

DOROTA PIETRZAK

PERSPEKTYWY STOSOWANIA WYSOKICH CIŚNIEŃ W PRODUKCJI ŻYWNOŚCI WYGODNEJ Z MIĘSA DROBIOWEGO

Streszczenie

Zmieniające się preferencje konsumentów stanowią główną przyczynę poszukiwania przez naukowców oraz producentów żywności nowych koncepcji i kierunków rozwoju produktów. W pracy przedstawiono możliwości zastosowania technologii wysokich ciśnień w produkcji żywności wygodnej z mięsa drobiowego w celu zagwarantowania jej bezpieczeństwa i wysokiej jakości. W przypadku wyrobów mięsnych typu żywność wygodna, metoda utrwalania polegająca na działaniu wysokiego ciśnienia hydrostatycznego wydaje się interesującym sposobem wydłużenia okresu ich przydatności do spożycia, dotyczy to zwłaszcza szczelnie zapakowanych produktów, które mogą być wtórnie zanieczyszczone podczas porcjowania lub plasterkowania. Na skutek niewłaściwej obróbki technologicznej, zanieczyszczeń krzyżowych lub nieprawidłowego przechowywania w produktach tego typu, zwłaszcza z mięsa drobiowego, mogą rozwijać się drobnoustroje chorobotwórcze, które są groźne szczególnie dla ludzi o obniżonej odporności, dzieci, osób starszych i kobiet w ciąży. Wysokie ciśnienia mogą być wykorzystane do inaktywacji tych niebezpiecznych dla człowieka mikroorganizmów.

Słowa kluczowe: wysokie ciśnienia, żywność wygodna, jakość, trwałość

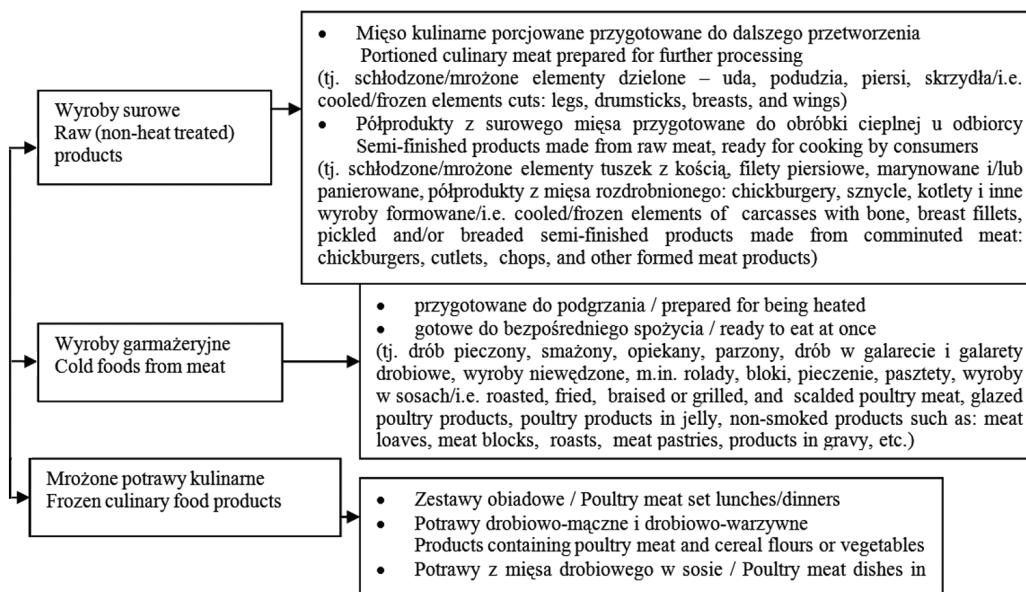
Wprowadzenie

W Polsce rynek żywności wygodnej (convenience food) należy do dynamicznych i innowacyjnych segmentów przetwórstwa spożywczego, na którym znaczącą pozycję zajmują przetwory z mięsa drobiowego. Współczesny konsument poszukuje produktów bezpiecznych dla zdrowia, o wysokiej wartości odżywczej, wygodnych w przygotowaniu i równocześnie łatwych w przechowywaniu. Oczekuje on, że zastosowane metody przetwarzania i utrwalania nie wywołają w produkcie większych zmian sensorycznych, natomiast znacznie poprawią czystość mikrobiologiczną, a tym samym bezpieczeństwo oraz wydłużą jego trwałość.

Chcąc spełnić oczekiwania konsumentów, producenci muszą sprostać nowym wyzwaniom, polegającym na kreowaniu i oferowaniu coraz bardziej atrakcyjnych wyrobów. Ciągłe unowocześnia się tradycyjne oraz poszukuje nowych sposobów utrwalania żywności. Do takich sposobów należy metoda polegająca na działaniu wysokiego ciśnienia hydrostatycznego, będąca alternatywą lub uzupełnieniem konwencjonalnych zabiegów termicznych. Według wielu autorów wysokie ciśnienia można wykorzystać do utrwalania zapakowanej próżniowo żywności wygodnej z mięsa drobiowego, otrzymując produkty o gwarantowanej jakości i dłuższym terminie przydatności do spożycia [1, 19, 21, 25, 26].

Rynek żywności wygodnej z mięsa drobiowego w Polsce

Do żywności wygodnej można zaliczyć wiele przetworów z mięsa drobiowego (rys. 1). Są to zarówno wyroby o dużym stopniu przetworzenia, jak i mało przetworzone produkty do szybkiego spożycia, porcjowane i pakowane w sposób dogodny dla konsumenta.



