

**SYLWIA KUCHARYK<sup>1</sup>, MARIUSZ RUDY<sup>2</sup>, MARIAN GIL<sup>2</sup>,  
RENATA STANISŁAWCZYK<sup>2</sup>, KAROLINA MROCZEK<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Studenckie Koło Naukowe Oceny i Przetwórstwa Żywności „Kabanosik”, e-mail: kucharyk.sylwia@gmail.com

<sup>2</sup>Zakład Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski, e-mail: mrudy@ur.edu.pl

**NIEKONWENCJONALNE METODY UTRWALANIA  
PRODUKTÓW MIĘSNYCH ORAZ ICH WPŁYW NA ZDROWIE  
CZŁOWIEKA I ŚRODOWISKO**

*Utrwalanie żywności ma na celu przedłużenie trwałości i przydatności do spożycia oraz zachowanie produktu w niezmienionym stanie. Ludzie od wieków doskonalili różne techniki konserwowania, aby znaleźć idealne metody zapewniające bezpieczeństwo mikrobiologiczne żywności z jednoczesnym zachowaniem wartości odżywczej i walorów smakowych. Obecnie wśród obiecujących metod utrwalania produktów mięsnych wymienić należy, między innymi, technikę wysokich ciśnień, ultradźwięki, pulsacyjne pola elektryczne i magnetyczne, pulsacyjny strumień światła oraz plazmę niskotemperaturową. Wymienione metody nie tylko umożliwiają uzyskanie żywności o długim terminie przydatności, bezpiecznej dla zdrowia i bez konserwantów, ale także są bezpieczniejsze dla środowiska naturalnego w porównaniu z metodami tradycyjnymi.*

**Słowa kluczowe:** niekonwencjonalne metody utrwalania, mięso, zdrowie, środowisko

**I. WSTĘP**

Wraz z rozwojem świadomości żywieniowej, konsumenci poszukują żywności mało przetworzonej, o niezmienionych cechach organoleptycznych, która nie zawiera chemicznych konserwantów, a przy tym o bardzo długiej przydatności do spożycia. Oczekują produktów o wysokiej wartości odżywczej równocześnie bezpiecznych dla zdrowia. Tradycyjne metody nie są w stanie zapewnić odpowiedniej czystości mikrobiologicznej z jednoczesnym zachowaniem wysokiej jakości, dlatego tak niezbędne jest opracowywanie i wdrażanie nowych metod utrwalania żywności [Tomczuk i in. 2009, Szosland-Faltny i in. 2013]. Do nowoczesnych metod utrwalania, które można wykorzystać podczas produkcji w branży mięsnej należą: techniki wysokich ciśnień, ultradźwięki, pulsacyjne pole elektryczne i magnetyczne, pulsacyjny strumień światła, technika z wykorzystaniem plazmy niskotemperaturowej oraz pakowanie próżniowe połączone z obkurczaniem [Kapturowska i in. 2011, Nowicka i in. 2014]. Nowoczesne, alternatywne metody nie wywołują w produkcie większych zmian fizycznych, ani nie wpływają istotnie

na walory sensoryczne. Natomiast znacząco obniżają niekorzystną mikroflorę tym samym zapewniając bezpieczeństwo i wydłużając trwałość. Dodatkowo dzięki stosowaniu nowych rozwiązań można skrócić czas produkcji, zmniejszyć koszty oraz ograniczyć zużycie opakowań przyczyniając się do ochrony środowiska przyrodniczego.

W niniejszej pracy wykorzystano opracowania pochodzące z wydawnictw branżowych, a celem przeprowadzonej analizy literatury przedmiotu było usystematyzowanie wiedzy dotyczącej niekonwencjonalnych metod utrwalania mięsa i jego produktów oraz wskazanie ich wpływu na zdrowie człowieka i środowisko.

