

ZASTOSOWANIE WYSOKICH CIŚNIEŃ (HPP) DO POPRAWY JAKOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ PRZETWORÓW Z MIĘSA DROBIOWEGO

Dorota Pietrzak, Lech Adamczak, Marta Chmiel, Tomasz Florowski
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Celem badań było określenie wpływu wysokich ciśnień na jakość mikrobiologiczną przetworów z mięsa drobiowego podczas ich przechowywania w warunkach chłodniczych. Próbkę pasztetów, pieczeni oraz formowanych wyrobów z mięsa rozdrobnionego (kotletów) pakowano próżniowo, a następnie poddawano działaniu wysokich ciśnień (500 MPa, 10°C, 10 min). Grupę kontrolną stanowiły próbki przetworów, których nie poddawano HPP. Po określonym czasie przechowywania (1, 14 i 21 dób) przeprowadzano badania mikrobiologiczne, w których oznaczano: ogólną liczbę bakterii tlenowych mezofilnych i psychrotrofowych, liczbę bakterii kwasu mlekowego, najbardziej prawdopodobną liczbę bakterii z grupy coli oraz obecność enterokoków. Wykazano, że zastosowanie wysokich ciśnień może być skutecznym sposobem na poprawę jakości mikrobiologicznej zapakowanych próżniowo przetworów z mięsa drobiowego. Dzięki tej metodzie można w znaczący sposób obniżyć liczbę bakterii mezofilnych, psychrotrofowych oraz kwasu mlekowego, a przez to wydłużyć trwałość (przynajmniej do 14 dób) tego typu wyrobów, pod warunkiem przechowywania ich w temperaturze 4–6°C.

Słowa kluczowe: wysokie ciśnienia (HPP), jakość mikrobiologiczna, przetwory drobiowe

WSTĘP

Jednym z warunków rozwoju przetwórstwa mięsa drobiowego jest wprowadzanie na rynek nowych wyrobów charakteryzujących się wysoką jakością utrzymującą się przez długi okres przechowywania. Przy wyborze produktów konsumenci coraz częściej zwracają uwagę nie tylko na ich walory sensoryczne, ale także na dyspozycyjność i zdrowotność. W przypadku przetworów z mięsa drobiowego szczególnie ważne jest bezpieczeństwo mikrobiologiczne i trwałość. Konsumenci wymagają również, żeby zawierały one

jak najmniej substancji dodatkowych, m.in. soli kuchennej, fosforanów czy azotanów. W spełnieniu tych oczekiwań pomocne może być zastosowanie nietermicznych metod utrwalania, m.in. wysokich ciśnień [Quested i in. 2010, Pietrzak 2012].

Pod wpływem działania wysokich ciśnień (ang. High Pressure Processing – HPP) następuje inaktywacja drobnoustrojów, której stopień zależy od takich czynników, jak: rodzaj i faza wzrostu mikroorganizmów, parametry procesu (wysokość ciśnienia, temperatura i czas), pH i składniki żywności. Efekt pasteryzacji, tzn. inaktywację większości form wegetatywnych drobnoustrojów, osiąga się przy ciśnieniach rzędu 300–600 MPa. Przetrawalniki są bardziej odporne, giną dopiero przy zastosowaniu: ciśnień powyżej 700 MPa, połączenia umiarkowanego ogrzewania z HPP lub pulsacyjnego ciśnieniowania [Cheftel i Culioli 1997, Norton i Sun 2008].

W piśmiennictwie jest szeroko opisywana skuteczność HPP, jako procesu zapewniającego eliminację z mięsa i przetworów mięsnych bakterii chorobotwórczych, tj. pałeczek z rodzaju *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 czy *Yersinia enterocolitica* [Garriga i in. 2004, Hayman i in. 2004, Gill i Ramaswamy 2008, Uradziński i in. 2008, Jofré i in. 2009, Patterson in. 2010]. Bakterie te stanowią najczęstszą przyczynę zatruc pokarmowych. Są one szczególnie groźne dla ludzi o obniżonej odporności immunologicznej, dzieci, osób starszych i kobiet w ciąży.