Rys. 1. Przykłady żywności wygodnej z mięsa drobiowego.

Fig. 1. Examples of convenience foods made from poultry meat.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [8, 9, 28, 29].

Source: the author's own study based on: [8, 9, 28, 29].

W krajach wysoko rozwiniętych od kilkudziesięciu lat obserwowana jest tendencja do zastępowania posiłków przygotowywanych według tradycyjnych przepisów w domu przez żywność wygodną, kupowaną w formie produktów do szybkiego, sa-

modzielnego przyrządzenia i/lub gotowe posiłki serwowane w barach szybkiej obsługi. W Polsce żywność wygodna jeszcze do niedawna była kupowana głównie przez ludzi o wysokich dochodach, mieszkających w dużych miastach. Najczęściej były to wyroby, w których mięso drobiowe stosowane było w niewielkiej ilości, tj.: pizza, pierogi, fasolka po bretońsku, pulpety, klopsy i hamburgery [31]. Badania przeprowadzone w 2004 r. przez Nowaka i Trziszkę [20] wykazały, że wśród osób przeciętnie zarabiających zdecydowana większość respondentów (93 %) nie wykazywała zainteresowania zakupem żywności wygodnej wytwarzanej z mięsa drobiowego, ponadto tylko 18 % badanych deklarowało chęć spożycia posiłku możliwie szybko poza domem. Jednak, jak podaje Górska-Warsewicz [8], w ostatnich latach obserwowany jest wzrost znaczenia żywności wygodnej z punktu widzenia konsumenta, dystrybutora oraz producenta. Polacy coraz częściej wybierają produkty wygodne, głównie ze względu na brak czasu spowodowany zmianą stylu życia oraz wzrostem aktywności zawodowej kobiet. Stosowanie takich produktów pozwala na maksymalne skrócenie czasu przygotowywania posiłku. Istotnym czynnikiem zwiększenia popytu na żywność wygodną jest również większa liczba gospodarstw jedno- i dwuosobowych. Według Kociszewskiego [12], w ciągu najbliższych lat produkcja żywności wygodnej w Polsce będzie się intensywnie rozwijała. Wartość rynku dań gotowych już wkrótce może przekroczyć 1 mld zł. Żywność wygodna najczęściej kupowana jest w dużych centrach handlowych. Jest ona również powszechnie wykorzystywana w zakładach gastronomicznych (55 - 60 %).

W przypadku żywności wygodnej z mięsa drobiowego rozwój produkcji nastąpił w Polsce dopiero na przełomie XX i XXI wieku. Jednak obserwując rynek przetworów drobiowych innych krajów europejskich, należy sądzić, że jest to właściwy kierunek wykorzystania tego surowca, który będzie cieszył się coraz większym zainteresowaniem konsumentów [31]. Każdego roku pojawia się wiele różnych wygodnych przetworów mięsnych, część stanowi całkowitą nowość, zaś część jest modyfikacją wyrobów już istniejących. Zdaniem Makały i Olkiewicza [15] przy ich opracowywaniu powinno się bardziej odważnie korzystać ze zdobyczy nauki o mięsie i technologii, szerzej uwzględniać proponowane przez specjalistów trendy żywieniowe, wygodę i oczekiwania konsumentów oraz próbować zadowolić specyficzne grupy konsumentów, np. ludzi starszych, dzieci oraz ludzi o specjalnych wymaganiach dietetycznych.

Czynniki wpływające na jakość żywności wygodnej z mięsa drobiowego

Zagadnieniem istotnym dla konsumentów żywności wygodnej jest jej jakość, pod którą rozumie się zarówno wrażenia sensoryczne, jak też zdrowotność oraz dyspozycyjność. Wyroby oferowane na rynku powinny spełniać określone wymagania odnośnie właściwości sensorycznych i składu chemicznego, zawarte w dokumentach zakładowych, a także wymagania mikrobiologiczne, dotyczące higieny procesu produkcji i bezpieczeństwa zdrowotnego [30]. Do podstawowych czynników kształtujących ja-

kość żywności wygodnej z mięsa drobiowego zalicza się: jakość surowców, stosowane technologie przetwórcze oraz warunki produkcji i przechowywania, decydujące o ewentualnych zanieczyszczeniach wtórnych. Niektóre etapy produkcji sprzyjają namnażaniu się mikroflory, m.in. wycinanie mięśni, odkostnianie, rozdrabnianie, kutowanie, mieszanie farszu. Stosowana w końcowym etapie obróbka termiczna w znacznym stopniu ogranicza w produktach rozwój większości bakterii wegetatywnych, jednak nie zapewnia ich jałowości ze względu na możliwość rozwoju mikroorganizmów przetrwalnikujących lub ciepłoopornych [9, 13, 23]. Po obróbce termicznej produkt powinien być jak najszybciej schłodzony, dotyczy to w szczególności wyrobów parzonych.

Jednym z podstawowych problemów w produkcji wyrobów garmazeryjnych z mięsa drobiowego jest intensywność zmian oksydacyjnych lipidów, które prowadzą do powstawania w tych produktach niekorzystnego posmaku, określanego mianem jełkiego, starego, zleżałego lub odgrzewanego mięsa (WOF – warmed over flavours). Zmiany te zachodzą niekiedy już po 48 h od wytworzenia. W celu ich zahamowania do przetworów z mięsa drobiowego dodaje się przeciwutleniacze, ponadto są one pakowane próżniowo lub w atmosferze gazów obojętnych [2, 9].

