

Dr inż. Hanna JĘDRZEJCZYK
 Dr inż. Monika HOFFMANN
 Mgr inż. Ewa ŚWIĘTOCHOWSKA

Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, SGGW w Warszawie

METODA RADIACYJNA W UTRWALANIU ŻYWNOSCI®

CZĘŚĆ I

W artykule dokonano charakterystyki metody utrwalania żywności technologią radiacyjną. Przedstawiono zagadnienia dotyczące wpływu napromieniowania na wartość odżywczą oraz bezpieczeństwo mikrobiologiczne utrwalonego produktu żywnościowego. Ponadto dokonano analizy porównawczej omawianej metody z tzw. konwencjonalnymi metodami konserwacji żywności.

Słowa kluczowe: utrwalanie żywności, metoda radiacyjna.

WSTĘP

Powszechnie stosowane konwencjonalne metody utrwalania żywności (mrożenie, suszenie), zapewniają bezpieczeństwo spożycia oraz wydłużenie trwałości utrwalonego produktu żywnościowego, ale jednocześnie przyczyniają się do powstawania niekorzystnych zmian w składzie żywności. Najczęściej dochodzi do obniżenia wartości odżywczej oraz niekorzystnych zmian organoleptycznych, na skutek działania temperatury na składniki termo wrażliwe lub denaturacji białka. Przemysł spożywczy próbuje rozwiązać problem strat składników odżywczych podczas konserwacji poprzez opracowywanie nowych bardziej efektywnych metod utrwalania żywności, które nie będą powodowały niekorzystnych zmian właściwości fizykochemicznych. Technologia omowa oraz technika radiacyjna są zaliczane do grupy nowych metod utrwalania żywności, które mają spełniać wspomniane wymagania [16, 21, 24, 26, 36].

Celem artykułu jest prezentacja metody radiacyjnej w utrwalaniu żywności z uwzględnieniem wpływu napromieniowania na wartość odżywczą oraz bezpieczeństwo produktu żywnościowego.

UTRWALANIE RADIACYJNE ŻYWNOSCI

Stosunkowo wcześniej odkryto możliwość zastosowania promieniowania w celu zapewnienia jakości sensorycznej i bezpieczeństwa mikrobiologicznego żywności. Mimo to technologia radiacyjna, w porównaniu z innymi nowymi metodami utrwalania żywności, upowszechniła się w niewielkim stopniu. Wynika to z faktu, że radiacyjne metody konserwowania żywności musiały pokonać więcej barier na drodze swojego rozwoju. Do czynników ograniczających wykorzystanie metody radiacyjnej, zwłaszcza w Europie, można zaliczyć: postawy konsumentów wobec stosowania promieniowania (uprzedzenia), obawy o bezpieczeństwo zdrowotne napromieniowanej żywności, dezinformację, restrykcyjne regulacje prawne oraz wysokie koszty ekonomiczne metody [1, 8].

ASPEKT PRAWNY STOSOWANIA RADIACYJNYCH METOD UTRWALANIA ŻYWNOSCI

W Polsce warunki stosowania radiacyjnej metody utrwalania żywności reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 czerwca 2007 r. (Dz. U. Nr 121, poz. 841) [32]. Określa ono jakie produkty spożywcze mogą być poddane utrwalaniu przy użyciu promieniowania jonizującego, a także podaje wymagania dotyczące stosowania opakowań oraz sposobu znakowania produktów napromieniowanych.

