



Wydział Nauk Biologicznych i Rolniczych Polskiej Akademii Nauk

Komitety Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

Wydział Nauk Medycznych Polskiej Akademii Nauk

Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka PAN

XII KONFERENCJA Z CYKLU „ŻYWNOSĆ, ŻYWIENIE A ZDROWIE”

**pt. „Niekonwencjonalne i innowacyjne techniki
– aspekty technologiczne i zdrowotne”**

PROGRAM

STRESZCZENIA REFERATÓW

PODSUMOWANIE

Warszawa, 24 listopada 2020 r.

SPIS TREŚCI

1. PROGRAM KONFERENCJI
2. STRESZCZENIA REFERATÓW
 - 2.1. Możliwości zastosowania zimnej plazmy oraz elektrycznego prądu stałego w procesach dekontaminacji mikrobiologicznej żywności
 - 2.2. Pulsacyjne pole elektryczne oraz ultradźwięki jako techniki wspomagające procesy jednostkowe w technologii żywności
 - 2.3. Akryloamid w żywności – aspekty technologiczne, analityczne i zdrowotne
 - 2.4. Nowoczesne techniki przygotowywania potraw w aspekcie kształtowania ich jakości sensorycznej, żywieniowej i zdrowotnej
3. PODSUMOWANIE

PROGRAM KONFERENCJI

11.15-11.25	Otwarcie
	Przewodniczący Komitetów
11.25-11.45	„Możliwości zastosowania zimnej plazmy oraz elektrycznego prądu stałego w procesach dekontaminacji mikrobiologicznej żywności”
	Prof. dr hab. inż. Andrzej Jarmoluk <i>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Rozwoju Funkcjonalnych Produktów Żywnościowych</i>
11.45-12.05	„Pulsacyjne pole elektryczne oraz ultradźwięki jako techniki wspomagające procesy jednostkowe w technologii żywności”
	Dr inż. Artur Wiktor <i>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk o Żywności, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji</i>
12.05-12.25	„Akryloamid w żywności – aspekty technologiczne, analityczne i zdrowotne”
	Dr hab. n. farm. Hanna Mojska, prof. NIZP-PZH i UJD <i>Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny (NIZP-PZH), Zakład Żywienia i Wartości Odżywczej Żywności, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie (UJD), Wydział Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych, Katedra Dietetyki i Badań Żywności</i>
12.25-12.45	„Nowoczesne techniki przygotowywania potraw w aspekcie kształtowania ich jakości sensorycznej, żywieniowej i zdrowotnej”
	Dr hab. Kinga Topolska, prof. UR <i>Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Technologii Żywności, Katedra Technologii Produktów Roślinnych i Higieny Żywnienia</i>
12.45-13.00	Przerwa
13.00-14.00	Dyskusja
	Moderatorzy: Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, czł. koresp. PAN Prof. dr hab. Lidia Wądołowska
14.00	Zakończenie konferencji

Możliwości zastosowania zimnej plazmy oraz elektrycznego prądu stałego w procesach dekontaminacji mikrobiologicznej żywności

Prof. dr hab. inż. Andrzej Jarmoluk

Katedra Rozwoju Funkcjonalnych Produktów Żywnościowych

Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Głównymi przyczynami zatruć pokarmowych w UE są: przerwanie łańcucha chłodniczego oraz skażenia na etapie produkcji pierwotnej głównie przez bakterie z rodzaju *Salmonella*, *Listeria* oraz *Escherichia*. Dlatego też poszukiwanie skutecznych metod niszczenia drobnoustrojów w procesach produkcji żywności jest przedmiotem ustawicznych badań realizowanych w wielu ośrodkach badawczych. Dekontaminacja żywności w środowisku zimnej plazmy lub kwasowej wody elektrolizowanej (AEW) należą do innowacyjnych metod sanityzacji powierzchni surowców lub przetworów żywnościowych.