## II. WYSOKIE CIŚNIENIE HYDROSTATYCZNE

Metoda wykorzystująca wysokie ciśnienie hydrostatyczne określana w skrócie, jako HHP (ang. *High Hydrostatic Pressure*) jest jedną z niekonwencjonalnych metod utrwalania żywności polegającą na nietermicznym niszczeniu mikroorganizmów. Mechanizm niszczenia mikroorganizmów polega na tym, że pod wpływem wysokiego ciśnienia funkcje komórkowe żywych organizmów zostają zakłócone. Dochodzi do niekorzystnych zmian biochemicznych, co skutkuje nieodwracalnymi zmianami w błonie komórkowej i w błonie form przetrwalnikowych [Hać-Szymańczuk i Mroczek 2006]. Produkt umieszcza się w komorze ciśnieniowej, w której jest poddawany ciśnieniu hydrostatycznemu rzędu od 100 do 1000 MPa [Nowicka i in. 2014]. Poprzez dobranie odpowiednich parametrów procesu wysokociśnieniowego możliwe jest inaktywowanie zarówno form wegetatywnych, jak i przetrwalnikowych [Tomczuk i in. 2009, Czerwińska 2010]. Poziomy ciśnienia najczęściej stosowane w utrwalaniu mięsa oraz produktów mięsnych zawierają się w zakresie 400-600 MPa, a czas ich działania wynosi od 3 do 7 minut w pokojowej temperaturze, jednak konkretne parametry ciśnienia i czasu należy dostosować indywidualnie. Szczególnie podkreślana jest skuteczność danej metody w dezaktywacji bakterii z rodzaju *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* oraz *Aeromonas hydrophila* [Krzysztofik 2018].

Technika HHP stanowi alternatywę dla obróbki termicznej, pozwalając na przedłużenie okresu trwałości żywności bez wywierania negatywnego wpływu na wartość odżywczą. Żywność utrwalana metodą HHP zachowuje dłużej świeżość i cechy prozdrowotne, co ma niebagatelne znaczenie w transporcie żywności, często trwającym wiele dni. Pozwala na uzyskanie bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktów mięsnych z jednoczesnym zachowaniem jakości. Otrzymany produkt jest sterylny, wolny od dodatków chemicznych, a także bez konserwantów [Makała 2019]. Technologia wysokich ciśnień z powodzeniem może być także stosowana do obniżenia zawartości soli w surowcu i przetworach, co jest ważne z uwagi na fakt, że produkty mięsne są na wysokim miejscu pod względem udziału spożycia sodu w diecie [Ferrini i in. 2012]. Ważnym kierunkiem rozwoju utrwalania żywności poprzez obróbkę wysokociśnieniową jest zastosowanie metody do surowych produktów mięsnych oraz mięsa na cele kulinarne. Często w takich produktach zastosowanie termicznej metody jest niewygodne lub spowodowałoby pogorszenie cech organoleptycznych, dlatego tym bardziej tak ważne i konieczne jest znalezienie innej metody [Krzysztofik 2018]. Wysokie ciśnienie hydrostatyczne stanowi także skuteczną metodę odkażania szerokiego asortymentu surowców i przetworów mięsnych w opakowaniach z folii wielowarstwowej [Pietrzak i in. 2007, Romanek i Opiela 2013, Rostocki i in. 2018].

Stosowanie opisanej metody nie powoduje tworzenia się substancji toksycznych oraz ogranicza powstawanie produktów ubocznych. Dodatkowo przyczynia się do obniżenia

kosztów produkcji, a dzięki temu, że nie wymaga ona dużych nakładów energii, przez co jest także przyjazna środowisku.

### III. SONIFIKACJA

Innowacyjną technologią, która ma zastosowanie w utrwalaniu mięsa i nie powoduje niekorzystnych zmian jakościowych jest sonifikacja, inaczej ultradźwięki. Metoda ta wykorzystuje fale akustyczne o częstotliwości powyżej 20 kHz, które mają coraz większe zastosowanie w przemyśle mięsnym [Nowicka i in. 2014]. Ogólnie w technologii żywności wykorzystuje się przede wszystkim fale ultradźwiękowe dużej mocy i małej częstotliwości od 20 do 100 kHz. Wywołują one efekt kawitacji, który wpływa na fizykochemiczne oraz biochemiczne właściwości materiału, a szczególnie na dezintegrację struktur komórkowych. [Dolatowski i in. 2007, Kapturowska i in. 2011]. Niszczenie ścian, błon komórkowych oraz DNA powoduje inaktywację mikroorganizmów, a także może ułatwiać uwalnianie zawartości komórek do środowiska. Szczególnie dobre efekty niszczeniu komórek drobnoustrojów uzyskuje się na skutek połączenia sonifikacji ultradźwiękowej z właściwie dobranym wysokim ciśnieniem [Dolatowski i Stasiak 2002, Sip 2010].