W UE na podstawie Dyrektywy 1999/2/EC, zezwala się na stosowanie radiacyjnych metod utrwalania żywności, wyłącznie pod warunkiem, że jest to niezbędne pod względem technologicznym, nie powoduje ryzyka zdrowotnego oraz przynosi korzyści konsumentom. Ponadto w dyrektywie podkreśla się, że nie można stosować konserwowania żywności przy użyciu promieniowania w celu zatuszowania niedociągnięć w zakresie przestrzegania zasad higieny i/lub GMP w procesie produkcji. Żywność poddana radiacyjnym metodom utrwalania musi być odpowiednio oznakowana. Opracowana została pozytywna lista produktów, które mogą być poddane radiacji i którymi można prowadzić obrót w EU, ale jak dotąd zawiera ona jedynie jedną z kategorii żywności, tj. suszone zioła i przyprawy oraz suszone warzywa, w stosunku do których stosuje się dawki ok. 10 kGy [1, 38]. „Wspólnotowa lista środków spożywczych i ich składników, które mogą być poddane radiacji” po zatwierdzeniu przez Radę Europejską Wspólnoty zastąpi indywidualne, istniejące w niektórych krajach członkowskich narodowe listy pozytywne [39].

W UE konserwowanie żywności z zastosowaniem promieniowania zatwierdzono między innymi we Francji (16 produktów), Wielkiej Brytanii (10 produktów), Holandii (8 produktów), Belgii (6 produktów) oraz we Włoszech (3 produkty) [39]. We Francji, Holandii i Belgii radiacyjnie mogą być utrwalane owoce i warzywa, zboża, produkty mięsne i skorupiaki, w Polsce suszone warzywa, grzyby i przyprawy [1].

Zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi produkty spożywcze utrwalane przy użyciu metody radiacyjnej muszą być oznakowane informacją „napromieniony” lub

„poddany działaniu promieniowania jonizującego”. Ponadto Międzynarodowy Komitet ds. Znakowania Żywności opracował specjalny symbol, tzw. znak radura (rys. 1), który również stosuje się w oznakowaniu żywności utrwalanej z wykorzystaniem promieniowania [14, 39].



Rys. 1. Symbol oznaczający żywność utrwaloną za pomocą technik radiacyjnych (<http://www.chemistry.oregon-state.edu/.../image005.jpg>).

ŹRÓDŁA PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO STOSOWANE W PRZEMYSŁE SPOŻYWCZYM

W radiacyjnej metodzie utrwalania żywności wykorzystuje się następujące typy energii jonizacyjnych, dopuszczonych do stosowania przez międzynarodowe agencje:

- promieniowanie γ emitowane przez izotopy promieniotwórcze ^{60}Co lub ^{137}Cs - o energii do 10 kGy,
- promieniowanie X (rentgenowskie) – o energii do 5 kGy,
- traktowanie szybkimi elektronami – o energii do 10 kGy [34, 39].

W celu wytworzenia danego rodzaju promieniowania stosuje się odpowiednie urządzenia, tj. generatorowe i izotopowe do wytwarzania promieniowania X lub γ oraz akceleratorów do wytwarzania i przyspieszania elektronów.

Podczas procesu radiacyjnego utrwalania żywności, produkt żywnościowy jest dostarczany przez specjalny system transportujący do komory radiacyjnej, będącej pewnego rodzaju bunkrem, mającym za zadanie ochronę pracowników oraz środowiska przed napromienianiem. Zautomatyzowany, tunelowy system transportujący gwarantuje swobodny dostęp do produktu żywnościowego, a jednocześnie zapobiega przenikaniu promieniowania. Po zakończeniu procesu radiacji żywności akcelerator jest wyłączany, natomiast w przypadku źródła izotopowego rama z radioizotopem musi zostać umieszczona w tzw. bezpiecznej pozycji, co najczęściej oznacza zanurzenie w głębokim basenie z wodą [9].

W tabeli (Tab. 1.) zebrano cechy charakteryzujące źródła promieniowania radiacyjnego.