Zastosowanie wysokich ciśnień 500–600 MPa, w połączeniu z próżniowym pakowaniem oraz chłodniczym przechowywaniem, pozwala zwiększyć bezpieczeństwo zdrowotne różnych przetworów mięsnych, a także wydłużyć ich okres przydatności do spożycia, bez pogorszenia cech sensorycznych. Dodatkowym atutem jest to, że produkty są poddawane HPP w opakowaniu, dzięki czemu można wyeliminować również wtórne zanieczyszczenia mikrobiologiczne, które występują w przetworach mięsnych na skutek nieprzestrzegania zasad higieny podczas ich porcjowania lub pakowania [Cheftel i Culioli 1997, Aymerich i in. 2008, Norton i Sun 2008, Patterson i in. 2010]. Komórki bakterii bezpośrednio po zastosowaniu wysokich ciśnień mają często osłabioną zdolność do wzrostu, jednak w sprzyjającym środowisku mogą znowu zacząć się rozwijać [Considine i in. 2008, Jofre i in. 2009]. To może prowadzić do nadinterpretacji znaczenia wysokich ciśnień, jako skutecznej metody niszczenia niektórych drobnoustrojów.

Większość publikacji z zakresu stosowania wysokich ciśnień do mięsa i przetworów mięsnych dotyczy możliwości inaktywacji bakterii chorobotwórczych. Mało jest natomiast badań, w których sprawdzano wpływ HPP na jakość mikrobiologiczną gotowego produktu podczas dłuższego przechowywania.

Celem badań było określenie wpływu wysokich ciśnień na jakość mikrobiologiczną przetworów z mięsa drobiowego podczas ich przechowywania w warunkach chłodniczych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiły pasztety, pieczenie oraz formowane wyroby z mięsa rozdrobnionego (kotlety), które wytwarzano w skali laboratoryjnej, zgodnie z technologią produkcji stosowaną w przemyśle drobiarskim. Charakterystyka badanych przetworów z mięsa drobiowego przedstawia się następująco:

- paszтет – wyrób garmazeryjny gotowy, w którym surowiec stanowiło mięso z nóg kurcząt (50%), tłuszcz wieprzowy (20%), wątroba (15%), rosół, mąka pszenna, jaja, cebula, sól kuchenna, przyprawy;
- pieczeń – wyrób garmazeryjny gotowy, w którym surowiec stanowiło mięso z piersi kurcząt (100%), woda, sól kuchenna, przyprawy;
- kotlety – wyrób garmazeryjny gotowy, w którym surowiec stanowiło mięso z nóg kurcząt (100%), woda, sól kuchenna, przyprawy.

Po obróbce cieplnej w piekarniku z termoobiegiem (w temperaturze 180°C, do uzyskania w centrum geometrycznym 80°C) produkty schładzano przez około 16 godzin w temperaturze 4–6°C. Po tym czasie przygotowano próbki do badań o masie około 100 g. W tym celu z pieczeni i paszтетów odkrawano plastry o grubości około 2,5 cm i pakowano próżniowo w folię wielowarstwową przy użyciu pakowarki Multivac. Kotlety pakowano w całości po 2 sztuki. Tak przygotowane próbki poddano działaniu wysokich ciśnień (500 MPa, 10°C, 10 min). Wyboru parametrów ciśnieniowania dokonano na podstawie wyników wcześniejszych badań [Pietrzak i in. 2007, Pietrzak 2012]. Grupę kontrolną stanowiły próbki przetworów z mięsa drobiowego niepoddawane działaniu wysokich ciśnień. Proces ciśnieniowania przeprowadzono 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 wody z glikolem polipropylenowym (1 : 1).

