). Było to kolejne trzecie zebranie, zorganizowane przez w/wymienione organizacje. Pierwsze Symposium odbyło się w Karlsruhe w 1966 r., drugie w Bombaju w 1972 r. W tegorocznym zebraniu udział wzięło ponad 200 naukowców z kilkudziesięciu krajów z całego świata. Problematyka dyskutowana na kolejnych ośmiu sesjach naukowych dotyczyła wszystkich zagadnień związanych ze stosowaniem tej metody. Na pierwszej sesji przedstawiciele z USA, Egiptu, Czechosłowacji, Nigerii i Pakistanu omówili programy badań nad radiacyjnym utrwalaniem produktów żywnościowych w ich krajach — już zrealizowane, aktualnie prowadzone oraz planowane na najbliższe lata. Oddzielna sesja była poświęcona badaniom przeprowadzonym w ostatnich latach nad regulowaniem procesów fizjo-

logicznych przy przechowywaniu warzyw i owoców przez stosowanie małych dawek promieniowania jonizującego. Szereg krajów europejskich i pozaeuropejskich liczy się z możliwościami wykorzystania tej metody na skalę handlową, co ułatwiłoby znacznie przechowywanie oraz transport szybko psujących się owoców (cytrusowych, manga) oraz warzyw i pozwoliło na poprawienie ich jakości a także zmniejszenie strat.

Stosowaniem promieniowania jonizującego do zwalczania szkodników magazynowych interesują się niektóre kraje w aspekcie wprowadzenia tego sposobu do praktyki. Referowane badania dotyczyły szkodników magazynowych przede wszystkim ziarna zbóż oraz kawy.

Jedna z sesji była poświęcona niszczeniu drobnoustrojów gnilnych, powodujących psucie się mięsa, owoców, warzyw a także występujących w różnego rodzaju przyprawach. Rozważano również doświadczenia nad wpływem promieniowania jonizującego na zmiany populacji mikroorganizmów, powstawanie mutantów i odporności na promieniowanie. Wiele uwagi poświęcono wynikom badań dotyczących właściwości organoleptycznych radiacyjnie utrwalanych produktów, a także wpływowi promieniowania jonizującego na komponenty produktów — białko, skrobię, tłuszcze, witaminy oraz możliwości powstawania substancji toksycznych. Jest to bardzo ważny dział badań, które obejmują testy laboratoryjne a także doświadczenia żywieniowe ze zwierzętami i kliniczne z ludźmi. Ich wyniki stanowią podstawę do wydawania zezwoleń przez odpowiednie władze resortu zdrowia na stosowanie metody i sprzedaż radiacyjnie utrwalanych produktów.

W związku z tym, że wiele krajów projektuje wprowadzenie metody radiacyjnej na skalę handlową, dyskutowano nad projektami różnego rodzaju urządzeń — przydatnością różnych źródeł promieniowania jonizującego ^{60}Co lub ^{147}Cs jako źródeł promieniowania gamma, oraz wysokoenergetycznych elektronów (uzyskiwanych w akceleratorach). Rozważano też wyniki najnowszych prac dotyczących dozymetrów do pomiaru dawki promieniowania, jaką uzyskuje poddawany zabiegowi produkt; intensywne badania prowadzono nad metodami: lioluminescencji oraz biologicznymi.

Duże zainteresowanie budzi ocena ekonomiczna metody radiacyjnej i temu zagadnieniu poświęcona była oddzielna sesja. Koszt metody może być obliczony w oparciu o doświadczenia wykonywane na skalę handlową, a więc przy uwzględnieniu technologii napromieniowywania dużej masy produktów, jego opakowania, organizacji dowozu, a także rodzaju i wielkości źródła promieniowania, wydajności itp. Tego typu badania są obecnie prowadzone w krajach posiadających odpowiednie urządzenia. Koszt metody radiacyjnej porównuje się z innymi metodami — termicznymi czy chemicznymi. Bardzo ważnym elementem jest zużycie

energii, które dla wielu państw nie posiadających konwencjonalnych źródeł energii, może zadecydować o dużej przydatności metody radiacyjnej, szczególnie przy wykorzystaniu izotopów ^{60}Co lub ^{137}Cs .