Liczba zatwierdzonych urządzeń dostosowanych do utrwalania żywności metodą radiacyjną jest stosunkowo niewielka, w skali światowej wynosi jedynie 65 jednostek. W Polsce funkcjonują jedynie zakłady o charakterze badawczym: ośrodek naukowo-doświadczalny AR w Poznaniu oraz pilotowa stacja konserwowania żywności z wykorzystaniem promieniowania we Włochach (koło Warszawy) [39]. W zakładzie działającym w okolicach Warszawy do wytwarzania promieniowania wykorzystuje się akcelerator liniowy o mocy 10 kW i energii elektronów 10 MeV [12].

Tabela 1. Charakterystyka źródeł promieniowania [29]

Źródło promieniowania	Charakterystyka
Izotop kobaltu ^{60}Co	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wysoki stopień przenikliwości 2. Trwałe radioaktywne źródło 3. Wysoka wydajność 4. Niska przepustowość 5. Potrzeba uzupełniania źródła
Strumień przyspieszonych elektronów	<ol style="list-style-type: none"> 1. Niska przenikliwość 2. Możliwość uruchamiania i wyłączania urządzenia 3. Wymagane źródło energii i system chłodzenia 4. Techniczna złożoność urządzeń 5. Wysoka wydajność 6. Wysoka przepustowość
Promieniowanie X	<ol style="list-style-type: none"> 1. Niska przenikliwość 2. Możliwość uruchamiania i wyłączania urządzenia 3. Wymagane źródło energii i system chłodzenia 4. Techniczna złożoność urządzeń 5. Niska wydajność 6. Wysoka przepustowość

Funkcjonowanie zakładów zajmujących się radiacyjnym utrwalaniem żywności związane jest z pewnymi zagrożeniami i problemami, tj.: koniecznością ochrony pracowników przed potencjalnym napromienianiem, powstawaniem gazów (ozon, pochodne fluoru), stanowiących zagrożenie dla zdrowia i wpływających na korozję urządzeń, potencjalnym niebezpieczeństwem pożaru czy porażenia prądem elektrycznym [22]. Niemniej jednak uważa się, że system urządzeń do napromieniania żywności jest wystandaryzowany, a bezpieczeństwo zapewniają i monitorują odpowiednie jednostki [9].

ZASTOSOWANIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO W UTRWALANIU ŻYWNOCI

Promieniowanie jonizujące może być stosowane do niszczenia mikroorganizmów, pasożytów, pleśni i owadów, a także wykorzystywane w celu opóźniania procesu dojrzewania owoców oraz kiełkowania cebul i bulw. W radiacyjnym utrwalaniu żywności wykorzystuje się zdolność promieniowania do denaturacji kwasu nukleinowego w żywych komórkach, co prowadzi do ich dysfunkcji, a następnie rozpadu [1, 4, 38].

Mimo, że radiacja żywności jest przydatnym procesem w utrwalaniu żywności i dekontaminacji, jednak dawki promieniowania stosowane do kontroli mikrobiologicznych patogenów i niszczenia pasożytów oraz owadów, nie mogą przekraczać ustalonych limitów [1]. Dobierając dawkę promieniowania zwraca się uwagę na to, aby uzyskać odpowiednią jakość mikrobiologiczną utrwalanego produktu bez wywołania niepożądanych przemian biochemicznych [28].

W zależności od rodzaju utrwalanego produktu, a także zakładanego celu konserwacji stosuje się dawki niskie (do 1 kGy), średnie (od 1 do 10 kGy) lub wysokie (10-50 kGy) [28].

Dawki potrzebne do zniszczenia owadów czy pasożytów (radiodezynsekcja), opóźniająca proces dojrzewania owoców oraz kiełkowania cebul i bulw, są generalnie niskie

(poniżej 1 kGy), ponieważ komórki zawierają relatywnie dużą ilość DNA lub RNA [1]. Małe dawki promieniowania nie wpływają na pogorszenie jakości utrwalanej żywności zarówno pod względem odżywczym, jak i sensorycznym [28].