Zimna plazma jest stanem materii będącej postacią częściowo zjonizowanego gazu, zawierającego m.in. elektrony, jony, rodniki, atomy, fotony. Wytwarzana jest najczęściej skutkiem wyładowań elektrycznych w gazach szlachetnych (hel, argon) oraz reaktywnych (nadtlenek wodoru, tlen, azot). Właściwości przeciwdrobnoustrojowe zimnej plazmy determinowane są rodzajem zawartych w niej cząstek (np. nadtlenek wodoru, rodniki OH, NO, tlen singletowy, ozon, kwas peroksoazotowy, aniony ponadtlenkowe), które to mogą być wytwarzane np. w wyniku wzajemnych reakcji między tlenem, azotem a parą wodną. Mechanizmy sterylizacji plazmowej przebiegają wielokierunkowo i obejmują m.in. procesy: uszkodzenia DNA – promieniowania UV, erozji komórek poprzez wewnętrzną fotodesorpcję i wytrawiania. Technologie zimnej plazmy niskociśnieniowej (przyjazne dla środowiska, bezpieczne dla operatorów i odpowiednie dla produktów termolabilnych) mogą znaleźć zastosowania w przemyśle żywnościowym i medycynie.

Proces powierzchniowej dekontaminacji mikrobiologicznej żywności może być również realizowany z użyciem kwasowej wody elektrolizowanej (AEW), która wytwarzana jest w jonizatorach stacjonarnych lub przepływowych na drodze selektywnej elektrolizy membranowej z wodnych roztworów chlorku sodu. AEW pozyskiwana jest z obszaru przestrzeni około anodowej i cechuje się niskim pH (2-3), wysokim potencjałem utleniania-redukcji (ORP) >800 mV oraz stężeniem wolnego chloru (ACC) rzędu 10-90 ppm. Równocześnie w komorze katodowej powstaje alkaliczna woda elektrolizowana o wysokim pH (8-12) i potencjale utleniania-redukcji rzędu – 800 mV do – 900 mV. Oprócz aktywnych form chloru (Cl_2 , HClO, ClO^-), podczas elektrolizy generowane są inne utleniacze tj., reaktywne formy tlenu (ozon i nadtlenek wodoru), które dodatkowo przyczyniają się do przeciwbakteryjnej skuteczności AEW. Bakteriobójcze działanie kwasu chlorowego (I) tłumaczy się możliwościami jego wnikania przez ściany komórkowe do wnętrza komórek bakteryjnych. Jon ClO^- działa oksydacyjnie tylko od zewnętrznej strony komórki. W pierwszym etapie sanityzacji jonem ClO^- następuje przerwanie i dezintegracja ścian komórkowych mikroorganizmów, w następstwie czego inaktywacji ulegają białka zlokalizowane w osoczu błony. HClO może atakować komórki drobnoustrojów nie tylko z zewnątrz, ale również wewnątrz komórki, przyspieszając inaktywację i zwiększenie aktywności bakteriobójczej. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa HClO i/lub ClO^- powoduje inhibowanie aktywności enzymów istotnych dla wzrostu mikroorganizmów, uszkodzenie

błony komórkowej i DNA oraz możliwą deteriorację zdolności transportowych błony. Doniesienia naukowe wskazują, że AEW skutecznie hamuje wzrost m.in.: *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *S.epidermidis*, *E.coli* O157:H7, *Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter aerogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*.

Pulsacyjne pole elektryczne oraz ultradźwięki jako techniki wspomagające procesy jednostkowe w technologii żywności

Dr inż. Artur Wiktor

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Instytut Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Pulsacyjne pole elektryczne (ang. pulsed electric field, PEF) oraz ultradźwięki (ang. ultrasounds, US) to nowoczesne metody obróbki żywności, które znajdują coraz szersze zastosowanie w przemyśle spożywczym. Techniki te umożliwiają osiągnięcie wielu zbieżnych celów technologicznych pomimo tego, że mechanizm ich oddziaływania na matryce żywnościowe jest odmienny.