W produkcji żywności wygodnej z mięsa drobiowego, podobnie jak w przypadku innych produktów spożywczych, dąży się do złagodzenia parametrów obróbki termicznej, spełniając wymagania konsumentów preferujących żywność niskoprzetworzoną, nie poddawaną działaniu wysokiej temperatury, która obniża walory odżywcze. Ponadto, konieczność ponownej obróbki cieplnej niektórych przetworów przed ich spożyciem i powodowane tym zabiegiem niekorzystne zmiany sensoryczne w mięsie zmuszają producentów do poszukiwania rozwiązań alternatywnych, np. stosowania krótkotrwałego podsmażania przetworów i pozostawienie dokończenia tego procesu konsumentowi bądź też całkowite zrezygnowanie z obróbki cieplnej [9]. Ograniczenie dawki cieplnej minimalizuje niekorzystne zmiany w produkcie, ale jednocześnie zwiększa ryzyko i niepewność bezpieczeństwa wytworzonej żywności. Konieczne są więc dodatkowe zabiegi bez udziału ciepła lub przy jego niewielkich dawkach, np. obróbka wysokim ciśnieniem, aby to ryzyko było jak najmniejsze, [19, 21].

Na jakość wytworzonego produktu w dużym stopniu wpływają również sposób i warunki pakowania oraz przechowywania. Zagrożenia mogą stanowić poprodukcyjne, wtórne zanieczyszczenia żywności spowodowane kontaktem z personelem produkcyjnym, bądź handlowym, zanieczyszczonymi urządzeniami, maszynami oraz powierzchniami składowymi i przechowalniczymi. Bardzo często dochodzi do nich podczas porcjowania, plasterkowania oraz pakowania produktów gotowych [7, 22].

Zagrożenia związane ze spożyciem żywności wygodnej z mięsa drobiowego

Mięso drobiowe zwykle zawiera więcej drobnoustrojów niż mięso innych zwierząt rzeźnych. Wśród wielu bakterii izolowanych z tuszek drobiowych istotny problem stanowią te, które powodują zatrucia pokarmowe u ludzi (tab. 1). W Polsce przez wiele lat bakterie z rodzaju *Salmonella* (głównie *S. enteritidis*) były dominującym czynnikiem będącym przyczyną zatruc pokarmowych, najczęściej po spożyciu produktów drobiowych (mięso i jaja). W latach 90. ubiegłego wieku nastąpiło jednak wyraźne zmniejszenie liczby zatruc wywoływanych przez te bakterie. Jak wynika ze statystyk PZH, w 2007 r. odsetek zakażeń wywoływanych przez pałeczki *Salmonella*, podobnie jak w krajach Europy Zachodniej, spadł do wartości poniżej 40 %. Jednocześnie wzrosła liczba zatruc pokarmowych spowodowanych przez inne mikroorganizmy, tj.: *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* oraz *Yersinia enterocolitica*, które są szczególnie groźne dla ludzi o obniżonej odporności, dzieci, osób starszych i kobiet w ciąży. Od 2002 r. zachorowania wywoływane przez *Campylobacter spp.* (głównie przez *C. jejuni*) są obowiązkowo zgłaszane w ramach systemu nadzoru nad chorobami zakaźnymi. W Polsce liczba rozpoznawanych i zgłaszanych przypadków kamylobakteriozy powiększa się z każdym rokiem [3]. Badania epidemiologiczne wskazują, że 80 % sporadycznych przypadków tej choroby powstaje w wyniku spożycia zainfekowanego pałeczkami pożywienia pochodzenia zwierzęcego, głównie nieodpowiednio przygotowanego mięsa drobiowego [22, 32].

Inną groźną chorobą pochodzenia pokarmowego jest listerioza, wywoływana przez Gram dodatnie pałeczki *Listeria monocytogenes*, które mają bardzo szerokie spektrum działania. W procesie obróbki termicznej, takiej jak gotowanie, bakterie te giną i żywność jest bezpieczna. Mogą one jednak przetrwać krótkotrwałą pasteryzację i mrożenie, łatwo uodporniają się na podprogowe dawki konserwantów i środków myjących. Bardzo często źródłem bakterii są mięsne produkty typu „ready to eat” (niewłaściwie odgrzewane i/lub przechowywane) takie, jak pasztety czy hot dogi. Istotne zagrożenie stanowią wtórne zanieczyszczenia bakteriami *Listeria monocytogenes* gotowych produktów z mięsa drobiowego, występujące przy porcjowaniu i pakowaniu, zwłaszcza podczas późniejszego ich przechowywania w stanie schłodzonym. Dawka infekcyjna bakterii nie jest znana i prawdopodobnie różni się zależnie od szczepu oraz indywidualnej odporności organizmu gospodarza. Do ciężkich przypadków listeriozy zalicza się: objawy posocznicy, zapalenie opon mózgowych oraz wewnątrzmaciczne infekcje u ciężarnych kobiet [9, 18, 21, 22].

