

DOROTA PIETRZAK, EWA TREJDA, MAŁGORZATA ZIARNO

WPŁYW WYSOKIEGO CIŚNIENIA NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI ORAZ TRWAŁOŚĆ KOTLECİKÓW Z MIĘSA DROBIOWEGO

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu wysokiego ciśnienia (500 MPa, 10 min, 10 °C) na wybrane właściwości oraz trwałość kotlecików z mięsa drobiowego. Po 24 h od zastosowania wysokiego ciśnienia oraz po 2 i 3 tygodniach przechowywania zapakowanych próżniowo kotlecików w temp. 4 - 6 °C wykonano badania fizyczne, chemiczne i mikrobiologiczne.

Stwierdzono, że dzięki zastosowaniu wysokiego ciśnienia można uzyskać wyższą jakość mikrobiologiczną, a tym samym trwałość zapakowanych próżniowo kotlecików. Po 3 tygodniach przechowywania w temp. 4 - 6 °C, liczba drobnoustrojów mezofilnych, psychrotrofowych i bakterii kwasu mlekowego w kotlecikach poddawanych działaniu wysokiego ciśnienia była o 5 - 6 cykli logarytmicznych mniejsza niż w wyrobach kontrolnych. Jednocześnie zastosowanie wysokiego ciśnienia nie wpłynęło w istotny sposób na ilość wycieku przechowalniczego, teksturę, barwę oraz tempo utleniania lipidów w kotlecikach drobiowych.

Słowa kluczowe: kotleciki drobiowe, żywność wygodna, wysokie ciśnienie, utrwalanie, jakość, trwałość

Wprowadzenie

W Polsce obserwuje się rozwój produkcji żywności wygodnej z mięsa drobiowego, do której zaliczyć można zarówno całe tuszki kurcząt lub elementy poddane obróbce termicznej, jak również wyroby z mięsa drobiowego o różnym stopniu rozdrobnienia (kotlety, sznycle itp.), z nadzieniem lub bez, panierowane lub nie, smażone, pieczone czy grillowane, sprzedawane w opakowaniach jednostkowych, chłodzone lub mrożone, gotowe do spożycia po odgrzaniu w domu [26, 27]. Dla konsumentów żywności wygodnej istotna jest jej jakość, tj. cechy sensoryczne, zdrowotność oraz dyspozycyjność. Na te kryteria, w tym na trwałość żywności, duży wpływ ma metoda utrwalania [10, 27]. Stosowana w przemyśle mięsny i drobiarskim obróbka termiczna w znacznym stopniu ogranicza rozwój większości bakterii wegetatywnych w produk-

Dr inż. D. Pietrzak, mgr inż. E. Trejda, Katedra Technologii Żywności, dr hab. M. Ziarno, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

tach, jednak nie zapewnia ich jałowości ze względu na możliwość rozwoju mikroorganizmów przetrwalnikujących lub ciepłoopornych. Zagrożenie mogą stanowić także poprodukcyjne, wtórne zanieczyszczenia, do których dochodzi najczęściej podczas porcjowania lub pakowania produktów, na skutek nieprzestrzegania zasad higieny przez personel produkcyjny bądź handlowy, poprzez kontakt z zanieczyszczonymi powierzchniami składowymi lub przechowalniczymi. Ponadto 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 chorobotwórcze [8, 29].

W celu zabezpieczenia przetworów mięsnych przed rozwojem niepożądanych drobnoustrojów można zastosować metodę utrwalania, w której zapakowany produkt poddawany jest działaniu wysokiego ciśnienia hydrostatycznego (w skrócie HPP – High Pressure Processing). Metoda ta może być alternatywą lub uzupełnieniem konwencjonalnych zabiegów termicznych. Stopień inaktywacji drobnoustrojów zależy od takich czynników, jak: rodzaj i faza wzrostu mikroorganizmów, parametry procesu (wysokość ciśnienia, temperatura i czas), pH i składniki żywności. Formy wegetatywne drobnoustrojów są bardziej wrażliwe na działanie wysokiego ciśnienia, natomiast przetrwalniki można zniszczyć tylko w fazie kiełkowania lub stosując bardzo wysokie ciśnienie (powyżej 800 MPa) i ewentualnie podwyższoną temperaturę, co jest opisywane w piśmiennictwie. Szczególnie podkreślana jest 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, 2, 4, 11, 28].