Na końcowej sesji omawiano programy badań i działalności międzynarodowych organizacji FAO, IAEA oraz WHO. Rozpatrywano również projekt opracowywanego przez specjalną Komisję ekspertów rozdziału dotyczącego radiacyjnej metody, który ma być wprowadzony do kodeksu żywnościowego (Codex Alimentarius). Z przedstawionych na Sympozjum referatów i dyskusji wynika duże zainteresowanie szeregu krajów w stosowaniu promieniowania jonizującego do przedłużenia okresu składowania wielu warzyw (ziemniaki, cebula), owoców, produktów mięsnych (drób, wołowina, ryby), i innych. Pozwoli to na znaczne zmniejszenie strat w czasie składowania i poprawienie jakości tych produktów, co jest bardzo ważne w rozwiązywaniu problemu żywnościowego w skali światowej. Szersze rozpowszechnienie metody radiacyjnej do konserwacji produktów rolnych i żywności hamowane jest wieloma czynnikami. Między innymi, poważną barierą w niektórych krajach stanowi uzyskiwanie zezwoleń władz na sprzedaż i konsumpcję radiacyjnie utrwalanych produktów. Brak jest również aktów prawnych zezwalających na obrót radiacyjnie utrwalanych produktów w skali międzynarodowej.

Badania przeprowadzone w wielu krajach nad akceptacją tej metody przez społeczeństwo wykazują, że uświadomienie konsumentów o zdrowotności radiacyjnie utrwalanych produktów szybko pokonuje opory tkwiące od dawna w części społeczeństwa, które działanie promieniowania kojarzy z jego ujemnym wpływem.

Duże nadzieje w pokonywaniu trudności uzyskiwania zezwoleń władz na konsumpcję i sprzedaż radiacyjnie utrwalanych produktów wiąże się z zatwierdzeniem przez Komitet Ekspertów WHO/IAEA/FAO na posiedzeniu w Genewie w 1976 roku szeregu produktów do konsumpcji (nieograniczonej lub okresowej), utrwalanych promieniowaniem jonizującym, a mianowicie: 1) ziemniaków, pszenicy, drobiu, truskawek i papaji — zezwolenie na konsumpcję nieograniczoną, 2) ryżu, ryb, cebuli — zezwolenie okresowe (na najbliższe kilka lat).

Do tej pory zezwolenia takie dla wielu produktów były wydawane w różnych krajach. Według danych FAO/IAEA — stan aktualny na dzień 1.I.1977 roku zezwolenia na konsumpcję radiacyjnie utrwalanych produktów były wydane w 18 państwach m. innymi: Holandii, Kanadzie, Bułgarii, Anglii, USA, ZSRR, RFN, Francji, Hiszpanii, Japonii, Izraelu, Włoszech, na Węgrzech. W niektórych obejmowały jeden lub dwa produkty (najczęściej ziemniaki), w innych kilka lub kilkanaście różnego rodzaju produktów.

Najwięcej zezwoleń wydano w Holandii; dotyczą one wielu warzyw i owoców napromieniowywanych w ilościach doświadczalnych — do kilkuset kilogramów. Są to: ziemniaki, cebula, szparagi, cykorja, mieszanki warzywne, truskawki, ziarno kakaowe oraz drób i krewetki. Zezwolenia na sprzedaż większych ilości wydano dla przypraw, a nieograniczone zezwolenie wydano na napromieniowywanie i konsumpcję pieczarek.

Wiele produktów uzyskało zezwolenia w innych krajach, i tak na przykład:

w ZSRR — warzywa, owoce, mięso — wołowe, wieprzowe, drób oraz ryż i kasza,

w Kanadzie — warzywa (cebula, ziemniaki), pszenica (ziarno i mąka), drób oraz ryby (filety z dorsza),

w Bułgarii — warzywa (ziemniaki, cebula, czosnek); owoce suszone oraz świeże (morele, czereśnie).

Z pośród napromieniowywanych produktów najwięcej zezwoleń wydano na stosowanie małych dawek promieniowania jonizującego do hamowania kiełkowania ziemniaków — w 18 krajach, następnie cebuli (hamowanie wyrastania w szczypior) w 10 krajach. Drób, mięso wołowe i wieprzowe uzyskały zezwolenia w 4-ch a ryby w 3 krajach.

W Anglii radiacyjnie utrwała się produkty dla pacjentów w szpitalach, których kuracja wymaga sterylnej diety.

Dużym ułatwieniem będzie również wprowadzenie do kodeksu żywnościowego (Codex Alimentarius) odpowiedniego rozdziału dotyczącego radiacyjnej metody. Będzie to oznaczało oficjalne uznanie tej metody. Jak już wspomniano, specjalna Komisja Ekspertów międzynarodowych organizacji FAO/IAEA/WHO opracowała projekt takiego rozdziału. Określa on wszystkie warunki, jakie powinny być spełnione przy stosowaniu metody radiacyjnej. Dotyczą one: rodzaju źródła promieniowania, wysokości dawek, kontroli dozymetrycznej, zdrowotności produktów radiacyjnie utrwalonych, warunków ich przechowywania, opakowania, sposobów oznakowania radiacyjnie utrwalanych produktów będących w sprzedaży.