Aplikacja PEF polega na oddziaływaniu na tkankę biologiczną krótkimi impulsami, które charakteryzują się wysokim natężeniem pola elektrycznego. Jednym ze skutków oddziaływania zewnętrznego pola elektrycznego jest elektroporacja. Zjawisko to polega na perforacji błony komórkowej i może mieć charakter nieodwracalny lub odwracalny. Z kolei, ultradźwiękami nazywamy fale dźwiękowe, których drgania mają częstotliwość w zakresie niesłyszalnym dla człowieka. Aplikacja ultradźwięków może wywoływać różne zmiany w strukturze komórkowej układów biologicznych wskutek kawitacji (inercyjnej lub nieinercyjnej), „efektu gąbki” czy pochłaniania energii akustycznej. Warto dodać, że PEF i US mogą prowadzić także do zjawisk uważanych powszechnie za niekorzystne w przemyśle spożywczym. Istnieją doniesienia, które wskazują, że aplikacji PEF i US towarzyszy powstawanie wolnych rodników oraz reaktywnych form tlenu.

W literaturze istnieją liczne doniesienia o tym, że PEF i US wspomaga przebieg wielu procesów jednostkowych, a zwłaszcza tych, które opierają się na wymianie masy i/lub ciepła, takich jak suszenie, odwadnianie osmotyczne, liofilizacja, ekstrakcja czy tłoczenie. Metody te mogą także służyć do utrwalania żywności. W niektórych przypadkach, zastosowanie tych technik jest już powszechnie stosowaną praktyką w przemyśle spożywczym. Pomimo tego, wiedza konsumentów na temat wykorzystania oraz wpływ PEF i US jest niewielka, co może wpływać na ich zachowanie na rynku żywnościowym.

Akryloamid w żywności – aspekty technologiczne, analityczne i zdrowotne

Dr hab. n. farm. Hanna Mojska, prof. NIZP-PZH i UJD

Zakład Żywienia i Wartości Odżywczej Żywności, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego
– Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

Przetwarzanie żywności ma na celu przede wszystkim zapewnienie bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktów, strawności surowców i przyswajalności składników odżywczych, a także atrakcyjności sensorycznej i funkcjonalności użycia. Niekorzystnym efektem ubocznym przetwarzania żywności jest powstawanie tzw. zanieczyszczeń procesowych (ang. processing contaminants). W kwietniu 2002 r. Szwedzka Narodowa Agencja ds. Żywności i naukowcy z Uniwersytetu w Sztokholmie po raz pierwszy opublikowali dane o zawartości akryloamidu w żywności, przede wszystkim w produktach ziemniaczanych i zbożowych poddawanych termicznemu przetwarzaniu oraz w kawie i jej substytutach. Wcześniej uważano, że akryloamid nie występuje naturalnie w przyrodzie i otrzymywany jest wyłącznie w wyniku syntezy. Obecnie wiadomo, że akryloamid powstaje w wyniku wieloetapowej reakcji Maillarda zachodzącej pomiędzy naturalnymi składnikami żywności – wolną asparaginą i cukrami redukującymi, pod wpływem temperatury $>120^{\circ}\text{C}$. Wśród czynników sprzyjających powstawaniu omawianego związku w żywności do najważniejszych należą czynniki surowcowe, recepturowe i technologiczne. Badania własne i dane literaturowe potwierdzają, że akryloamid powstaje w produktach bogatych w węglowodany, które poddano przetwarzaniu termicznemu m.in. w procesach smażenia, pieczenia, prażenia, sterylizacji i pasteryzacji, ale również ekstruzji i ekspandowania zbóż, liofilizacji i suszenia rozpyłowego. Według ostatniej opublikowanej opinii Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA, 2015) zawartość akryloamidu w żywności w Europie waha się w szerokich granicach od poniżej 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (płatki owsiane) do około 1500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (substytuty kawy) w zależności od rodzaju produktu, a oszacowane narażenie na ten związek z żywności w zakresie od 0,4 do 1,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ m.c./dzień. Warto podkreślić, że obecność akryloamidu jest stwierdzana również w dymie tytoniowym, a palenie papierosów jest po żywności drugim najważniejszym źródłem narażenia na ten związek. Z badań własnych wynika, że zawartość akryloamidu w papierosach wynosi przeciętnie 679 ng/papieros. Oznaczanie akryloamidu na niskich poziomach detekcji jest możliwe dzięki zastosowaniu spektrometrii mas. Metodami rekomendowanymi do oznaczania omawianego związku są GC/MS i LC-MS/MS. Akryloamid jest szybko wchłaniany zarówno z wdychanym powietrzem, jak i po podaniu per os i na skórę, a ze względu na bardzo dobrą rozpuszczalność w wodzie ulega szybkiej dystrybucji do różnych tkanek i organów. Przenika również przez barierę łożyskową, stanowiąc zagrożenie dla rozwijającego się płodu oraz do mleka matki. Metabolizm akryloamidu przebiega dwoma głównymi szlakami poprzez epoksydację i wiązanie z glutationem. Konwersja akryloamidu do glicydamidu, głównego metabolitu jest katalizowana przez enzym cytochromu P450 (izoenzym CYP2E1) (7). Zarówno akryloamid, jak i glicydamid tworzą addukty z hemoglobina, które uznawane są za biomarkery długotrwałego narażenia na ten związek. Glicydamid dodatkowo tworzy szereg adduktów z DNA i z tego powodu uważa się, że odgrywa on podstawową rolę w kancerogennym działaniu akryloamidu. Obydwa związki są sprzęgane z glutationem przy udziale enzymów z grupy S-transferaz glutationowych (GST) i w postaci pochodnych kwasu merkapturowego są wydalane z moczem. Oznaczanie w moczu metabolitów akryloamidu i glicydamidu jest nieinwazyjną metodą oceny narażenia na akryloamid obecny w żywności i dymie tytoniowym. Akryloamid wykazuje działanie neurotoksyczne i może przyczyniać się