Wysokie ciśnienie może być wykorzystywane do szerokiego asortymentu przetworów mięsnych, a szczególnie do zapakowanych próżniowo wyrobów, które mogą być wtórnie zanieczyszczone podczas porcjowania lub pakowania [1, 2, 3, 10]. Oddziaływanie wysokiego ciśnienia na wyroby mięsne i produkty gotowe do spożycia jest dość dobrze poznane. Utrwalanie tą metodą szynki surowo dojrzewających czy parzonych, kiełbas i dań gotowych do spożycia znalazło już szerokie zastosowanie w USA oraz wielu krajach europejskich. Warto podkreślić, że na świecie komory wysokociśnieniowe są już zainstalowane w ponad 150 zakładach przemysłu spożywczego, z czego ok. 30 % to zakłady mięsne. W Polsce, niestety, metoda ta nie jest jeszcze stosowana na skalę przemysłową. W Zakładzie Technologii Mięsa SGGW, w Warszawie, od kilku lat realizowane są badania, przy współpracy z Instytutem Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie, dotyczące wpływu wysokich ciśnień na właściwości i trwałość przetworów mięsnych. Uzyskane dotychczas wyniki wskazują, że stosując odpowiednie parametry HPP można poprawić jakość oraz trwałość przechowalniczą wędzonek wieprzowych, zarówno gotowanych, jak i surowych [4, 5, 14]. Wysokie ciśnienie

nie może być również wykorzystywane do utrwalania żywności wygodnej, szczególnie z rozdrobnionego mięsa drobiowego, co zostało opisane we wcześniejszych artykułach [6, 12, 13, 15]. Stosowanie tej metody w celu zwiększenia trwałości wyrobów mięsnych gotowych do podgrzania (ready to heat) nadal jest jednak ograniczone. Natomiast popyt na tego typu wyroby jest coraz większy. Żywność wygodna z mięsa drobiowego, sprzedawana w postaci schłodzonej, charakteryzuje się krótkim okresem przydatności do spożycia, zwykle poniżej 10 dni. Ponadto, niewłaściwie odgrzewana i/lub przechowywana często jest przyczyną zatruc pokarmowych. Według Mor-Mur i Yuste [10], dzięki zastosowaniu HPP można uzyskać przetwory mięsne w pełni bezpieczne pod względem mikrobiologicznym, o wysokiej wartości odżywczej i przedłużonej trwałości. Jednak niekorzystne zmiany barwy oraz zwiększenie szybkości utleniania lipidów mięsa powodowane przez ciśnienie mogą ograniczać zastosowanie tej metody w przypadku niektórych produktów mięsnych [9, 10, 30].

Celem badań było określenie wpływu wysokiego ciśnienia na wybrane właściwości oraz trwałość zapakowanych próżniowo kotlecików z mięsa drobiowego.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły kotleciki z rozdrobnionego mięsa drobiowego (surowiec do ich produkcji stanowiło mięso z piersi i nóg kurcząt), poddane obróbce termicznej, które kupowano następnego dnia po wytworzeniu bezpośrednio w Zakładach Drobiarsko-Mięsnych „Super-Drob” – oddział produkcyjny w Łodzi. Po przewiezieniu w torbie izotermicznej do Zakładu Technologii Mięsa SGGW w Warszawie kotleciki pakowano próżniowo w folię wielowarstwową przy użyciu pakowarki Multivac, a następnie część z nich poddawano działaniu wysokiego ciśnienia (500 MPa, 10 min, temp. 10 °C), pozostałe stanowiły próbę kontrolną. Proces ciśnieniowania przeprowadzano w Instytucie Wysokich Ciśnień PAN w Warszawie, stosując urządzenie z komorą specjalnie skonstruowaną do utrwalania produktów spożywczych, o objętości około 2000 cm³, która może pracować przy maksymalnym ciśnieniu 900 MPa, w zakresie temperatury od -20 do +80 °C. Jako medium przenoszące ciśnienie zastosowano mieszaninę glikolu z wodą.