Jako przykład praktycznego wykorzystania małych dawek promieniowania do utrwalania żywności można podać:

- hamowanie kiełkowania ziemniaków (zastosowana dawka 0,1 kGy – dwukrotnie niższe straty przechowalnicze);
- utrwalanie cebuli (zastosowana dawka 0,1 kGy – zmniejszenie strat o 40-50% podczas przechowywania w czasie 8 miesięcy);
- niszczenie patogenów w utrwalanej żywności (np. dawka 0,8-1 kGy powoduje zniszczenie larw otorbionych *Trichinella spiralis* w mięsie);
- radiodezynsekcja ziarna zbóż;
- konserwacja przypraw, suszonych warzyw, słoju jęczmiennego [29].

Średnie dawki promieniowania jonizującego znalazły zastosowanie w procesie tzw. **raduryzacji**, czyli wydłużenia okresu trwałości różnych produktów spożywczych (np. mięso, ryby, owoce i warzywa) podczas przechowywania. Działanie promieniowania w dawce w zakresie 1-10 kGy polega na redukcji ogólnej liczby drobnoustrojów i ograniczeniu namnażania komórek [18, 29]. Nie bez znaczenia pozostaje też możliwość stosowania średnich dawek promieniowania w procesie **radycydacji**, polegającym na ograniczeniu możliwości wystąpienia zatrucia pokarmowego, na skutek niszczenia mikroorganizmów, a w tym drobnoustrojów chorobotwórczych [29]. Dawki promieniowania jonizującego w granicach 3-7 kGy ograniczają liczebność bakterii tj. *Salmonella* czy *Campylobacter* (patogeny występujące w schłodzonym lub zamrożonym drobiu) (Anonim, 2008). Stosowanie promieniowania w ilości 1-10 kGy może wywołać niekorzystne zmiany w składzie chemicznym oraz obniżenie jakości sensorycznej utrwalanego produktu [28].

Wysokie dawki promieniowania (10-50 kGy) są wykorzystywane w przemysłowej produkcji sterylizowanej żywności [1]. Wysterylizowana radiacyjnie żywność jest bardzo trwała. Trwałość mięsa utrwalonego dawką 45 kGy wynosi od 4 do 6 lat (w temperaturze otoczenia). Tak utrwaloną żywność stosuje się w przypadku specjalnych diet przeznaczonych dla osób z osłabionym układem immunologicznym (pacjenci po przeszczepach szpiku kostnego) a ponadto w kosmonautyce oraz w wojsku [12]. Tak duże dawki pozostają nie bez znaczenia dla jakości utrwalanego produktu – przyczyniają się do istotnych zmian w składzie chemicznym oraz znacznie obniżają jakość organoleptyczną [28].

W stosunku do żywności utrwalanej radiacyjnie, podobnie jak i każdej innej należy stosować zasady Dobrej Praktyki Produkcyjnej i Dobrej Praktyki Higienicznej, mających na celu zapewnienie higieny i bezpieczeństwa zdrowotnego produktów żywnościowych. Napromieniowanie żywności nie może poprawić jakości produktów, które nie są świeże, albo zapobiec zanieczyszczeniom, które następują po radiacyjnym utrwaleniu podczas przechowywania albo przygotowywania [3].

W tabeli 2 zebrano informacje dotyczące możliwości zastosowania oraz wymagane dawki promieniowania w celu konserwacji żywności.

Tabela 2. Wykaz wymaganych dawek promieniowania i możliwe do uzyskania efekty utrwalenia produktu [10]

Efekt utrwalenia i rodzaj zastosowania	Wymagana dawka (kGy)
Hamowanie kiełkowania ziemniaków i cebuli	0.03–0.12
Niszczenie owadów	0.2–0.8
Zapobieganie rozmnażaniu pasożytów w żywności	0.1–3.0
Opóźnianie dojrzewania owoców i warzyw, wydłużenie trwałości żywności na skutek redukcji mikroorganizmów	0.5–5.0
Eliminacja mikroflory chorobotwórczej – nie przetrwalnikującej (inne niż wirusy) w świeżej i mrożonej żywności	1.0–7.0
Redukcja lub eliminacja mikrobowej populacji w suchych składnikach żywności	3.0–10
Sterylizacja żywności	25–60