Zapakowane próżniowo próbki przetworów z mięsa drobiowego przechowywano w temperaturze 4–6°C i po określonym czasie (1, 14 i 21 dób) wykonano w nich badania mikrobiologiczne. W tym celu pobierano 10 g badanego produktu, homogenizowano z 90 cm³ roztworu zawierającego pepton oraz NaCl, uzyskując w ten sposób rozcieńczenie wyjściowe, z którego sporządzano kolejne rozcieńczenia. Badania obejmowały oznaczenie: ogólnej liczby bakterii tlenowych mezofilnych [PN-ISO 4833:2004] i psychrotrofowych [PN-ISO 17410:2004] na agarze odżywczym, liczby bakterii kwasu mlekowego [PN-ISO 15214:2002] na podłożu MRS, najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii z grupy coli [PN-ISO 4831:1998] na podłożu z laktozą, żółcią i zielenią brylantową oraz obecności enterokoków [PN-A-82055-7:1997] na podłożu z azydkiem sodowym i fioletem krystalicznym. Liczbę drobnoustrojów wyrażano jako logarytm jednostek tworzących kolonie w odniesieniu do 1 g produktu.

Doświadczenie realizowano na trzech partiach przetworów z mięsa drobiowego, w dwóch równoległych powtórzeniach (n = 6). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, korzystając z programu Statgraphics Plus 4.1. Ocenę istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi określano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, a najmniejszą istotną różnicę wyznaczano testem Tukeya.

WYNIKI I DISKUSJA

W przetworach z mięsa drobiowego oznaczano liczbę bakterii mezofilnych, psychrotrofowych oraz kwasu mlekowego, które co prawda nie są objęte wymaganiami Rozporządzenia (WE) nr 1441/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie kryteriów

mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych i nie stanowią zagrożenia dla bezpieczeństwa zdrowotnego, mogą jednak powodować zepsucie produktów spożywczych. Nie ma jasno określonych wymagań dotyczących liczby bakterii obecnych w przetworach mięsnych, jednak przyjmuje się, że drobnoustroje saprofityczne w liczbie powyżej 10^6 jtk·g⁻¹ produktu mogą powodować widoczne objawy pogorszenia jakości [Weber 2002, Kordowska-Wiater i Łukasiewicz 2005, Ołtuszak-Walczak 2006]. Według Ntzimani [2008], ten limit dla produktów drobiowych wynosi 10^7 jtk·g⁻¹.

Przeprowadzona w pierwszej dobie przechowywania analiza mikrobiologiczna wykazała, że przetwory z mięsa drobiowego charakteryzowały się zróżnicowanym zanieczyszczeniem drobnoustrojami (tab. 1). Wpływ na to mogło mieć wiele czynników, m.in. rodzaj i jakość użytych surowców mięsnych oraz składników dodatkowych, sposób obróbki cieplnej, jak również poziom higieny produkcji. W wyrobach kontrolnych (niepoddawanych działaniu wysokich ciśnień) liczba bakterii mezofilnych kształtowała się na poziomie od $3,5 \log$ jtk·g⁻¹ w kotletach do $6,5 \log$ jtk·g⁻¹ w pieczeniach. Liczba bakterii psychrotrofowych oraz kwasu mlekowego była zbliżona we wszystkich wyrobach i wynosiła poniżej $2,5 \log$ jtk·g⁻¹. Dzięki zastosowaniu wysokich ciśnień w przetworach z mięsa drobiowego nastąpiła inaktywacja bakterii mezofilnych, której stopień zależał od wyjściowego zanieczyszczenia mikroflorą. Lepszy efekt działania HPP stwierdzono w pasztetach i pieczeniach, których początkowe zanieczyszczenie tymi drobnoustrojami było większe. W kotletach poddanych działaniu wysokich ciśnień liczba bakterii mezofilnych kształtowała się na poziomie zbliżonym jak w produktach kontrolnych. HPP wpłynęło istotnie ($p \leq 0,05$) na zahamowanie w przetworach z mięsa drobiowego rozwoju bakterii psychrotrofowych i bakterii kwasu mlekowego.