Po 24 h od zastosowania wysokiego ciśnienia oraz po 2 i 3 tygodniach przechowywania w temp. 4 - 6 °C wykonywano następujące badania:

- fizyczne – oznaczano wyciek przechowalniczy (kotleciki ważono przed zapakowaniem, a następnie po wyjęciu z opakowania po określonym czasie przechowywania – z różnicy mas wyliczano ilość wycieku), parametry barwy L* a* b* przy użyciu aparatu Minolta CR-200 oraz siłę penetracji przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Zwicky 1120, stosując trzpień cylindryczny płaskościęty o Ø 13 mm,
- chemiczne – oznaczano podstawowy skład chemiczny w celu scharakteryzowania produktu, tj. zawartość wody przez suszenie próbki w temp. 105 °C do ustalenia

- stałej masy, białka metodą Kjeldahla w aparacie firmy Tecator [16], tłuszczu metodą Soxhleta [22] i soli kuchennej metodą Mohra [17] oraz szybkość utleniania lipidów na podstawie zmian zawartości substancji tworzących reakcję barwną z kwasem 2-tiobarbiturowym (wskaźnik TBARS) [25],
- mikrobiologiczne – obejmowały oznaczenie: ogólnej liczby bakterii tlenowych mezofilnych i psychrotrofowych w agarze odżywczym [18], liczby bakterii kwasu mlekowego w podłożu MRS [20], najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii z grupy coli w podłożu z laktozą, żółcią i zielenią brylantową [23] oraz obecności enterokoków w podłożu z azydkiem sodowym i fioletem krystalicznym [19] – badania przeprowadzono w dwóch seriach, liczbę drobnoustrojów wyrażano jako średnią arytmetyczną w postaci jednostek tworzących kolonie w odniesieniu do 1 g produktu [jtk/g].

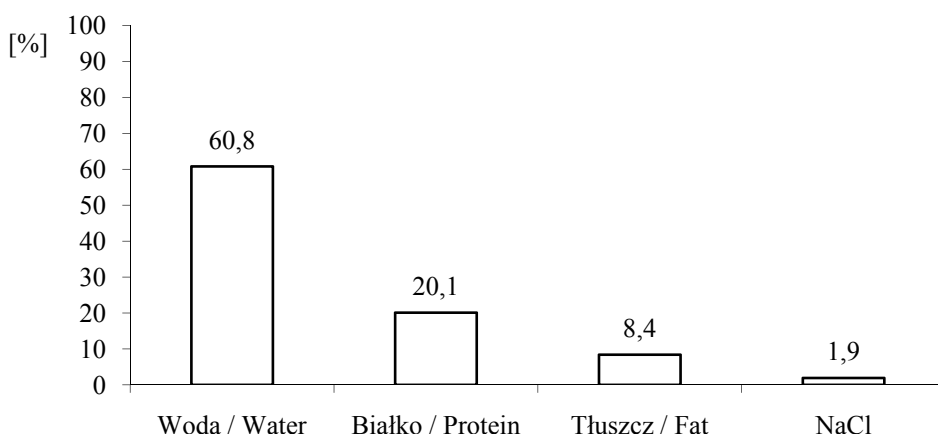
Eksperyment powtórzono czterokrotnie. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, używając programu Statgraphics 4.1 plus, przy zastosowaniu testu t-Studenta oraz jednoczynnikowej analizy wariancji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi badań przeprowadzonych po różnym czasie przechowywania wyrobu szacowano testem Tukey'a.