Najwcześniej zaczęto wykorzystywać promieniowanie jonizujące w celu hamowania kiełkowania surowców spożywczych takich jak: ziemniaki, cebula, czosnek, soja, yamu. Stosowane dawki w ilości 0,06-0,15 kGy nie wpływają na powstawanie związków toksycznych, czy niekorzystnych zmian organoleptycznych, a jedynie, hamując kiełkowanie, wydłużają okres trwałości surowców [14, 27]. Technologia radiacyjna sprawdza się także w przypadku przechowalności warzyw i owoców. Zalecane dawki w ilości 1-2,5 kGy przeciwdziałają pleśnieniu oraz regulują dojrzewanie surowców [28].

Nowszym aspektem radiacyjnego utrwalania żywności jest **radapertyzacja**, czyli całkowita sterylizacja radiacyjna produktów żywnościowych pochodzenia zwierzęcego. W przypadku radapertyzacji nie uzyskuje się efektu pełnej i gwarantowanej trwałości utrwalanego artykułu z uwagi na fakt, że enzymy - zarówno bakteryjne, jak i tkankowe - są nadal aktywne biologicznie. W związku z tym stosuje się wysokie dawki promieniowania, czego konsekwencją są znaczne zmiany sensoryczne i chemiczne utrwalanego produktu [14, 28].

Radiacyjna konserwacja żywności ma też swoje ograniczenia. Niektóre rodzaje żywności (np. produkty mleczne, mięso, tłuste sery i ryby) nie odpowiadają dobrze na radiacyjne metody utrwalania. Ich jakość sensoryczna i wartość odżywcza obniża się z powodu występowania (w śladowych ilościach) produktów rozkładu radiacyjnego [1, 38]. Natomiast żywność o delikatnej strukturze (świeże skorupiaki owoce) może być zniszczona pod wpływem działania promieniowania [1].

Ponadto bardziej preferowanymi produktami do utrwalania promieniowaniem jonizującym są produkty suche niż chociażby mięso. Zawartość wody w utrwalanej żywności decyduje o opłacalności całego procesu, a także determinuje wielkość zmian radiacyjnych, które są wprost proporcjonalne do zawartości wody [38].

Przez wiele lat, jedynie zioła i przyprawy były grupą produktów dopuszczonych do utrwalania przy użyciu promieniowania jonizującego. Obecnie w niektórych krajach

doszło do poszerzenia asortymentu utrwalanych radiacyjnie produktów. Szacuje się, że jedynie 10 gramów konsumowanej żywności w przeliczeniu na 1 osobę rocznie jest utrwalana z użyciem promieniowania [39]. Obecnie do liderów w zakresie radiacyjnego utrwalania żywności można zaliczyć takie kraje, jak USA, Tajlandia i Afryka Południowa. W Stanach Zjednoczonych FDA wyraziło zgodę na napromienianie produktów żywnościowych, tj.: drobiu, czerwonego mięsa, owoców, warzyw, ziół, przypraw, jaj w skorupkach oraz świeżych i mrożonych skorupiaków, w celu kontroli patogenów [1].

Radiacyjne utrwalanie owoców cytrusowych (papaja, rambutan, liczi, owoce gwiazdy, atemoya) jest skuteczną metodą w walce z muszką owocową, która atakuje owoce sprowadzane z Hawajów [38]. Dotychczasową metodą niszczenia owadów z cytrusów było utrwalanie termiczne, polegające na kilkugodzinnym podgrzewaniu owoców przy użyciu pary wodnej. W efekcie dochodziło do śmierci muszek wewnątrz utrwalanego surowca. Ograniczeniem tej metody była konieczność utrwalania jeszcze zielonych cytrusów. Natomiast dezynfekcja z użyciem promieniowania nie tylko powoduje zniszczenie owadów, ale też wpływa na przyspieszenie dojrzewania owoców, co pozwala na zaferowanie produktu o dużo wyższej jakości [7].