do uszkodzenia centralnego i obwodowego układu nerwowego u ludzi narażonych na ten związek w miejscu pracy oraz działanie genotoksyczne i kancerogenne. W badaniach na zwierzętach obserwowano wzrost przypadków wystąpienia guzów nowotworowych wielu organów, w tym m.in. sutka, macicy, nadnerczy, tarczycy i międzybłoniaków jądrowych, po podawaniu akryloamidu w wodzie do picia. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem już w 1994r. zaliczyła akryloamid do grupy związków „prawdopodobnie rakotwórczych dla ludzi” (grupa 2A) uznając, że chociaż dowody na jego rakotwórcze działanie u ludzi są ograniczone, to dowody takiego działania w badaniach na zwierzętach doświadczalnych są dobrze udokumentowane. Podejmowane działania zarówno w obszarze badań naukowych, jak i w obszarze legislacyjnym i edukacyjnym, a także przez producentów żywności, mają na celu obniżenie zawartości akryloamidu w żywności i całodziennej diecie.

Nowoczesne techniki przygotowywania potraw w aspekcie kształtowania ich jakości sensorycznej, żywieniowej i zdrowotnej

Dr hab. Kinga Topolska, prof. UR

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Technologii Żywności,
Katedra Technologii Produktów Roślinnych i Higieny Żywnienia

Dążenie człowieka do zaspokojenia jednej z głównych potrzeb, jaką jest niewątpliwie zdobywanie pożywienia, w dzisiejszym świecie nabrało innego – niż przed wiekami – charakteru. Wraz z postępem zyskaliśmy wiedzę dotyczącą poszczególnych walorów żywności, ale i związaną z funkcjonowaniem organizmu człowieka. Zmieniła się również świadomość społeczeństwa, które kieruje się już nie tylko wyznacznikiem posiadania i dostępu do żywności. Istotna jest także jej jakość, funkcjonalność, szeroki asortyment, atrakcyjność [Dąbrowska i Babicz-Zielińska, 2011]. Stąd potrzeba opracowywania nowych produktów, poszukiwania nowych technologii, które mają przyciągać konsumenta. Tempo życia i zmiany społeczno-kulturowe mają niebagatelny wpływ na charakter naszych potrzeb. Konsument XXI wieku jawi się jako świadomy, wymagający spełnienia konkretnych oczekiwań, takich jak dostępność produktów najwyższej jakości.