Ultradźwięki mogą kojarzyć się z czymś niebezpiecznym lub groźnym dla zdrowia człowieka. W praktyce natomiast okazuje się, że przez ich odpowiednie zastosowanie można wpłynąć korzystnie na zawartość substancji bioaktywnych, bardzo cennych z żywieniowego punktu widzenia. Podniesienie czystości mikrobiologicznej produktów jest istotne dla zdrowia konsumenta, ponieważ ogranicza ryzyko wystąpienia chorób związanych z układem pokarmowych. Nie ma również przesłanek, które mogłyby sugerować negatywny wpływ stosowania sonifikacji w celu utrwalania wyrobów mięsnych. Wręcz przeciwnie dzięki metodzie można znacząco ograniczyć stosowanie substancji chemicznych i konserwantów do żywności. Mięso poddane wpływom ultradźwięków starzeje się wolniej i wykazuje mniej niekorzystne zmiany mikrobiologiczne w porównaniu do mięsa nie poddanego sonifikacji [Łukasz i in. 2005]. Stosowanie ultradźwięków w przetwórstwie żywności w głównej mierze ma na celu również poprawę wydajności procesów technologicznych oraz zredukowanie czasu i kosztów produkcji. Takie rozwiązanie nie wymaga również dużych nakładów energii.

### IV. PULSACYJNE POLE ELEKTRYCZNE

Pulsacyjne pole elektryczne - PEF (ang. *Pulsating Electric Field*) to kolejna nietermiczna metoda utrwalania żywności, także stosowana w przetwórstwie mięsnym. W ostatnim czasie wzrosło zainteresowanie stosowaniem pulsacyjnego pola elektrycznego w różnych sektorach przetwórstwa żywności. W większości przypadków konserwacja żywności polega na hamowaniu aktywności mikroorganizmów poprzez takie czynniki, jak: wysoka temperatura, zmiana aktywności wody lub pH czy też dodatek środków konserwujących. PEF stanowi doskonałą alternatywę dla tych procesów, ponieważ nie powoduje ogrzania produktu i utraty cennych składników, zachowując prozdrowotny charakter żywności, a tym bardziej nie wymaga dodatku konserwantów. Jak w pozostałych metodach, powodem stosowania pulsacyjnego pola elektrycznego jest przede wszystkim inaktywacja drobnoustrojów celem zapewnienia bezpieczeństwa żywności, a także uzyskanie zadowalającego okresu przydatności danego produktu do spożycia [Krzysztofik i in. 2005, Toepfl i in. 2014]. W metodzie wykorzystuje się krótkie impulsy energii elektrycznej o wysokim napięciu, wskutek których następuje trwałe uszkodzenie błon komórkowych i inaktywacja drobnoustrojów. Ze względu na krótki czas (poniżej

1 sekundy) PEF nie powoduje podgrzania produktu, co pozwala zachować pożądane cechy mięsa i wysoką wartość odżywczą [Rastogi 2003, Barbosa-Canovas 2004]. Warto podkreślić, że metoda nie wpływa na pogorszenie właściwości sensorycznych utrwalanych produktów, tak jak ma to miejsce w przypadku procesów obróbki termicznej, które niszczą wrażliwe na ciepło składniki [Krzysztofik i in. 2005]. Zastosowanie pulsacyjnego pola elektrycznego jest bardzo skutecznym i bezpiecznym rozwiązaniem na obecne w żywności patogeny, które stanowią istotne zagrożenie dla ludzkiego zdrowia i życia. Pozwala na niemal całkowite wyeliminowanie zanieczyszczeń mikrobiologicznych z mięsa mielonego bez wywierania negatywnego wpływu na cechy jakościowe mięsa [Stachelska i in. 2012].

Stosowanie metody pulsacyjnego pola elektrycznego nie powoduje wytwarzania dużych ilości odpadów, co ma też pozytywne oddziaływanie na środowisko. Jediną wadą, która znacząco może ograniczać wykorzystanie PEF na skalę światową są wysokie koszty aparatury. Jednakże szybki rozwój technologii najprawdopodobniej umożliwi z czasem obniżenie tych kosztów i szersze zastosowanie metody.

## V. PULSACYJNE POLE MAGNETYCZNE

Pulsacyjne pole magnetyczne jest kolejną nie termiczną metodą utrwalania żywności, która w niewielkim stopniu wpływa na obniżenie wartości odżywczej, walorów smakowo-zapachowych czy właściwości funkcjonalnych. W wyniku zastosowania pola magnetycznego można uzyskać finalny produkt spożywczy o wysokiej jakości, aczkolwiek skuteczność metody jest optymalna w połączeniu z innymi niekonwencjonalnymi sposobami utrwalania żywności.