Zatrucia i zachorowania związane ze spożyciem żywności wygodnej występują na całym świecie, najczęściej dotyczą produktów gotowych do bezpośredniego spożycia lub wymagających przed konsumpcją tylko podgrzania. Nawet kraje o najwyższych standardach higieniczno-sanitarnych borykają się z problemem zatruc pokarmowych. Szacuje się, że w USA prawie 70 % tych schorzeń wiąże się ze spożywaniem goto-

wych posiłków, oferowanych przez firmy gastronomiczne. Niebagatelny wpływ na etiologię zatruc pokarmowych ma również sposób odżywiania. Wzrost spożycia mięsa drobiowego w USA spowodował, że najczęstszą przyczyną bakteryjnych schorzeń przewodu pokarmowego w tym kraju nie są już pałeczki *Salmonella*, ale *Campylobacter jejuni* [4]. Podobnie przedstawia się sytuacja w krajach Unii Europejskiej – zatrucia pokarmowe są najczęściej powodowane przez spożycie żywności zainfekowanej bakteriami *Campylobacter* i *Salmonella*, w 2005 r. było to odpowiednio 51,6 % oraz 38,2 % przypadków na 100 000 ludzi [1, 22].

Badania mikrobiologiczne wyrobów garmazeryjnych (tj. mięso mielone, hamburgery, befsztyk tatarski, galarety) dostępnych na polskim rynku, przeprowadzone pod koniec lat 90. XX w., wskazywały, że często były one zanieczyszczone przez pałeczki *Salmonella* i gronkowce koagulazododatnie, przez co mogły powodować zatrucia pokarmowe. Sytuacja ta uległa jednak poprawie. Według Ołtuszak-Walczak [23], która w 2004 r. badała jakość mikrobiologiczną wybranych wyrobów garmazeryjnych (m.in. pierogów z mięsem i pasztetów), wskaźniki stanu sanitarnego tych wyrobów były co prawda na niskim poziomie, jednak większość produktów spełniała wymagania norm w tym zakresie – nie stwierdzono w nich obecności pałeczek *Salmonella* oraz gronkowców chorobotwórczych. Również Kordowska-Wiater i Łukasiewicz [13], na podstawie przeprowadzonych badań mikrobiologicznych, stwierdziły, że pasztety z mięsa i podrobów dużych zwierząt rzeźnych oraz z drobiu (w sumie 20 próbek), wyprodukowane przez krajowe zakłady przemysłu mięsnego, były bezpieczne dla zdrowia konsumentów. Autorki wykazały natomiast, że próżniowe pakowanie pasztetów sprzyjało rozwojowi bakterii fermentacji mlekowej, co mogło wynikać z niskiego poziomu higieny podczas tego procesu.

Według Leszczyńskiej-Fik i Fika [14], pakowanie próżniowe może chronić przed rozwojem psychrotrofowych drobnoustrojów jedynie wyroby o wysokiej jakości mikrobiologicznej, wyprodukowane w warunkach niepozwalających na wtórne ich zanieczyszczenie. W czasie przechowywania w warunkach chłodniczych próżniowo pakowanych przetworów mięsnych, w wyniku zahamowania rozwoju tlenowej mikroflory, rozwijać się mogą względnie beztlenowe drobnoustroje psychrotrofowe, w tym przede wszystkim bakterie fermentacji mlekowej oraz drobnoustroje chorobotwórcze.

Na rynku mięsa i jego przetworów udział produktów sprzedawanych w opakowaniach jednostkowych w samoobsługowych placówkach handlowych wynosić będzie niebawem 50 %. Chcąc sprostać wymaganiom rynku, producenci muszą zapewnić bezpieczeństwo mikrobiologiczne takich wyrobów, z drugiej strony należy oczekiwać, że rynek będzie żądał również wydłużenia ich trwałości. Bardziej wrażliwe na niekorzystne zmiany produkty (m.in. żywność wygodna z mięsa drobiowego), rzadko mają okres przydatności do spożycia dłuższy niż 10 dni i to pod warunkiem przechowywania ich w temperaturze wynoszącej maksymalnie +2 °C [5]. Przemysł oferuje często

wyroby zapakowane próżniowo i dodatkowo „repasteryzowane”, które odznaczają się dłuższą trwałością. W ich przypadku mikroflora pochodząca z ewentualnych innych źródeł zanieczyszczenia jest skutecznie eliminowana w trakcie powtórnej obróbki termicznej, jednak wymaga to większego nakładu pracy i równocześnie następuje pogorszenie jakości sensorycznej oraz obniżenie wartości odżywczej [9]. Mor-Mur i Yuste [19] proponują, żeby zamiast powtórnego ogrzewania przetworów mięsnych zastosować obróbkę wysokim ciśnieniem, dzięki czemu można uzyskać produkt w pełni bezpieczny pod względem mikrobiologicznym, o przedłużonej trwałości, bez istotnego wpływu na jakość sensoryczną i wartość odżywczą.