Wyniki i dyskusja

Podstawowy skład chemiczny kotlecików z mięsa drobiowego przedstawiono na rys. 1. Uzyskane wyniki wskazują, że był on zgodny z wymaganiami Polskiej Normy (która co prawda nie jest obligatoryjna, jednak producenci w dalszym ciągu deklarują zgodność swoich wyrobów z jej wymogami), według której niewędzone wyroby garmażeryjne z mięsa drobiowego powinny zawierać nie więcej niż 15 % tłuszczu i 2,5 % soli kuchennej [21]. Warto zauważyć, że zawartość tych składników w badanych kotlecikach była dużo mniejsza niż maksymalne, dopuszczalne limity podane w PN, co jest bardzo korzystne ze względów zdrowotnych.

Zastosowanie wysokiego ciśnienia nie wpłynęło w istotny sposób na ilość wycieku przechowalniczego w zapakowanych próżniowo kotlecikach z mięsa drobiowego (tab. 1). W miarę upływu czasu przechowywania ilość wycieku w opakowaniu nieznacznie zwiększała się, zarówno w kotlecikach kontrolnych, jak i ciśnieniowanych. Obserwacje te są zgodne z wynikami wcześniejszych badań, w których również nie stwierdzono wpływu wysokich ciśnień (400 i 500 MPa, 10 - 30 min, temp. 10 lub 20 °C) na ilość wycieku przechowalniczego w zapakowanych próżniowo zapiekanych pasztetach produkowanych z udziałem mięsa drobiowego odzyskanego mechanicznie (MDOM) oraz w panierowanych hamburgerach z mięsa drobiowego [12, 13]. Według Cheftel i Culioli [2] zastosowanie wysokich ciśnień powoduje m.in. wiązanie drobno rozdrobnionego farszu mięsnego oraz lepsze utrzymywanie wody dodanej w procesie technologicznym. Farsze takie charakteryzują się bardzo dobrymi cechami mechanicz-

nymi i termostabilnymi. Natomiast w wędzonkach wieprzowych (szynce gotowanej oraz polędwicy surowej i sopockiej) poddanych działaniu wysokich ciśnień (500 i 600 MPa, 10 - 30 min, temp. 10, 20 lub 40 °C) stwierdzono istotnie większą ilość wycieku przechowalniczego w stosunku do wyrobów kontrolnych [5, 14]. Świadczy to o niekorzystnym wpływie wysokich ciśnień na zdolność utrzymywania wody w tego typu wyrobach.



Rys. 1. Skład chemiczny kotlecików z mięsa drobiowego.

Fig. 1. Chemical composition of poultry burgers.

Parametry barwy ($L^*a^*b^*$) kotlecików, które poddawano działaniu wysokiego ciśnienia, kształtowały się na zbliżonym poziomie, jak w wyrobach kontrolnych. Zastosowana metoda utrwalania nie wpłynęła również znacząco na teksturę kotlecików (siłę penetracji; tab. 1). Podczas 3-tygodniowego przechowywania zapakowanych próżniowo produktów w warunkach chłodniczych obserwowano stopniowe obniżanie wartości parametru barwy a^* , zarówno kotlecików kontrolnych, jak i ciśnieniowanych. Ponadto w kotlecikach kontrolnych stwierdzono istotny wzrost wartości siły penetracji. Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze obserwacje, które dotyczyły wpływu wysokich ciśnień na jakość różnych przetworów mięsnych poddanych obróbce termicznej, m.in. pasztetów z MDOM, panierowanych hamburgerów z mięsa drobiowego oraz szynki wieprzowych [12, 13, 14]. W badaniach tych również nie stwierdzono, żeby produkty ciśnieniowane różniły się istotnie pod względem barwy i tekstury od kontrolnych. Niestety, nie wszystkie przetwory mięsne mogą być utrwalane metodą wysokich ciśnień. Podstawowym problemem, w przypadku mięsa i surowych przetworów mięsnych, są niekorzystne zmiany barwy [3]. Według Hać-Szymańczuk i wsp. [5] zastosowanie wysokich ciśnień wpłynęło na rozjaśnienie barwy surowej polędwicy wędzonej. W próbkach polędwicy poddawanych HPP oznaczano istotnie wyższe wartości