Mechanizm działania pulsacyjnego pola magnetycznego polega na przenoszeniu energii przez paramagnetyczne molekuly do cząsteczki DNA i niszczeniu wiązań chemicznych, w wyniku czego następuje nieodwracalne zniszczenie komórki mikroorganizmów. Aby ograniczyć nadmierne ogrzewanie się produktu, czas trwania impulsu wynosi od 10  $\mu$ s do 1 ms, a częstotliwość maksymalnie 500 MHz. Badania potwierdzają inaktywujące działanie silnego pola magnetycznego w stosunku do wegetatywnych form drobnoustrojów, jednak w odniesieniu do form przetrwalnikujących metoda ta nie jest skuteczna [Oziębłowski i Kopeć 2012].

Opisywana metoda nie jest jeszcze w pełni poznana, natomiast na podstawie dotychczasowych badań ocenia się, że zmiany jakości sensorycznej produktów utrwalanych metodą pulsacyjnego pola magnetycznego są niewielkie. Technika ta także może więc służyć, jako dodatkowa obróbka uprzednio pasteryzowanych i zapakowanych produktów mięsnych, znacznie przedłużając przydatność do spożycia. Zaletą tej metody jest również niskie zapotrzebowanie na energię.

## VI. PULSACYJNY STRUMIEŃ ŚWIATŁA

Technologia pulsacyjnego światła (PL- ang. *Pulsed Light*) oparta jest na wykorzystaniu bardzo krótkich impulsów światła (1  $\mu$ s- 0, 1 s) o szerokim spektrum (od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni, 100-1100 nm) [Wiktor i in. 2016]. Światło generowane jest przez gazową lampę ksenonową, która następnie emituje impulsy światła. Powstałe światło ma około 20 000 razy większe natężenie niż światło słoneczne [Stepaniak 2003, Krzysztofik i in. 2005]. Zastosowanie impulsów promieniowania elektromagnetycznego o określonej częstotliwości, jest metodą bardzo interesującą i istnieje wiele potencjalnych możliwości wykorzystywania tej techniki [Czapski 2007]. Jest szczególnie przydatna w przypadku produktów mięsnych gotowanych czy peklowanych na sucho i gotowych do spożycia [Hierro i in. 2011]. Produkty gotowe do spożycia mogą stanowić zagrożenie dla

konsumenta z powodu przetwarzania końcowego, czyli np.: cięcia, krojenia czy pakowania, podczas którego bakterie chorobotwórcze mogą dostać się na powierzchnię. W takiej żywności najczęściej obecnymi patogenami są: *Listeria monocytogenes* i *Salmonella enterica* [Cabeldo i in. 2008]. Żywność zachowuje swoje właściwości sensoryczne i wszystkie składniki, które pod wpływem termicznych metod zostałyby utracone. Pulsacyjne światło jest doskonałym rozwiązaniem stosowanym podczas dezynfekcji opakowań oraz znajduje zastosowanie w celu odkażania narzędzi w zakładach produkcyjnych, zapobiegając zakażeniom krzyżowym [Pysz i in. 2006, Rajkovic i in. 2010]. Pozwala również na modyfikację różnych cech produktu takich jak: barwa, zapach, zawartość związków bioaktywnych i aktywność przeciwutleniająca [Charles i in. 2013]. Może być stosowane jako pojedynczy czynnik lub w połączeniu z innymi, zapewniając bezpieczeństwo mikrobiologiczne i maksymalizację efektu [Gomez i in. 2012, Duarte-Molina i in. 2016].

Zaletami wykorzystania pulsacyjnego strumienia światła jest przede wszystkim szybkość, małe zużycie energii i przyjazność środowisku [Gomez-Lopez i in. 2007]. Praca z pulsacyjnym światłem jest także bezpieczna, ponieważ proces odbywa się w komorze, która nie ma bezpośredniego kontaktu z otoczeniem.

## VII. PLAZMA NISKOTEMPERATUROWA

Spośród nowych, niekonwencjonalnych technologii, bardzo obiecującą jest również nie termiczna metoda wykorzystująca zimną plazmę. Plazma uznawana jest za czwarty stan skupienia i stanowi mieszaninę obojętnych i zjonizowanych cząstek. Poprzez doprowadzenie odpowiednio dużej ilości, energii każda substancja może zostać zamieniona w plazmę. W zależności od tego, w jakich zakresach ciśnień i temperatury występuje, wyróżniamy plazmę wysoko- oraz niskotemperaturową (zimną), którą można otrzymać w warunkach ziemskich. Natomiast plazmę niskotemperaturową można podzielić w zależności od ciśnienia na plazmę termiczną (równowagową) oraz nie termiczną (nierównowagową). Oba rodzaje plazmy znacznie różnią się właściwościami, jakie posiadają oraz możliwościami aplikacji [Stryczewska 2011].