Zastosowanie wysokich ciśnień w produkcji żywności wygodnej z mięsa drobiowego

Technologia wysokich ciśnień (w skrócie HPP – High Pressure Processing) jest stosowana na skalę przemysłową w wielu krajach, najczęściej w celu przedłużenia trwałości żywności na skutek redukcji liczby drobnoustrojów czy aktywności enzymów. Może być również wykorzystana do modyfikowania właściwości funkcjonalnych poszczególnych składników surowca i gotowego produktu, a tym samym kreowania nowych właściwości reologicznych, głównie teksturalnych [7, 19]. W przemyśle mięsnym po raz pierwszy zastosowano wysokie ciśnienia w Hiszpanii. Firma Esteban Espuna od 1998 r. produkuje szynkę gotowaną poddawaną HPP, co pozwoliło na przedłużenie okresu trwałości przechowalniczej do 60 dni, przy zachowaniu łańcucha chłodniczego, a w 2002 r. wprowadziła na rynek ciśnieniowane regionalne tapas (drobne przekąski), które od niedawna można kupić również w polskich sklepach. Oprócz Hiszpanii, także w USA, Australii, Japonii, Niemczech, Francji oraz we Włoszech za pomocą tej metody utrwalane są różne przetwory mięsne, m.in. żywność wygodna z mięsa drobiowego. Według Hiszpańskiej Agencji Bezpiecznego Żywności (AESAs) zastosowanie ciśnienia 400 - 500 MPa jest wystarczające, aby spełnić kryteria bezpieczeństwa żywności wygodnej przeznaczonej do bezpośredniego spożycia [1, 7, 21].

Metoda wysokich ciśnień może być stosowana do szerokiego asortymentu żywności wygodnej z mięsa drobiowego, a szczególnie do zapakowanych próżniowo wyrobów, które mogą być wtórnie zanieczyszczone podczas porcjowania lub plasterkowania [19]. Dzięki zastosowaniu wysokiego ciśnienia, jako alternatywnej metody pasteryzacji, można w istotny sposób ograniczyć termiczne oddziaływanie na produkt, ponieważ nie powstaje gradient temperatury pomiędzy warstwą powierzchniową a warstwami wewnętrznymi produktu. Podczas szybkiego wzrostu ciśnienia uzyskuje się niemal równomierny rozkład temperatury, nawet w produktach o dużej objętości. Należy jednak pamiętać o tym, że w wyniku działania wysokich ciśnień temperatura produktu wzrasta, w przypadku przetworów mięsnych średnio o ok. 3 - 7 °C na

100 MPa, co ma istotne konsekwencje w zakresie sterowania przebiegiem procesu [1]. W celu opracowania warunków prowadzenia procesu ciśnieniowania trzeba uwzględnić następujące parametry procesu: temperaturę początkową, czas niezbędny do osiągnięcia pożądanego ciśnienia, temperaturę procesu, wysokość i czas działania ciśnienia (czas liczony od zakończenia kompresji do momentu rozpoczęcia dekompresji), czas dekompresji oraz pH i aktywność wody.

Najważniejszym efektem stosowania wysokich ciśnień w przemyśle mięsnym jest inaktywacja drobnoustrojów oraz modyfikowanie właściwości funkcjonalnych niektórych składników mięsa. Pod wpływem działania wysokiego ciśnienia związki o małej masie cząsteczkowej, wśród nich substancje zapachowe, barwniki lub biologicznie aktywne cząsteczki, w tym witaminy, pozostają nienaruszone. Z kolei zmiany w strukturze innych składników, m.in. w białkach, w tym enzymatycznych, w niektórych przypadkach mogą ograniczać przydatność tej metody jako procesu łagodnego przetwarzania żywności, natomiast w innych efekt ten może być korzystny w kształtowaniu pożądaných właściwości produktów spożywczych [21]. Wysokie ciśnienie poprawia zdolność białek do żelowania oraz wiązania wody w produktach mięsnych, jednak zmiany barwy oraz zwiększenie szybkości utleniania lipidów mięsa powodowane przez ciśnienie mogą ograniczać zastosowanie tej metody w przypadku mięsa surowego przeznaczonego do bezpośredniej sprzedaży. Z drugiej strony zastosowanie wysokiego ciśnienia z innymi procesami, tj.: pakowanie próżniowe, łagodne ogrzewanie oraz przechowywanie w warunkach chłodniczych, może przedłużać trwałość mięsa i jego produktów oraz umożliwia otrzymywanie produktów o nowych cechach sensorycznych [17, 19].

W pełni udokumentowano, że HPP działa bardzo skutecznie przeciwko drobnoustrojom wegetatywnym, lecz mniej skutecznie przeciwko przetrwalnikom. Bakterie Gram dodatnie i komórki znajdujące się w stacjonarnej fazie wzrostu są bardziej odporne na oddziaływanie niekorzystnych czynników, w tym wysokiego ciśnienia niż bakterie Gram ujemne i komórki będące w logarytmicznej fazie wzrostu. Stopień inaktywacji mikroorganizmów pod wpływem wysokiego ciśnienia zależy również od parametrów prowadzonego procesu (ciśnienie, temperatura, czas) oraz pH i składu chemicznego środowiska, w którym znajdują się drobnoustroje. W piśmiennictwie podkreślana jest szczególnie skuteczność stosowania HPP jako procesu zapewniającego eliminację z mięsa i jego produktów bakterii z rodzaju *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, a także *Aeromonas hydrophila* [1, 6, 7, 11, 32]. W tab. 1. przedstawiono wysokości ciśnienia potrzebnego do zmniejszenia o 5 cykli logarytmicznych liczby bakterii stanowiących najczęstszą przyczynę zatruc pokarmowych występujących u ludzi po spożyciu produktów drobiowych.

Metoda wysokich ciśnień, mimo swych niewątpliwych zalet (rys. 2), aprobacji prawnej i przychylniej opinii Komitetu Naukowego Komisji Europejskiej ds. Żywności

(SCF – Scientific Committee on Food) nie jest jeszcze stosowana w Polsce na skalę przemysłową. Głównym powodem są ograniczenia natury technicznej i ekonomicznej oraz istniejące wątpliwości, w tym również samych naukowców, dotyczące szczególnie wpływu HPP na barwę i lipidy mięsa. Wyniki niektórych badań świadczą o przyspieszeniu utleniania tłuszczu w produktach mięsnych poddawanych działaniu ciśnienia powyżej 400 MPa [2].