parametru barwy L*, w porównaniu z wyrobami kontrolnymi. Cheftel i Culioli [2] wykazali, że barwa surowego mięsa wołowego oraz wieprzowego ulega pod wpływem wysokiego ciśnienia (powyżej 300 MPa) rozjaśnieniu, tzn. traci ona odcień czerwony, przechodząc w szarobrunatny, przypominający barwę mięsa po ugotowaniu.

Tabela 1

Wybrane wyróżniki jakości kotlecików drobiowych.
Selected quality characteristics of poultry burgers.

| Wyszczególnienie Specification | Czas przechowywania Time of storage | Wariant doświadczenia Variant of experiment | |
|--|--|--|------------------|
| | | kontrolny / control | HPP |
| Wyciek przechowalniczy [%] Drip loss during storage [%] | 1 dzień / 1day | 2,5 | 2,7 ^a |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 2,7 | 2,8 ^a |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 2,8 | 3,0 ^b |
| a* | 1 dzień / 1day | 6,1 ^b | 5,9 ^b |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 5,3 ^a | 5,0 ^a |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 5,0 ^a | 4,9 ^a |
| b* | 1 dzień / 1day | 17,8 | 17,8 |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 17,5 | 17,2 |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 17,7 | 17,4 |
| L* | 1 dzień / 1day | 64,4 | 64,7 |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 64,5 | 64,7 |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 66,2 | 65,4 |
| Siła penetracji [N] Penetration force [N] | 1 dzień / 1day | 26,5 ^a | 27,8 |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 28,7 ^{ab} | 28,9 |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 29,4 ^b | 27,7 |
| TBARS [mg AM/kg] | 1 dzień / 1day | 2,4 | 2,4 |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 2,5 | 2,6 |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 2,7 | 2,8 |

HPP – kotleciki poddawane działaniu wysokiego ciśnienia (500 MPa, 10 min, 10 °C) / high pressure-treated poultry burgers (500 MPa, 10 min, 10 °C)

^{a, b} – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / values in the columns denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0,05$);

^{A, B} – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / values in the rows denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0,05$).

Wartości wskaźnika TBARS oznaczane w kotlecikach poddawanych działaniu wysokiego ciśnienia kształtowały się na zbliżonym poziomie, jak w wyrobach kontrolnych, a w miarę upływu czasu przechowywania stopniowo wzrastały, jednak nie były to różnice statystycznie istotne (tab. 1). Według wielu autorów zastosowanie wysokich ciśnień (powyżej 300 MPa) może przyspieszać utlenianie lipidów w mięsie i jego przetworach, szczególnie w tych o dużym udziale wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w które zasobne jest mięso drobiowe [2, 9, 30]. Wyniki badań w tym zakresie nie są jednak jednoznaczne. W zapiekanych pasztetach z MDOM poddanych działaniu wysokich ciśnień (400 i 500 MPa, 15 min, temp. 20 °C) szybkość utleniania lipidów była istotnie większa, w porównaniu z wyrobami kontrolnymi, zwłaszcza po 8 tygodniach przechowywania w temp. 4 - 6 °C [13]. Większa szybkość utleniania lipidów w ciśnieniowanych (400, 600 i 800 MPa, 2 min, temp. 0 °C) przetworach mięsnych, w stosunku do wyrobów kontrolnych, stwierdził także Fischer [3]. Jednak proces ten nie był na tyle intensywny, aby niekorzystne zmiany mogły być wyczuwalne sensorycznie. Nie wykazano natomiast istotnego wpływu wysokich ciśnień na wartości wskaźnika TBARS oznaczane w panierowanych hamburgerach z mięsa drobiowego [12].