Odnośnie wysokości dawek, stosowanych dla różnych produktów, zatwierdzonych przez grupę ekspertów, projekt rozdziału do kodeksu żywnościowego przewiduje:

drób: 200—700 krad (2—7 kGy) *) dla przedłużenia okresu składowania;
500—700 dla eliminowania patogennych organizmów.

*) 1 Gy = 10² rad; Gy (g ray) nowa jednostka wg układu SI.

ziemniaki:	3— 15 krad
cebula:	2— 15 krad
truskawki:	100—300 krad
pszenica:	
i produkty	15—100 krad
ryż:	10—100 krad
ryby (dorsz i karmazyn)	100—220 krad
papaja:	50—100 krad

Na końcowym posiedzeniu uczestników konferencji w Wageningen dyskutowano również nad działalnością międzynarodowych organizacji, zmierzającą do szybszego pokonywania trudności wprowadzenia radiacyjnej metody do konserwacji niektórych produktów jako lepszej i z wielu punktów widzenia bardziej uzasadnionej w porównaniu z innymi metodami. Poza szeregiem aktów prawnych, jakie powinny być wydane przez organizacje międzynarodowe, duże znaczenie może mieć stymulowanie instalowania urządzeń do napromieniowywania na skalę przemysłową, a także wymiana doświadczeń w tej dziedzinie pomiędzy krajami.

W Polsce, w ubiegłym roku odbyła się międzynarodowa konferencja naukowo-robocza w ramach RWPG, na której uczestnicy krajów współpracujących referowali wyniki badań nad stosowaniem promieniowania jonizującego do przechowywania produktów rolnych.

Organizatorem zebrania była Rolnicza Komisja Izotopowa PAN, a współorganizatorem Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej. Odbyło się ono w Łodzi w dniach 10—15.X.1977. Udział wzięło 6 przedstawicieli z zagranicy (ZSRR, Węgier, Czechosłowacji i NRD), oraz 26 naukowców z Polski. Przedstawiciele krajów uczestniczących w temacie poinformowali o stanie badań aktualnie prowadzonych nad radiacyjnym utrwalaniem produktów rolnych. Przedstawiciele placówek badawczych w Polsce zreferowali wyniki prac nad stosowaniem promieniowania jonizującego do raduryzacji mięsa, hamowania kiełkowania ziemniaków, niszczenia szkodników magazynowych i mikroorganizmów w przyprawach.

W Polsce w ostatnich latach rozszerzył się znacznie zakres badań nad radiacyjnym utrwalaniem produktów rolnych. W Międzywydziałowej Pracowni Izotopowej AR w Poznaniu prowadzone są badania nad radiacyjną metodą przedłużania świeżości drobiu oraz hamowania kiełkowania kilku odmian ziemniaków. W Międzyresortowym Instytucie Techniki Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej w Łodzi, od wielu lat prowadzone są prace nad napromieniowywaniem przypraw, dezynfekcją

zbóż i wpływem promieniowania jonizującego na zmiany chemiczne skrobi. Podjęto również badania nad wpływem promieniowania jonizującego na mikroorganizmy (w Zakładzie Higieny Produktów Zwierzęcych SGGW-AR w Warszawie). W Instytucie Warzywnictwa w Skiernewicach podjęto ponownie (rozpoczęte przed kilkunastu laty) badania nad hamowaniem wyrastania cebuli w szczypior przez stosowanie promieniowania jonizującego (gamma, Co-60). W najbliższym czasie będą one rozszerzone na inne warzywa.

Na zebraniu w Łodzi rozważano i przedyskutowano problematykę badań oraz formy współpracy zainteresowanych placówek na lata 1978—1980. Opracowano też propozycje badań na następną pięcioletkę 1981—1985, które miałyby dotyczyć kompleksowego zastosowania różnych fizycznych i chemicznych sposobów ulepszenia przechowywania produktów rolnych i żywności.

Międzynarodowe organizacje zaangażowane w badaniach nad radiacyjnym utrwalaniem żywności:

IAEA — International Atomic Energy Agency — Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej,

FAO — Food and Agriculture Organization — Organizacja dla Spraw Wyżywienia i Rolnictwa

WHO — World Health Organization — Światowa Organizacja Zdrowia

ESNA — European Society of Nuclear Methods in Agriculture — Europejskie Stowarzyszenie dla Stosowania Metod Nuklearnych w Rolnictwie.