Tabela 1

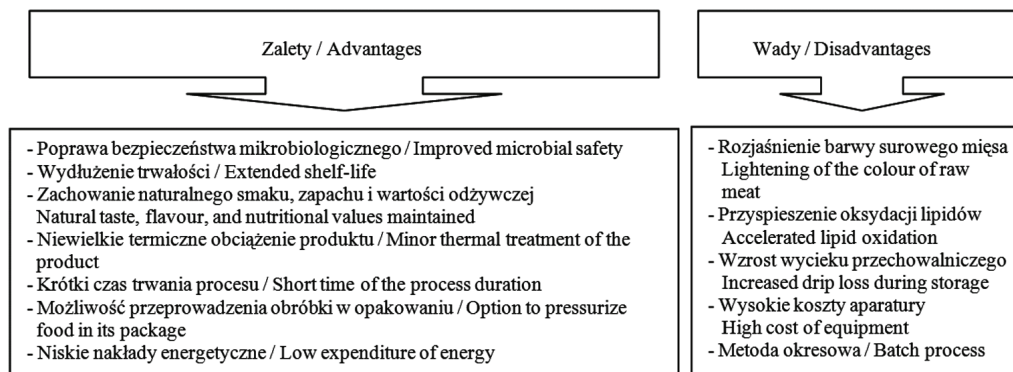
Wysokość ciśnienia potrzebnego do zmniejszenia liczby wybranych drobnoustrojów patogennych o 5 cykli logarytmicznych.

Pressure values necessary to reduce counts of selected pathogenic micro-organisms by 5 log cycles.

Drobnoustroje Micro-organisms	Ciśnienie Pressure [MPa]
<i>Yersinia enterocolitica</i>	275
<i>Aeromonas hydrophila</i>	300
<i>Salmonella typhimurium</i>	350
<i>Listeria monocytogenes</i>	375
<i>Salmonella enteritidis</i>	450
<i>Campylobacter jejuni</i>	500
<i>Escherichia coli O157:H7</i>	680
<i>Staphylococcus aureus</i>	700

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6, 24, 32]

Source: the author's own study based on [6, 24, 32]



Rys. 2. Zalety i wady stosowania wysokich ciśnień w przemyśle mięsnym i drobiarskim.

Fig. 2. Advantages and disadvantages of using high pressure technology in meat and poultry industries.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1, 7, 17, 19].

Source: the author's own study based on [1, 7, 17, 19].

W Zakładzie Technologii Mięsa SGGW w Warszawie od kilku lat realizowane są badania przy współpracy z Instytutem Wysokich Ciśnień PAN dotyczące wpływu wysokich ciśnień na właściwości i trwałość zapakowanych próżniowo przetworów mięsnych. Z dotychczasowych badań wynika, że stosując odpowiednie parametry obróbki wysokociśnieniowej można poprawić bezpieczeństwo, jakość i trwałość przechowywalną wędzonek wieprzowych (gotowanych i surowych) oraz drobiowych wyrobów garmazeryjnych [10, 25, 26, 27]. Zastosowanie wysokiego ciśnienia okazało się skutecznym sposobem przedłużenia trwałości zapakowanych próżniowo pasztetów produkowanych z udziałem mięsa drobiowego odzyskanego mechanicznie (do 8 tygodni) oraz panierowanych hamburgerów drobiowych (do 3 tygodni). W pasztetach poddanych HPP (500 MPa, 15 min, 20 °C) stwierdzono całkowite zahamowanie rozwoju bakterii psychrotrofowych i kwaszących oraz znaczną redukcję bakterii mezofilnych. Negatywnym efektem działania wysokiego ciśnienia był wzrost wartości wskaźnika TBA, świadczącego o przyspieszeniu zmian oksydacyjnych w tłuszczach, szczególnie po 8 tygodniach przechowywania pasztetów w warunkach chłodniczych. Mimo to w ocenie sensorycznej wyroby ciśnieniowane uzyskały znacznie wyższe noty za barwę, zapach oraz ogólną pożądalność w porównaniu z próbkami kontrolnymi [26]. Również w panierowanych hamburgerach drobiowych poddanych działaniu wysokiego ciśnienia (500 MPa, 10 min, 10 °C) nastąpiło całkowite zahamowanie rozwoju bakterii psychrotrofowych oraz znaczna redukcja bakterii mezofilnych i kwaszących, w porównaniu z produktami kontrolnymi. Zastosowanie wysokiego ciśnienia nie wpłynęło w istotny sposób na barwę i teksturę hamburgerów, natomiast wartości wskaźnika TBA oznaczone w wyrobach ciśnieniowanych były również wyższe niż w hamburgerach kontrolnych [25].