W kotlecikach z mięsa drobiowego oznaczano liczbę bakterii mezofilnych, psychrotrofów oraz bakterii mlekowych (tab. 2), które co prawda nie są objęte wymaganiami rozporządzenia (WE) nr 1441/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych [24] i nie stanowią zagrożenia dla bezpieczeństwa zdrowotnego, jednak mogą powodować zepsucie produktów spożywczych. Przyjmuje się za dopuszczalne zanieczyszczenie przetworów mięsnych drobnoustrojami saprofitycznymi na poziomie 10^6 jtk/g produktu, powyżej mogą już występować widoczne objawy zepsucia [7].

Bezpośrednio po ciśnieniowaniu liczba drobnoustrojów mezofilnych w kotlecikach kształtowała się na poziomie zbliżonym, jak w produktach kontrolnych (tab. 2). Podczas 3-tygodniowego przechowywania w warunkach chłodniczych w kotlecikach poddawanych działaniu wysokiego ciśnienia nie stwierdzano dalszego wzrostu tych bakterii. Natomiast w kotlecikach kontrolnych liczba bakterii mezofilnych po 2 tygodniach wynosiła $4,9 \times 10^5$ jtk/g, a po 3 tygodniach – $1,5 \times 10^7$ jtk/g. Zastosowanie HPP wpłynęło również korzystnie na zahamowanie w kotlecikach rozwoju drobnoustrojów psychrotrofowych i bakterii mlekowych. Po 3 tygodniach chłodniczego przechowywania ich liczba w kotlecikach kontrolnych zawierała się w przedziale $1,3 \times 10^7$ - $2,3 \times 10^7$ jtk/g i była o 6 cykli logarytmicznych wyższa, w porównaniu z wyrobami poddanymi działaniu wysokiego ciśnienia. Obecność bakterii mlekowych, zwłaszcza w przetworach mięsnych pakowanych próżniowo, potwierdzają wcześniejsze obserwacje m.in. Kordowskiej-Wiater i Łukasiewicz [7] oraz Leszczyńskiej-Fik i Fika [8]. Bakterie te mogą wywoływać niepożądane zmiany sensoryczne, np. smak i zapach

kwaśny, gryzący, jełki oraz śluzowacenie, a ich rozwój w przetworach mięsnych często wynika z niskiego poziomu higieny podczas pakowania.

Podczas 3-tygodniowego okresu przechowywania w żadnym z kotlecików nie stwierdzono obecności bakterii uważanych za główne wskaźniki jakości higienicznej, tzn. bakterii z grupy coli, które są wrażliwe na wysoką temperaturę obróbki oraz ciepłopornych enterokoków (tab. 2), co świadczy o zachowaniu odpowiednich warunków w trakcie procesu produkcji, pakowania i przechowywania.

Tabela 2

Jakość mikrobiologiczna kotlecików drobiowych.
Microbial quality of poultry burgers.

| Liczba drobnoustrojów [jtk/g produktu] Count of microorganisms [cfu/g of product] | Czas przechowywania Time of storage | Wariant doświadczenia Variant of experiment | |
|--|--|--|---------------------|
| | | kontrolny / control | HPP |
| Bakterie mezofilne tlenowe Mesophilic aerobic bacteria | 1 dzień / 1 day | 8,4x10 ² | 3,4x10 ² |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 4,9x10 ⁵ | 3,3x10 ² |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 1,5x10 ⁷ | 4,5x10 ² |
| Bakterie psychrotrofowe Psychrotrophic bacteria | 1 dzień / 1 day | 5,5x10 | 1,5x10 |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 5,5x10 ⁵ | 3,0x10 |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 2,3x10 ⁷ | 7,3x10 |
| Bakterie kwasu mlekowego Lactic acid bacteria | 1 dzień / 1 day | b.w | b.w |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | 2,3x10 ⁵ | 1,5x10 |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | 1,3x10 ⁷ | 2,0x10 |
| Enterokoki Enterococci | 1 dzień / 1 day | b.w | b.w |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | b.w | b.w |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | b.w | b.w |
| Bakterie z grupy coli Coliforms bacteria | 1 dzień / 1 day | b.w | b.w |
| | 2 tygodnie / 2 weeks | b.w | b.w |
| | 3 tygodnie / 3 weeks | b.w | b.w |