Zimna plazma jest stosunkowo nowym procesem przeciwdrobnoustrojowym, opracowywanym dla zastosowania w przemyśle spożywczym [Niemira 2012, Niemira i in. 2014]. Dopracowywanie metod otrzymywania oraz sterowania parametrami zimnej plazmy przyczynia się do wzrostu dostępności tej technologii. Stanowi ona możliwość szybkiej dezynfekcji i sterylizacji materiałów związanych z przetwarzaniem żywności, w tym także opakowań. Wykorzystywana jest w medycynie, ochronie środowiska, ale w przemyśle spożywczym stanowi jedną z najbardziej obiecujących fizycznych metod utrwalania surowców bez podnoszenia ich temperatury i powodowania niekorzystnych zmian [Mrozowski 2007, Knoerzer i in. 2012]. Może być stosowana do utrwalania produktów mięsnych w tym surowego mięsa, gotowych do spożycia pokrojonych wędlin oraz przetworów wcześniej zapakowanych. Korzyścią sterylizacji produktów w opakowaniach jest znaczne zmniejszenie ryzyka wtórnego zakażenia produktu [Fernandez i in. 2012b, Rød i in. 2012]. Zimna plazma to metoda, która umożliwia inaktywację bakterii zarówno w formie wegetatywnej, jak i przetrwalnikowej, a także mikroorganizmów, które tworzą odporne na czynniki chemiczne biofilmy. Jednak skuteczność w redukowaniu liczby bakterii w produktach mięsnych uzależniona jest od zawartości wody, stężenia soli oraz pH, dlatego tak istotne jest, aby do każdego produktu dobierać indywidualne parametry procesu [Bárdos i Baránková 2010, Tanarro i in. 2011].

Zaletą utrwalania żywności za pomocą plazmy niskotemperaturowej jest niewątpliwie wysoka skuteczność w usuwaniu drobnoustrojów bez konieczności podgrzewania surowca. Utrwalany produkt zostaje podgrzewany do temperatury nie przekraczającej 60°C, przez co metoda ta nie powoduje pogorszenia właściwości odżywczych i sensorycznych. Uznaje się, że działanie zimnej plazmy nie wywołuje istotnych zmian we właściwościach produktów, świeży smak i zapach pozostają nienaruszone [Fernández i in. 2012a]. Ponadto metoda nie wymaga użycia żadnych bakteriobójczych środków chemicznych oraz stosowania konserwantów, używany jest jedynie gaz taki jak: powietrze, tlen, azot, argon czy hel oraz prąd elektryczny konieczny do wytworzenia plazmy. Wszystkie składniki plazmy biorące udział w niszczeniu patogenów są nietrwałe, dlatego też nie istnieje zagrożenie, że będą one obecne w gotowym produkcie. Kolejnym atutem zimnej plazmy jest ekologiczność związana z tym, że plazmotrony nie emitują zanieczyszczeń oraz cała aparatura nie potrzebuje dużej mocy elektrycznej do zasilania. Znaczny postęp technologii i doskonalenie metod powoduje, że stosowanie omówionej techniki jest coraz mniej kosztowne i z pewnością zostanie wprowadzone na skalę przemysłową [Stryczewska 2011].

### **VIII. PAKOWANIE PRÓŻNIOWE Z OBKURCZANIEM**

Mięso jest łatwo psującym się materiałem biologicznym i dlatego producenci ciągle poszukują innowacyjnych opakowań kształtujących jakość oraz zapewniających świeży wygląd i gwarantujących bezpieczeństwo [Jakowski 2002, Kubiak i in. 2011, Tabak i Cierach 2012]. Powstają nowe generacje opakowań które utrzymują, a nawet poprawiają cechy pakowanego produktu, co w przemyśle mięsnym może mieć szczególne znaczenie [Chwastowska-Siwiecka i in. 2015].