Większe tempo utleniania lipidów w ciśnieniowanych (400, 600 i 800 MPa, 2 min, 0 °C) przetworach mięsnych, w stosunku do wyrobów kontrolnych, stwierdził także Fischer [5]. Jednak proces ten nie był na tyle intensywny, aby niekorzystne zmiany mogły być wyczuwalne sensorycznie. Utlenianiu lipidów można zapobiegać poprzez dodatek naturalnych przeciwutleniaczy, np. ekstraktu z rozmarynu. Do wyrobów garmazeryjnych można również stosować inne przyprawy, m.in. tymianek i szalwię, które cechują się właściwościami przeciwutleniającymi. W celu ograniczenia niepożądanych efektów ubocznych wskazane wydaje się również prowadzenie badań nad optymalizacją parametrów ciśnieniowania, które należy dostosować do składu przetworu mięsnego oraz technologii produkcji [2, 5].

Wysokie ciśnienia najczęściej są wykorzystywane do utrwalania żywności o kwaśnym odczynie, m.in. soków owocowych i dżemów. W takich produktach, nawet przy zastosowaniu stosunkowo łagodnych warunków ciśnieniowania, drożdże, pleśnie i wegetatywne formy bakterii mogą zostać inaktywowane lub ich liczbę można znacznie zredukować. Przetwory mięsne mają jednak o wiele wyższe pH. Prowadzone są

badania nad możliwością wykorzystania połączonego działania wysokiego ciśnienia z innymi czynnikami przeciwdrobnoustrojowymi, m.in. z bakteriocynami, lizozymem, dwutlenkiem węgla bądź promieniowaniem jonizującym, aby złagodzić parametry HPP (w celu ograniczenia niepożądanych zmian – szczególnie w tłuszczach) [16].

Podsumowanie

Technologia wysokich ciśnień może być stosowana w celu utrwalania żywności wygodnej z mięsa drobiowego, w tym również minimalnie przetworzonej, wolnej od chemicznych konserwantów. Jednak ze względu na nadal dość wysokie koszty wprowadzenia jej do przemysłu, produktami poddawanymi takiej obróbce będą raczej te o wysokiej wartości, w przypadku których konsument na pierwszym miejscu nie będzie stawiał ceny, lecz ich szczególną wartość zdrowotną czy sensoryczną. Technologia wysokich ciśnień może mieć duże znaczenie przy opracowywaniu nowych produktów, gdyż w wyniku jej zastosowania można uzyskać takie efekty, których nie osiągnie się stosując inne metody, np. termiczne, m.in. możliwość modyfikowania białek, co jest szczególnie ważne w przemyśle mięsny i drobiarskim. Wobec wzrastającej świadomości konsumentów w odniesieniu do jakości produktów spożywczych, wprowadzenie wysokich ciśnień do polskiego przemysłu mogłoby stanowić dla producentów żywności interesujące wyzwanie.

Literatura

- [1] Aymerich T., Picouet P.A., Monfort J.M.: Decontamination technologies for meat products. *Meat Sci.*, 2008, **78**, 114-129.
- [2] Beltran E., Pla R., Yuste J., Mor-Mur M.: Use of antioxidants to minimize rancidity in pressurized and cooked chicken slurries. *Meat Sci.*, 2004, **66**, 719-725.
- [3] Czarkowski M., Zieliński A., Rosińska M.: Zachorowania na choroby zakaźne. W: Sytuacja zdrowotna ludności Polski – pod red. B. Wojtyniaka i P. Goryńskiego. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – PZH, Warszawa 2008, ss. 147-151.
- [4] Deming M.S., Tauxe R.V., Blake P.A., Dixon S.E., Fowler B.S., Jones T.S., Lockamy E.A., Patton C.M., Sikes R.O.: *Campylobacter enteritis* at a university: transmission from eating chicken and from cats. *Am. J. Epidemiol.*, 1987, **126**, 526-534.
- [5] Fischer S.: Fleischforschung und Entwicklung Hochdruckbehandlung von Fleischerzeugnissen. *Fleischwirt.*, 2007, **88** (7), 88-91.
- [6] Fonberg-Broczek M., Windyga B., Szczawiński J., Szczawińska M., Pietrzak D., Prestamo G.: High pressure processing for food safety. *Acta Biochimica Polonica*, 2005, **52**, 721-724.
- [7] Garriga M., Grèbol N., Aymerich M.T., Monfort J.M., Hugas M.: Microbial inactivation after high-pressure processing at 600 MPa in commercial meat products over its shelf life. *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.*, 2004, **5**, 451-457.
- [8] Górska-Warsewicz H.: Żywność wygodna w sektorze mięsny. *Przem. Spoż.*, 2007, **4**, 36-38.
- [9] Grabowski T., Kijowski J.: Technologia przetworów drobiowych. W: Mięso i przetwory drobiowe – pod red. T. Grabowskiego i J. Kijowskiego. WNT, Warszawa 2004, ss. 328-334, 342-357.