HPP – kotleciki poddawane działaniu wysokiego ciśnienia (500 MPa, 10 min, 10 °C) / high-pressured poultry burgers (500 MPa, 10 min, 10 °C)

b.w – brak wzrostu / no growth detected

We wcześniejszych badaniach wykazano, że ciśnienie rzędu 300 - 500 MPa (10 - 30 min, 20 °C) nie zabezpieczało wystarczająco gotowanej szynki wieprzowej przed rozwojem drobnoustrojów podczas chłodniczego przechowywania. Dopiero zastosowanie ciśnienia 600 MPa (10 min, 20 °C) lub 500 MPa, z jednoczesnym podniesieniem

temperatury w komorze do 40 °C lub obniżeniem jej do 10 °C pozwoliło przedłużyć okres przechowywania wędzonek do 8 tygodni, przy zachowaniu dobrej jakości mikrobiologicznej i pełnej akceptacji sensorycznej. Natomiast w zapiekanych pasztetach z MDOM poddawanych działaniu wysokiego ciśnienia (500 MPa, 15 min, 20 °C) stwierdzono całkowite zahamowanie rozwoju bakterii psychrotrofowych i mlekowych oraz znaczną redukcję bakterii mezofilnych. Podobny efekt uzyskano w panierowanych hamburgerach z mięsa drobiowego. Zastosowanie ciśnienia 500 MPa (10 min, temp. 10 °C) pozwoliło wydłużyć okres ich przechowywania do 3 tygodni [12, 13, 14].

Wnioski

1. Nie stwierdzono istotnego wpływu wysokiego ciśnienia (500 MPa, 10 min, temp. 10 °C) na ilość wycieku przechowalniczego, barwę, teksturę oraz szybkość utleniania lipidów w kotlecikach drobiowych.
2. Zastosowanie wysokiego ciśnienia spowodowało natomiast znaczną redukcję drobnoustrojów mezofilnych, psychrotrofowych oraz bakterii kwasu mlekowego w zapakowanych próżniowo kotlecikach podczas ich 3-tygodniowego przechowywania w temp. 4 - 6 °C. To wskazuje, że metoda wysokich ciśnień może być skutecznym sposobem przedłużenia trwałości tego typu wyrobów (przynajmniej do 3 tygodni).

Literatura

- [1] Aymerich T., Picouet P.A., Monfort J.M.: Decontamination technologies for meat products. *Meat Sci.*, 2008, **78**, 114-129.
- [2] Cheftel J.C., Culioli J.: Effects of high pressure on meat: a review. *Meat Sci.*, 1997, **46**, 211-236.
- [3] Fischer S.: Fleischforschung und Entwicklung Hochdruckbehandlung von Fleischerzeugnissen. *Fleischwirt.*, 2007, **88 (7)**, 88-91.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Kordowska-Wiater M., Łukasiewicz B.: Wpływ sposobu pakowania na jakość mikrobiologiczną pasztetów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2 (43)**, 84-94.
- [8] Leszczyńska-Fik A., Fik M.: Jakość mikrobiologiczna próżniowo pakowanych wędlin plasterkowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **4 (33)**, 52-60.
- [9] Malinowska-Pańczyk E., Kołodziejaska I.: Możliwości wykorzystania wysokiego ciśnienia w przemyśle mięsnym i rybnym. *Med. Wet.*, 2009, **65**, 455-459.
- [10] Mor-Mur M., Yuste J.: High pressure processing applied to cooked sausage manufacture: physical properties and sensory analysis. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 1187-1191.