Najbardziej znanymi i powszechnie stosowanymi metodami pakowania są pakowanie próżniowe, pakowanie w modyfikowanej atmosferze oraz pakowanie w kontrolowanej atmosferze. Obecnie coraz większą popularnością cieszy się też pakowanie próżniowe połączone z obkurczaniem [Tabaka i Cierach 2012]. Istotą pakowania próżniowego jest obniżenie ciśnienia atmosferycznego w opakowaniu poprzez usunięcie powietrza. Następnie w opakowaniu samoistnie tworzy się atmosfera modyfikowana, która zawiera 10-20% CO<sub>2</sub>, wydzielającego się na skutek zużywania resztek tlenu przez mikroorganizmy [Hać-Szymańczuk 2008]. Natomiast pakowanie próżniowe z obkurczaniem polega na zastosowaniu komory do termo-obkurczania, która pozwala na usunięcie naddatków woreczka po procesie pakowania próżniowego. Uzyskuje się wtedy efekt tzw. „drugiej skóry”, opakowanie bardzo ściśle przylega do produktu. Technologia pakowania próżniowego połączonego z obkurczaniem daje wiele korzyści, między innymi pozwala uzyskać wyższą wydajność pakowania i ograniczyć ilość opakowań, co też ma korzystny wpływ na środowisko. Umożliwia także przedłużenie okresu trwałości produktów o utrwalonej barwie, odpornych na sklejanie i deformację. Sposób ten może być wykorzystany, np. przy pakowaniu wędlin w plasterkach, gotowych produktów garmażeryjnych, szynki pasteryzowanej oraz innych produktów utrwalanych różnymi metodami [Hać-Szymańczuk 2012, Tabaka i Cierach 2012]. W mięsie zapakowanym próżniowo połączonym z obkurczaniem procesy dojrzewania są nadal kontynuowane, tworzy się korzystna kruchość i smakowitość, natomiast wycieki swobodne są ograniczone.

### **IX. PODSUMOWANIE**

Niekonwencjonalne metody utrwalania żywności coraz powszechniej stosowane są w branży mięsnej. Ich stosowanie nie wpływa negatywnie na walory sensoryczne ani wartość odżywczą. Oprócz możliwości wydłużania trwałości bez udziału chemicznych

konserwantów, nowe technologie umożliwiają również modyfikowanie właściwości fizykochemicznych mięsa i jego przetworów. Obróbka mięsa z udziałem ultradźwięków czy też wysokiego ciśnienia hydrostatycznego stwarza możliwości znacznego ograniczenia dodatku soli, co jest także istotną zaletą, z uwagi na zdrowie konsumenta. Zauważono także, że stosowanie nowych technologii pozwala na oszczędność czasu, energii, poprawę wydajności i ograniczenie wykorzystania opakowań, co także przekłada się na mniejsze zanieczyszczenia środowiska i emisję gazów cieplarnianych. Ważne jest, wobec tego dalsze prowadzenie badań oraz promowanie wspomnianych niekonwencjonalnych metod na większą skalę.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Barbosa-Canovas G.V., Sepulveda D. 2004. Present status and the future of PEF technology. *Novel Food Processing Technologies*. 1. 1-44.
2. Bårdos L., Baránková H. 2010. Cold atmospheric plasma Sources, processes, and applications. *Thin Solid Films*. 518. 6705-6713.
3. Cabedo L., Picart I., Barrot L., Teixidó I., Canelles A. 2008. Prevalence of *Listeria*, *monocytogenes* and *Salmonella* in ready-to-eat food in Catalonia. Spain. *Journal of Food Protection*. 71. 855-859.
4. Charles F., Vidal V., Olive F., Filgueiras H., Sallanon H. 2013. Pulsed light treatment as new method to maintain physical and nutritional quality of fresh-cut mangoes. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 18. 190-195.
5. Chwastowska-Siwiecka I., Skiepmo N., Kubiak M.S. 2015. Pakowanie żywności - przykładowe rozwiązania. *Przemysł Spożywczy*. 1. 25-29.
6. Czapski J. 2007. Czy nowe znaczy bezpieczne. *Przemysł Spożywczy*. 4. 12-15.
7. Czerwińska D. 2010. Nowe trendy w produkcji konserw. *Gospodarka Mięsna*. 8. 28-36.
8. Dolatowski Z.J., Stasiak D. 2002. Czystość mikrobiologiczna mięsa i szynki parzonej po obróbce ultradźwiękowej. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentarna*. 1 (1). 55-65.
9. Dolatowski Z. J., Stadnik J., Stasiak D. 2007. Applications of ultrasound in food technology. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentarna*. 6 (3). 89-99.
10. Duarte-Molina F., Gomez P.L., Agueda Castro M., Alzamora S.M. 2016. Storage quality of straw berry fruit treated by pulsed light: Fungal decay, water loss and mechanical properties. *Innovative Food Science and Emerging*. 34. 267-274.
11. Fernández A., Shearer N., Wilson D.R., Thompson A. 2012a. Effect of microbial loading on the efficiency of cold atmospheric gas plasma inactivation of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *International Journal of Food Microbiology*. 152. 175-180.
12. Fernández A., Thompson A. 2012b. The inactivation of *Salmonella* by cold atmospheric plasma treatment. *Food Research International*. 45. 678-684.
13. Ferrini G., J. Comaposada, J. Arnau, P. Gou. 2012. Colour modification a cured meat model dried by Quick – Dry - Slice process and high pressure processed as a function of NaCl, KCl, K-lactate and water content. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 13. 69-74.
14. Gomez-Lopez V.M., Ragaert P., Debevere J., Devlieghere F. 2007. Pulsed light for food decontamination: a review. *Trends Food Science and Technology*. 18. 464-473.