- [10] Hać-Szymańczuk E., Mroczek J., Tworzydłak S., Stolpe B.: Wpływ wysokiego ciśnienia na wybrane cechy jakościowe polędwicy sopockiej i surowej polędwicy wędzonej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4 (45)**, 42-51.
- [11] Hayman M.M., Baxter I., O'riordan P.J., Stewart C.M.: Effects of high-pressure processing on the safety, quality and shelf life of read-to-eat meats. *J. Food Prot.*, 2004, **67**, 1709-1718.
- [12] Kociszewski M.: Rynek żywności wygodnej w Polsce. *Przem. Spoż.*, 2007, **10**, 24-29.
- [13] Kordowska-Wiater M., Łukasiewicz B.: Wpływ sposobu pakowania na jakość mikrobiologiczną pasztetów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2 (43)**, 84-94.
- [14] Leszczyńska-Fik A., Fik M.: Jakość mikrobiologiczna próżniowo pakowanych wędlin plasterkowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **4 (33)**, 52-60.
- [15] Makala H., Olkiewicz M.: Zasady opracowania nowych produktów z uwzględnieniem oczekiwań konsumentów, na przykładzie mięsa i jego przetworów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1 (38)**, 120-133.
- [16] Malinowska-Pańczyk E., Kołodziejska I.: Wpływ połączonego działania wysokiego ciśnienia i innych czynników na mikroorganizmy. *Med. Wet.*, 2007, **63**, 515-518.
- [17] Malinowska-Pańczyk E., Kołodziejska I.: Możliwości wykorzystania wysokiego ciśnienia w przemyśle mięsny i rybnym. *Med. Wet.*, 2009, **65**, 455-459.
- [18] Molenda J.: Listerioza – patogenezę, perspektywy bezpieczeństwa żywności. *Med. Wet.*, 2009, **65**, 151-154.
- [19] Mor-Mur M., Yuste J.: High pressure processing applied to cooked sausage manufacture: physical properties and sensory analysis. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 1187-1191.
- [20] Nowak M., Trziszka T.: Preferencje konsumentów żywności wygodnej z mięsa drobiowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2 (47)**, 133-141.
- [21] Norton T., Sun D.-W.: Recent advances in the use of high pressure as an effective processing technique in the food industry. *Food Bioprocess Technol.*, 2008, **1**, 2-34.
- [22] Nørrung B., Buncic S.: Microbial safety of meat in the European Union. *Meat Sci.*, 2008, **78**, 14-24.
- [23] Ołtuszek-Walczak E.: Jakość mikrobiologiczna wybranych produktów garmazeryjnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **1 (46) Supl.**, 80-85.
- [24] Patterson M.F., Quinn M., Simpson R., Gilmour A.: Sensitivity of vegetative pathogens to high hydrostatic pressure treatment in phosphate-buffered saline and foods. *J. Food Prot.*, **58**, 524-529.
- [25] Pietrzak D., Ziarno M., Tyburcy A., Adamczak L., Trejda E., Fonberg-Broczek M.: Effects of high pressure processing on quality of poultry burgers. *Animal Sci.*, 2007, *Proc.* **1**, 110-111.
- [26] Pietrzak D., Mroczek J., Skupiński S., Hać-Szymańczuk E., Fonberg-Broczek M.: Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na jakość zapiekanych pasztetów z udziałem mięsa drobiowego odzyskanego mechanicznie. *Med. Wet.*, 2007, **63**, 870-873.
- [27] Pietrzak D., Fonberg-Broczek M., Mućka A., Windyga B.: Effect of high pressure treatment on the quality of cooked pork ham prepared with different levels of curing ingredients. *High Pressure Res.*, 2007, **27**, 27-31.
- [28] PN-A-86528:1996. Produkty drobiarskie. Wyroby garmazeryjne gotowe z mięsa drobiowego. Wymagania i metody badań.
- [29] PN-A-86529:1998. Produkty drobiarskie. Mrożone potrawy kulinarne z mięsa drobiowego.
- [30] Rozporządzenie (WE) nr 1441/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych. *Dz. Urz. UE L 322*, s. 15-22, z 7.12.2007.
- [31] Słowiński M.: Polski przemysł drobiarski – wczoraj, dziś i jutro. *Mięso i Wędliny*, 2009, **(2)**, 12-15.
- [32] Uradziński J., Jabłońska M., Józwick E.: Inactivation of *Campylobacter jejuni* in poultry meat by means of high-pressure. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 2008, **52**, 93-96.

**PROSPECTS FOR USING HIGH PRESSURE TECHNOLOGIES IN MANUFACTURING
CONVENIENCE FOOD FROM POULTRY MEAT**

S u m m a r y

Changing preferences of consumers are the main reason why scientists and food manufacturers have been searching for new concepts and directions in the food product development. In this paper, the applications were presented of high pressure technology to manufacture convenience food from poultry meat in order to guarantee its safety and high quality. In the case of meat products designated as a convenience food type, the food preservation method using a high hydrostatic pressure seems to be an interesting technique to prolong their shelf life; in particular, this refers to the tightly packed products since the secondary contamination thereof during their portioning or slicing is quite possible. Owing to the improper technological treatment, cross-contaminations, or improper storing, pathogenic micro-organisms can develop in this kind of products, especially in those made from poultry meat. Such pathogens are extremely dangerous for people with a decreased immunity, children, the elderly, and pregnant women. In addition, the high pressure processing can be applied to inactivate those human health threatening pathogens.

Key words: high pressure, convenience food, quality, shelf life ☒

Wydawnictwo Naukowe PTTŻ poleca

NINA BARYŁKO-PIKIELNA, IRENA MATUSZEWSKA

SENSORYCZNE BADANIA ŻYWNOŚCI
Podstawy – Metody – Zastosowania

Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków 2009, ISBN 978-83-924646-9-3, format B5, stron 375, cena 59 zł. Prowadzimy sprzedaż wysyłkową.

Informacje szczegółowe dotyczące zagadnień omawianych w monografii oraz zasady sprzedaży znajdują się na stronie internetowej PTTŻ – www.pttz.org

Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ

31-425 Kraków, Al. 29 Listopada 46

Tel. 12 662-51-61 www.pttz.org e-mail: wnpttz@wp.pl