W literaturze naukowej można znaleźć informacje, że początkowa liczba bakterii mezofilnych w wyrobach garmażeryjnych z mięsa drobiowego wytwarzanych w skali laboratoryjnej wynosiła $4,2$ – $6,6 \log$ jtk·g⁻¹ [Pietrzak i in. 2007, Karpińska-Tymoszczyk 2008, Olszak i in. 2012, Pietrzak 2012], z kolei w wyrobach rynkowych $2,5$ – $5,4 \log$ jtk·g⁻¹ [Kordowska-Wiater i Łukasiewicz 2005, Ołtuszak-Walczak 2006, Pietrzak i in. 2011]. Liczba bakterii psychrotrofowych w wyrobach garmażeryjnych z mięsa drobiowego kształtowała się na poziomie od $< 1,0$ do $3,4 \log$ jtk·g⁻¹, a bakterii kwasu mlekowego od $2,7$ do $5,2 \log$ jtk·g⁻¹ [Kordowska-Wiater i Łukasiewicz 2005, Olszak i in. 2012]. Obecność bakterii kwasu mlekowego w przetworach mięsnych pakowanych próżniowo potwierdzają wcześniejsze obserwacje Leszczyńskiej-Fik i Fika [2002]. Bakterie te często rozwijają się w tego typu wyrobach z powodu niskiego poziomu higieny podczas pakowania oraz niewłaściwych warunków przechowywania. Wywołują one niepożądane zmiany sensoryczne, np. kwaśny, gryzący, jelki smak i zapach oraz śluzowacenie, gdy ich liczba jest większa niż 10^6 jtk·g⁻¹.

Podczas przechowywania w warunkach chłodniczych liczba bakterii mezofilnych w przetworach z mięsa drobiowego istotnie ($p \leq 0,05$) się zwiększała. Jedynie w przypadku kotletów poddanych działaniu wysokich ciśnień nie stwierdzono dalszego wzrostu tych drobnoustrojów. W wyrobach kontrolnych liczba bakterii mezofilnych wynosiła średnio $5,4$ – $8,4 \log$ jtk·g⁻¹ po 14 dobach przechowywania i $6,7$ – $8,8 \log$ jtk·g⁻¹ po 21 dobach przechowywania. W przetworach z mięsa drobiowego, które poddano działaniu wysokich ciśnień, liczba tych drobnoustrojów była o 2–3 cykle logarytmiczne niższa niż w wyrobach kontrolnych (tab. 1). Zastosowanie HPP wpłynęło także korzystnie na zahamowanie w przetworach z mięsa drobiowego rozwoju bakterii psychrotrofowych i bakterii kwasu