15. Gomez P.L., García-Loredo A., Nieto A., Salvatori D. M., Guerrero S., Alzamora S.M. 2012. Effect of pulsed light combined with an antibrowning pretreatment on quality of fresh cut apple. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 16. 102-112.
16. Hać-Szymańczuk E., Mroczek J. 2006. Zastosowanie techniki wysokich ciśnień w technologii żywności, a szczególnie w przetwórstwie mięsa. *Medycyna Weterynaryjna* 62. 637-640.
17. Hać-Szymańczuk E. 2008. Sztuka pakowania. *Bezpieczeństwo i Higiena Żywności*. 1 (54). 14-17.
18. Hać-Szymańczuk E. 2012. Mikroflora próżniowo pakowanych produktów mięsnych. *Gospodarka Mięsna*. 5. 34-35.
19. Hierro E., Barroso E., De la Hoz L., Ordonez A., Manzano S., Fernandez M. 2011. Efficacy of pulsed light for shelf-life extension and inactivation of *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat cooked meat products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 12. 275-281.
20. Jakowski S. 2002. Analiza czynników wpływających na rozwój przemysłu opakowań w Polsce. *Opakowanie*. 8. 20-22.
21. Kapturowska A., Stolarzewicz I., Chmielewska I., Białecka-Florjańczyk E. 2011. Ultradźwięki - narzędzie do inaktywacji komórek drożdży oraz izolacji białek wewnątrzkomórkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 77. 160-171.
22. Knoerzer K., Murphy A.B., Fresewinkel M., Sanguansri P., Coventry J. 2012. Evaluation of methods for determining food surface temperature in the presence of low-pressure cool plasma. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 15. 23-30.
23. Krzysztofik B., Drózd T., Sobol Z., Nawara P., Wrona P. 2005. Metody zabezpieczania i utrwalania surowców oraz produktów żywnościowych - studium przypadku. *Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki - Kraków*. 77-88.
24. Krzysztofik B. 2018. Oddziaływanie wysokich ciśnień na jakość i trwałość dań gotowych i produktów mięsnych. *Przemysł Spożywczy*. 10. 38-42.
25. Kubiak M.S., Grala R., Borowy T. 2011. Maszyny do pakowania mięsa i przetworów mięsnych. *Gospodarka Mięsna*. 8. 60-67.
26. Łukasz K., Kaczmarek P., Lewicki P. 2005. Zastosowanie technik ultradźwiękowych w przetwarzaniu żywności. *Przemysł Spożywczy*. 9. 34-36.
27. Makala M. 2019. Utrwalanie mięsa i przetworów mięsnych poprzez zastosowanie technologii wysokich ciśnień - możliwości, jakość, bezpieczeństwo. *Przemysł Spożywczy*. 4. 46-50.
28. Mrozowski T. 2007. Sterylizacja. *Świat Farmacji*. 16. 42-45.
29. Niemira B. A. 2012. Cold Plasma Decontamination of Foods Annual Review of Food Science and Technology. 3. 125-142.
30. Niemira B.A., Boyd G., Sites J. 2014. Cold Plasma Rapid Decontamination of Food Contact Surfaces Contaminated with Salmonella Biofilms. *Journal of Food Science*. 79 (5). 917-922.
31. Nowicka P., Wojdyło A., Oszmiański J. 2014. Zagrożenia powstające w żywności minimalnie przetworzonej i skuteczne metody ich eliminacji. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 93. 5-18.
32. Oziębłowski M., Kopeć W. 2012. Pulsed electric Fields (PEF) as an unconventional method of food preservation. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 14 (55). 31-35.