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaleca stosowanie radiacyjnego utrwalania w odniesieniu do grup żywności tj. drobiu, świeżego mięsa, owoców morza, w których najczęściej występują patogeny będące przyczyną licznych chorób [38].

W Polsce można stosować metodę radiacyjną w odniesieniu do kilku grup produktów rolno-spożywczych w celu dezynsekcji (zboża i suszone warzywa), dekontaminacji mikrobiologicznej (przyprawy, suszone grzyby i suszone warzywa), hamowania kiełkowania (czosnek i cebula) [13, 28]. W poniższej tabeli (tab. 3.) wyszczególniono środki spożywcze,

które mogą być utrwalane promieniowaniem radiacyjnym w Polsce.

WPŁYW PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO NA WYBRANE SUROWCE I PRODUKTY SPOŻYWCZE

Liczne badania wskazują na przydatność stosowania promieniowania do utrwalania coraz większej liczby surowców i produktów spożywczych. Poniżej przedstawiam wyniki badań przeprowadzonych na różnych artykułach spożywczych.

Zhang i wsp. (2006) [37] zbadali wpływ promieniowania jonizującego na mikroorganizmy i procesy fizjologiczne w świeżej, rozdrobnionej (pociętej), zapakowanej próżniowo sałacie, podczas jej przechowywania w temp 4°C. Wykazano, że po jej utrwaleniu promieniowaniem w dawce 1 kGy, doszło do znacznej redukcji ogólnej liczby drobnoustrojów oraz bakterii z grupy coli. Ponadto aktywność oksydazy polifenolowej w świeżej, rozdrobnionej sałacie została znacząco zahamowana. Radiacyjne utrwalenie sałaty pozwoliło także na ograniczenie strat witaminy C. Stosowanie promieniowania jonizującego w dawce 1 kGy gwarantuje bezpieczeństwo mikrobiologiczne i zachowanie wartości odżywczej sałaty przez 9 dni przechowywania w temperaturze 4°C.

Również Chaudry i wsp. (2004) [6] zbadali możliwość stosowania promieniowania w celu utrwalenia żywności minimalnie przetworzonej. Materiał do badań stanowiła obrana, rozdrobniona i zapakowana marchew. Stwierdzono, że dawka 2 kGy zapewnia bezpieczeństwo mikrobiologiczne oraz zachowanie odpowiedniej jakości sensorycznej (przede wszystkim tekstury i barwy) produktu, w czasie 14 - dniowego okresu przechowywania w temperaturze 5°C.

Tabela 3. Wykaz środków spożywczych, które mogą być poddane napromienianiu promieniowaniem jonizującym oraz maksymalne dopuszczalne dawki promieniowania jonizującego (Załącznik nr 1 do **Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 20 czerwca 2007 r., poz. 841**).

Lp.	Rodzaj środka spożywczego	Cel napromienienia	Dawka* kGy
1	Ziemniaki	Hamowanie kiełkowania	0,025—0,10
2	Cebula	Hamowanie kiełkowania	do 0,060
3	Czosnek	Hamowanie kiełkowania	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	Obniżenie poziomu zanieczyszczeń biologicznych	1,0
7	Suszone warzywa	Obniżenie poziomu zanieczyszczeń biologicznych	1,0

* Wartość górnej granicy przedziału stanowi maksymalną dawkę dopuszczalną.

Technologia radiacyjna może być również z powodzeniem stosowana do utrwalania pieczywa. Wyniki badań Kawki i wsp. (1989) [19] wskazują, że przy zastosowaniu różnych dawek promieniowania (3 kGy, 5 kGy, 7 kGy) można wydłużyć okres trwałości chleba żytniego z 7 do 30 dni przechowywania.