W aspekcie żywieniowym nie sposób wśród technik innowacyjnych nie wymienić technologii *sous-vide*, która co prawda została opracowana w 1974 roku, ale stosunkowo niedawno zyskała miano nowoczesnego sposobu obróbki termicznej [Michalak-Majewska i in., 2019]. Jest to proces gotowania w ściśle kontrolowanej temperaturze i w określonym czasie, przy czym surowiec jest uprzednio zapakowany próżniowo. Zastosowanie hermetycznego opakowania przynosi szereg korzyści nie tylko podczas gotowania, ale również w trakcie przechowywania oraz ewentualnego transportu [Florkiewicz, 2018]. Po zakończeniu gotowania żywność poddaje się szybkiemu schłodzeniu i przechowuje w niskiej temperaturze. Przed ekspedycją produkt poddaje się restytucji [Michalak-Majewska i in., 2018]. Warto jednak dodać, że w technologii tej dobór i zestawienie komponentów odbywa się w sposób tradycyjny i umożliwia użycie również lokalnych surowców (m.in. świeżych ziół) [Bortnowska, 2017]. Produkty „gotowane w próżni” zyskały dużą aprobatę ze względu na zachowanie intensywnego smaku i aromatu określanego jako „naturalny”, a także ograniczenie zmian barwy w porównaniu z surowcem. Ponadto, ograniczenie utraty wody sprawia, iż potrawy pozostają soczyste [Florkiewicz, 2018].

Konsument, oprócz dążenia do zapewnienia potrzeb żywieniowych, poszukuje często nowych wrażeń. Żywność pełni w takim przypadku funkcję rozumianą bardziej w charakterze doznań. Cechy sensoryczne wysuwają się tu niewątpliwie na pierwszy plan. Takich wrażeń dostarcza z pewnością gastronomia molekularna, polegająca na wykorzystaniu fizyki i chemii do przekształcania smaków, a także tekstur rozmaitych produktów. Trzeba tu nadmienić, iż „kuchnia molekularna to technika wytwarzania potraw, podczas gdy gastronomia molekularna to nauka” [Śmiałek i Gutkowska, 2017]. Dania kuchni molekularnej, będące niemal małymi dziełami sztuki, wyróżniają się kreatywnością i innowacyjnością. Serwowane w oryginalny sposób sprawiają, że konsument ma do czynienia z nowymi, niezwykłymi przeżyciami kulinarnymi [Śmiałek i Gutkowska, 2017].

Kulinarna podróż człowieka jest niewątpliwie długa i spektakularna, ale – co istotne – nadal trwa [Śmiałek i Gutkowska, 2017]. Na skromny odcinek tej niezwykłej podróży kulinarnej z przystankiem w pierwszej połowie XXI wieku zapraszam Państwa podczas wykładu....

Bibliografia

Bortnowska G. (2017). Innowacje w żywności tradycyjnej – oczekiwaniem współczesnego konsumenta. *Problemy Higieny i Epidemiologii*, 98(4): 321-324

Dąbrowska A., Babicz-Zielińska E. (2011). Zachowania konsumentów w stosunku do żywności nowej generacji. *Hygeia Public Health*, 46(1): 39-46.

Florkiewicz A. (2018). Metoda sous-vide jako alternatywa dla tradycyjnych metod gotowania warzyw kapustnych w kontekście ograniczania strat zawartości składników odżywczych i błonnika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 25, 3 (116), 45-57.

Michalak-Majewska M., Stanikowski P., Gustaw W., Sławińska A., Radzki W., Skrzypczak K. (2019). Technologia sous-vide – innowacyjny sposób obróbki cieplnej żywności. *Żywność: Nauka, Technologia, Jakość*. 25. 34-44.