33. Pietrzak D., Mroczek J., Skupiński S., Hać-Szymańczuk E., Fonberg-Broczek M. 2007. Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego, na jakość zapiekanych pasztetów z udziałem mięsa drobiowego odzyskanego mechanicznie. *Medycyna Weterynaryjna*. 63. 870-873.
34. Pysz M., Pisulewski P.M., Leszczyńska T. 2006. Wpływ oddziaływania impulsowego i ciągłego pola na wartość żywnościową i właściwości przeciwutleniające kielkowanych nasion soi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. 46. 102-116.
35. Rajkovic A., Tomasevic I., Smigic N., Uyttendaele M., Radovanovic R., Devlieghere F. 2010. Pulsed UV light as an intervention strategy against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 on the surface of a meat slicing knife. *Journal of Food Engineering*. 100. 446-451.
36. Rastogi N.K. 2003. Application of high intensity pulses in food processing. *Food Reviews International*. 19. 229-251.
37. RØd S.K., Hansen F., Leipold F., KnØchel S. 2012. Cold atmospheric pressure plasma treatment of ready-to-eat meat: Inactivation of *Listeria innocua* and changes in product quality. *Food Microbiology*. 30. 233-238.
38. Romanek J., Opiela J. 2013. Zastosowanie wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (HHP) w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz medycynie. *Wiadomości Zootechniczne*. R. LIII (4). 34-40.
39. Rostocki A.J., Ptasznik S., Makąła H., Tarakowski R. 2018. Ocena przydatności technologii wysokociśnieniowej do konserwowania mięsa. Studium przypadku. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno - Spożywczego*. 73 (1). 5-16.
40. Sij A. 2010. Bakterie *Listeria monocytogenes* - część I. Występowanie i źródła zanieczyszczeń żywności. *Przemysł Spożywczy*. 64. 40-43.
41. Stachlewska M.A., Stankiewicz-Szymczak W., Jakubczak A., Świsłocka R., Lewandowski W. 2012. Influence of pulsed electric field on the survival of *Yersinia enterocolitica* in minced beef meat. *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna*. 2. 13-16.
42. Stepaniak L. 2003. Nietermiczne techniki utrwalania żywności. *Przemysł Spożywczy*. 8. 102-104.
43. Stryczewska H.D. 2011. Zastosowanie zimnej plazmy. Wytwarzanie, modelowanie, zastosowanie. *Elektryka*. 1 (217). 41-61.
44. Szosland-Faltny A., Krolasik J., Polak E. 2013. Ozonowanie, czy promieniowanie ultrafioletowe? Niekonwencjonalne techniki utrwalania żywności, zapewniające bezpieczeństwo mikrobiologiczne. *Chłodnictwo*. 48 (5). 38-42.
45. Tabaka K., Cierach M. 2012. Pakowanie mięsa i przetworów mięsnych. *Gospodarka Mięsna*. 2. 20-30.
46. Tanarro I., Herrero V.J., Carrasco E., Jiménez-Redondo M. 2011. Cold plasma chemistry and diagnostics. *Vacuum*. 85. 1120-1124.
47. Toepfl S., Siemer C., Saldan G., Heinz V. 2014. Overview of Pulsed Electric Fields Processing for Food. *Emerging Technologies for Food Processing*. 6. 93-114.
48. Tomczuk K., Maćkiw E., Rzewuska K. 2009. Wpływ wysokich ciśnień na przeżywalność drobnoustrojów. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*. 3. 591-599.
49. Wiktor A., Czyżewski J., Hankus M., Wojnowski M., Witrowa-Rajchert D. 2016. Zastosowanie pulsacyjnego światła w technologii żywności: przegląd literatury. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. 586. 79-88.

## UNCONVENTIONAL METHODS FOR THE PRESERVATION OF MEAT PRODUCTS AND THEIR IMPACT ON HUMAN HEALTH AND THE ENVIRONMENT

### Summary

*The purpose of food preservation is to prolong shelf life and shelf life and to keep the product unchanged. People have for centuries perfected various preservation techniques to find the perfect methods to ensure microbiological safety of food while maintaining nutritional value and taste values. Currently, promising methods for fixing meat products include: high pressure technology, ultrasound, pulsating electric and magnetic fields, pulsating light flux and low-temperature plasma. These methods not only make it possible to obtain food with a long shelf life, safe for health and without preservatives, but also are safer for the natural environment compared to traditional methods.*

**Key words:** unconventional fixation methods, meat, health, environment