- [11] 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.
- [12] Pietrzak D., Ziarno M., Tyburcy A., Adamczak L., Trejda E., Fonberg-Broczek M.: Effects of high pressure processing on quality of poultry burgers. *Anim. Sci.*, 2007, Proc. **1**, 110-111.
- [13] Pietrzak D., Mroczek J., Skupiński S., Hać-Szymańczuk E., Fonberg-Broczek M.: Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na jakość zapiekanych pasztetów z udziałem mięsa drobiowego odżywanego mechanicznie. *Med. Wet.*, 2007, **63**, 870-873.
- [14] 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.
- [15] Pietrzak D.: Perspektywy stosowania wysokich ciśnień w produkcji żywności wygodnej z mięsa drobiowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **2 (69)**, 16-28.
- [16] PN-A-04018:1975. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
- [17] PN-A-82112:1973/Az1:2002. Oznaczanie zawartości soli kuchennej.
- [18] PN-A-82055-6:1994. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie ogólnej liczby drobnoustrojów.
- [19] PN-A-82055-7:1997. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Wykrywanie obecności i oznaczanie liczby enterokoków.
- [20] PN-A-82055-17:1997. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii kwasu mlekowego.
- [21] PN-A-86528: 1996. Produkty drobiarskie. Wyroby garmazeryjne gotowe z mięsa drobiowego. Wymagania i metody badań.
- [22] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [23] PN-ISO 4831:1998. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby bakterii z grupy coli. Metoda najbardziej prawdopodobnej liczby.
- [24] 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.
- [25] Shahidi F.: The 2-thiobarbituric acid (TBA) methodology for the evaluation of warmed – over flavour and rancidity in meat products. 36th ICoMST, Cuba, 1990, p. 1008.
- [26] Słowiński M.: Polski przemysł drobiarski – wczoraj, dziś i jutro. *Mięso i Wędliny*, 2009, **(2)**, 12-15.
- [27] Stangierski J., Kijowski J.: Żywność wygodna z mięsa drobiowego. *Mięso i Wędliny*, 2002, **(7)**, 12-20.
- [28] Uradziński J., Jabłońska M., Jóźwik E.: Inactivation of *Campylobacter jejuni* in poultry meat by means of high-pressure. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 2008, **52**, 93-96.
- [29] Walczycka M.: Metody inaktywacji i hamowania wzrostu *Listeria monocytogenes* w przetworach mięsnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2 (43)**, 61-72.
- [30] Wiggers S.B., Kröger-Ohlsen M.V., Skibsted L.H.: Lipid oxidation in high pressure processed chicken breast during chill storage and subsequent heat treatment: effect of working pressure, packaging atmosphere and storage time. *Eur. Food Res. Technol.*, 2004, **219**, 167-170.

EFFECT OF HIGH PRESSURE ON SELECTED PROPERTIES AND SHELF-LIFE OF POULTRY BURGERS

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of high pressure treatment (500 MPa, 10 min, 10 °C) on the selected properties and shelf-life of poultry burgers. 24 hrs after the application of high pressure, and 2 and 3 weeks after storing the vacuum-packed patties burgers at a temperature of 4 - 6 °C, the physical, chemical, and microbial analyses were performed. It was found that, owing to the high pressure applied, it was possible to achieve a better micro-biological quality, thereby a long lasting shelf-life of the burgers. 3 weeks after storing the high pressure-treated burgers at 4 - 6 °C, the counts of mesophilic, psychrotrophic, and lactic acid bacteria in them were lower by 5 - 6 logs compared to the control products. At the same time, the application of high pressure did not significantly affect the level of drip loss during storage, nor the colour, texture, and lipid oxidation rate in the poultry patties (burgers).

Key words: poultry burgers, convenience food, high pressure, eservation, quality, shelf-life ☒