Śmiałek E., Gutkowska K. (2017). Kuchnia molekularna i jej możliwości rozwoju w Polsce. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 89-96.

PODSUMOWANIE

Wśród niekonwencjonalnych i innowacyjnych metod przetwarzania i utrwalania żywności na uwagę zasługują techniki, wykorzystujące zimną plazmę, ultradźwięki oraz pulsacyjne pole elektryczne. Zimna plazma jest stanem materii w postaci częściowo zjonizowanego gazu (hel, argon, azot, tlen), zawierającego m.in. elektrony, jony, rodniki, atomy czy fotony. Przy stosowaniu zimnej plazmy w środowisku żywności dochodzi do uszkodzenia ścian komórkowych, DNA i erozji komórek drobnoustrojów. Zimna plazma, z uwagi na właściwości przeciwdrobnoustrojowe związane z obecnością w niej m.in. nadtlenu wodoru, rodników OH, NO, tlenu singletowego czy ozonu, może znaleźć zastosowanie w żywności, jako metoda jej sterylizacji. Technologie zimnej plazmy niskociśnieniowej są przyjazne środowisku i wskazane do stosowania w przypadku produktów termolabilnych. Zimna plazma może być wykorzystana również do degradacji pestycydów, alergenów, inaktywacji toksyn czy sterylizacji powietrza oraz w modyfikacjach właściwości fizykochemicznych materiałów czy przemianach zol-żel. Dekontaminacja żywności, poprzez stosowanie zimnej plazmy lub kwasowej wody elektrolizowanej (AEW), należy do innowacyjnych metod sanityzacji powierzchni surowców lub przetworów żywnościowych. Kwasowa woda elektrolizowana wytwarzana jest metodą selektywnej elektrolizy membranowej z wodnych roztworów chlorku sodu. Dzięki temu procesowi generowane są aktywne formy chloru oraz reaktywne formy tlenu, które mają wysoką aktywność bakteriobójczą. Zastosowanie kwasowej wody elektrolizowanej działa hamująco na wzrost takich mikroorganizmów jak *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Campylobacter jejuni*, *Enterobacter aerogenes*, czy *Vibrio parahaemolytic*.

Pulsacyjne pole elektryczne PEF oraz ultradźwięki US są technikami wspomagającymi jednostkowe procesy technologiczne, przez co znajdują coraz szersze zastosowanie w przemyśle spożywczym. Zastosowanie PEF polega na działaniu na tkankę biologiczną krótkimi impulsami, które charakteryzują się wysokim natężeniem pola elektrycznego. Efektem tego jest perforacja błony komórkowej tkanki. W przypadku stosowania fal dźwiękowych może dochodzić do zmiany w strukturze komórkowej układów biologicznych wskutek kawitacji czy pochłaniania energii akustycznej. Obie te metody mogą być wykorzystane w procesach wspomagających suszenie (w tym liofilizację), odwadnianie, tłoczenie, zamrażanie czy ekstrakcję. W przemyśle ziemniaczanym zastosowanie PEF przyczynia się do zmniejszenia siły cięcia, obniżenia pochłaniania tłuszczu podczas smażenia przy produkcji frytek i chipsów. Zastosowanie PEF może wpływać również na zwiększenie ekstrakcyjności barwników czy rezygnację z obróbki enzymatycznej, bez zmniejszenia wydajności tłoczenia w produkcji soków owocowych. Stosowanie PEF i US sprzyja rozwojowi produkcji żywności wygodnej czy żywności o zaprojektowanych właściwościach. Stosowanie kombinacji tych dwóch technik wpływa również na jakość mikrobiologiczną żywności ze względu na uszkodzenie membran i struktur komórkowych mikroorganizmów. Zarówno PEF, jak i US mogą prowadzić jednak do powstawania wolnych rodników w żywności.