Na podstawie wyników badań Migdała i wsp. (2000) [23] można też stwierdzić przydatność promieniowania do dekontaminacji naturalnego miodu. Zastosowanie promieniowania w dawce 10 kGy pozwoliło na uzyskanie wysokiej czystości mikrobiologicznej miodu. Na skutek zastosowania metody radiacyjnej doszło do 99% redukcji mikroorganizmów, bez większych zmian w jakości sensorycznej.

Przeanalizowano także wpływ promieniowania γ na jakość mikrobiologiczną i aktywność antyoksydacyjną świeżo wyciskanych soków warzywnych. Wykazano, że sterylizacja soku marchwiowego oraz soku z kapusty przy zastosowaniu promieniowania γ w dawce 3 kGy, poprawia bezpieczeństwo mikrobiologiczne produktu. Ponadto stwierdzono, że radiacyjne utrwalenie soku gwarantuje utrzymanie lub nawet wzrost aktywności antyoksydacyjnej [33].

Kijowski i wsp. (1994) [20] badali wpływ promieniowania γ na jakość sproszkowanej masy jajowej. Stwierdzono, że promieniowanie w dawce 5 kGy daje całkowitą eliminację form wegetatywnych mikroorganizmów. Mimo uzyskania czystości mikrobiologicznej utrwalonej radiacyjnie masy jajowej, obserwowano jednak niekorzystne zmiany, pogarszające jakość produktu. Doszło do zmniejszenia rozpuszczalności oraz ograniczenia przydatności technologicznej masy jajowej, na skutek wystąpienia obcego, nieakceptowanego posmaku oraz niekorzystnej zmiany barwy ciasta, sporządzonego z wykorzystaniem napromienionej masy jajowej.

Badania Ōzden i wsp. (2007) [25] wykazały, że radiacyjne utrwalenie leszcza (*Sparus aurata*) dawką promieniowania 2,5 i 5 kGy i przechowywanie w temperaturze 4°C w lodzie pozwala na wydłużenie dopuszczalnego okresu przechowywania. Trwałość ryby nie poddanej radiacyjnej konserwacji i przechowywanej w identycznych warunkach wynosiła 13 dni, podczas gdy napromienionej – 15 dni dla dawki 2,5 kGy i 17 dni w przypadku dawki 5 kGy.

Technologia radiacyjna może być również wykorzystywana w celu obniżania alergenicności produktów żywnościowych. Byun i wsp. (2002) [5] wykazali, że pod wpływem działania promieniowania γ na produkt żywnościowy zawierający jeden z alergenów (laktoglobulina z mleka, albumina jaj, tropomiozyna pochodząca z krewetek), dochodzi do zmiany strukturalnej w obrębie epitopu alergenu, a w efekcie do obniżenia alergenicności produktu.

Przytoczona literatura jednoznacznie potwierdza bezpieczeństwo mikrobiologiczne żywności utrwalonej poprzez zastosowanie promieniowania jonizującego. Radiacja zapewnia wydłużenie terminu przydatności do spożycia produktów żywnościowych, bez jednoczesnego niekorzystnego wpływu na skład chemiczny, czy właściwości sensoryczne [18] przy niskich dawkach promieniowania.

Kontynuacja artykułu – Część II, w którym omówiony zostanie wpływ radiacji na składniki żywności oraz spis literatury (będący w posiadaniu Autorów oraz redakcji) zamieszczone zostaną w kolejnym numerze.

THE METHODS OF FOOD PRESERVATION – THE FOOD IRRADIATION

SUMMARY

This work gives detailed characteristic of the novel method of food preservation - the food irradiation. The issues referring to influence of radiation on nutritious value as well as the microbiological safety of the preserved food product are discussed. Moreover, the food irradiation is compared with the conventional methods of food preservation.

Key words: food preservation, food irradiation.