W niektórych przypadkach, zastosowanie pulsacyjnego pola elektrycznego czy ultradźwięków jest już powszechnie stosowaną praktyką w przemyśle przetwórczym. Wiedza konsumentów na temat wykorzystania i wpływu tych technologii na żywność jest niewielka, co może determinować ich zachowanie na rynku spożywczym. Analogicznie, w przypadku zimnej plazmy, ze względu na jej skład i naturę procesu, jej zastosowanie wzbudza pewne obawy konsumentów, co może niekorzystnie wpływać na przemysłowe wdrożenie tej

technologii. Jednocześnie, wpływ zimnej plazmy na składniki odżywcze żywności nie jest dostatecznie poznany.

Zastosowanie nowoczesnych, innowacyjnych technologii przetwarzania żywności niesie ze sobą wiele korzystnych zjawisk, takich jak wspomniany powyżej aspekt korzyści dla środowiska przy stosowaniu zimnej plazmy, przy równoczesnej skuteczności tej metody w eliminacji drobnoustrojów chorobotwórczych i degradacji zanieczyszczeń środowiskowych. W przypadku rozwoju i stosowania nowych innowacyjnych technik przetwarzania żywności należy zwrócić szczególną uwagę na problem powstawania tzw. zanieczyszczeń procesowych (*processing toxicants*). Przykładem takich związków jest akryloamid, który powstaje z naturalnie występujących w żywności prekursorów (wolnej asparaginy i cukrów redukujących), głównie pod wpływem temperatury powyżej 120°C. Obecność akryloamidu jest stwierdzana nie tylko w produktach poddawanych tradycyjnym metodom obróbki termicznej, jak smażenie czy pieczenie, ale również w żywności poddanej pasteryzacji i sterylizacji. Występuje w produktach ekspandowanych i ekstrudowanych, a niektórzy autorzy wskazują na większą zawartość tego związku w żywności podgrzewanej w kuchence mikrofalowej w porównaniu do tradycyjnych metod podgrzewania potraw. Należy przy tym podkreślić, że ilość powstającego akryloamidu zależy przede wszystkim od składu surowcowego produktu, czyli od ilości prekursorów omawianego związku. Ryzyko dla zdrowia człowieka jest związane z działaniem neurotoksycznym i kancerogennym akryloamidu. Powszechna jego obecność w przetwarzanej żywności bogatej w węglowodany i potwierdzone niekorzystne działanie na zdrowie człowieka, wskazują na konieczność monitorowania zawartości akryloamidu w produktach spożywczych. Do tego celu wykorzystywane są nowoczesne metody analityczne, takie jak chromatografia gazowa i cieczowa sprzężona z podwójną spektrometrią mas (GC-MS/MS i LC-MS/MS). Obydwie metody pozwalają na wykrywanie związków na bardzo niskich poziomach detekcji. Bezpieczeństwo konsumentów mają zapewnić również odpowiednie przepisy prawne, limitujące zawartość zanieczyszczeń, w tym procesowych, w żywności. W przypadku akryloamidu obowiązują tzw. poziomy odniesienia, różne dla różnych kategorii środków spożywczych. Stosowanie nowoczesnych, innowacyjnych technologii produkcji i przetwarzania żywności musi uwzględniać aspekt bezpieczeństwa dla konsumenta wytwarzanych produktów. I to nie wyłącznie skutek natychmiastowy, ale również skutki odległe, w tym dla zdrowia przyszłych pokoleń.

Wymagania dotyczące bezpieczeństwa żywności, odnoszące się do jednostki i całego pokolenia w szerokim kontekście czasowym, muszą być równocześnie rozpatrywane z subiektywnymi potrzebami konsumentów. Wielu konsumentów poza zaspokojeniem głodu oczekuje żywności łatwej do przygotowania, posiadającej dodatkowe walory zdrowotne, wykraczające poza wartość odżywczą żywności, ale jednocześnie dostarczającej nowych, niezwykłych wrażeń kulinarnych. Tym wyzwaniom musi sprostać współczesny przemysł spożywczy oraz gastronomia, zachowując równowagę między obiektywnie mierzoną jakością żywności i potraw a subiektywnymi oczekiwaniami kulinarnymi konsumentów.