Tabela 1. Jakość mikrobiologiczna przetworów z mięsa drobiowego

Table 1. Microbial quality of poultry products

| Rodzaj drobnoustrojów Type of microorganisms | Czas przechowywania [doba] Time of storage [day] | Liczba drobnoustrojów [log jtk·g ⁻¹ produktu] Count of microorganisms [log cfu·g ⁻¹ of product] | | | | | |
|--|---|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | kotlety – patties | | paszтет – pâté | | pieczeń – roast | |
| | | kontrolny control | HPP | kontrolny control | HPP | kontrolny control | HPP |
| Bakterie mezofilne Mesophilic bacteria | 1 | 3,5 ^{a,A} ±0,7 | 3,2 ^{a,A} ±0,7 | 4,2 ^{b,A} ±0,8 | 1,5 ^{a,A} ±0,8 | 6,5 ^{b,A} ±0,4 | 1,6 ^{a,A} ±0,2 |
| | 14 | 5,4 ^{b,B} ±1,4 | 3,2 ^{a,A} ±0,7 | 6,4 ^{b,B} ±0,6 | 2,8 ^{a,B} ±0,5 | 8,4 ^{b,B} ±1,1 | 5,1 ^{a,B} ±0,6 |
| | 21 | 6,7 ^{b,B} ±0,7 | 3,6 ^{a,A} ±0,7 | 6,7 ^{b,B} ±0,3 | 3,7 ^{a,C} ±0,3 | 8,8 ^{b,B} ±0,3 | 6,0 ^{a,C} ±0,7 |
| Bakterie psychrotrofowe Psychrotrophic bacteria | 1 | 2,0 ^{b,A} ±0,3 | 1,2 ^{a,A} ±0,3 | 2,4 ^{b,A} ±0,2 | < 1,0 ^{a,A} | 1,6 ^{b,A} ±0,3 | < 1,0 ^{a,A} |
| | 14 | 3,6 ^{b,B} ±0,8 | 1,3 ^{a,A} ±0,2 | 5,0 ^{b,B} ±0,3 | < 1,0 ^{a,A} | 5,7 ^{b,B} ±0,6 | < 1,0 ^{a,A} |
| | 21 | 5,2 ^{b,B} ±1,6 | 2,9 ^{a,B} ±0,3 | 5,6 ^{b,B} ±0,8 | < 1,0 ^{a,A} | 5,8 ^{b,B} ±1,4 | 2,2 ^{a,B} ±0,5 |
| Bakterie kwasu mlekowego Lactic acid bacteria | 1 | < 1,0 ^{a,A} | < 1,0 ^{a,A} | 2,5 ^{b,A} ±0,4 | < 1,0 ^{a,A} | 1,4 ^{b,A} ±0,4 | < 1,0 ^{a,A} |
| | 14 | 4,4 ^{b,B} ±1,7 | < 1,0 ^{a,A} | 5,0 ^{b,B} ±0,9 | < 1,0 ^{a,A} | 5,0 ^{b,B} ±0,8 | < 1,0 ^{a,A} |
| | 21 | 6,6 ^{b,C} ±0,5 | < 1,0 ^{a,A} | 5,4 ^{b,B} ±1,0 | < 1,0 ^{a,A} | 6,8 ^{b,C} ±0,6 | 2,2 ^{a,B} ±0,3 |
| Bakterie z grupy coli Coliforms bacteria | 1 | bw | bw | bw | bw | bw | bw |
| | 14 | bw | bw | bw | bw | bw | bw |
| | 21 | bw | bw | bw | bw | bw | bw |
| Enterokoki Enterococci | 1 | bw | bw | bw | bw | bw | bw |
| | 14 | bw | bw | bw | bw | bw | bw |
| | 21 | bw | bw | bw | bw | bw | bw |

HPP – przetwory poddane działaniu wysokiego ciśnienia (500 MPa, 10°C, 10 min)/high-pressured poultry products (500 MPa, 10°C, 10 min).

bw – brak wzrostu/no growth detected.

^{a, b} – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$)/values in row marked with different letters differ significantly ($p \leq 0,05$).

^{A, B} – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$)/values in columns marked with different letters differ significantly ($p \leq 0,05$).

mlekowego. Po 21 dobach przechowywania ich liczba w produktach kontrolnych wynosiła 5,2–6,8 log jtk·g⁻¹, natomiast w wyrobach poddanych działaniu wysokich ciśnień nie przekraczała 3,0 log jtk·g⁻¹ (tab. 1). W badanych przetworach z mięsa drobiowego podczas całego okresu przechowywania 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.

W wielu krajach różne przetwory mięsne gotowe do spożycia są poddawane działaniu wysokich ciśnień. Wykorzystanie tej metody w celu zwiększenia trwałości mięsa kulinarnego, produktów poddanych tylko wstępnemu ogrzewaniu, wymagających całkowitej obróbki cieplnej u odbiorcy oraz gotowych do podgrzania (ang. ready to cook) jest w dalszym ciągu ograniczone [Töpfl i Heinz 2009], a popyt na tego typu wyroby jest coraz większy. Dotyczy to szczególnie przetworów z mięsa drobiowego sprzedawanych

w postaci schłodzonej, charakteryzujących się stosunkowo krótkim okresem przydatności do spożycia, zwykle poniżej 10 dni. Głównym źródłem drobnoustrojów mogą być: surowce, nieprzestrzeganie higieny produkcji oraz niewłaściwe warunki przechowywania. Niektóre etapy produkcji również sprzyjają namnażaniu się mikroflory, np. wycinanie mięśni, odkostnianie, rozdrabnianie, mieszanie czy formowanie. Stosowana w końcowym etapie obróbka cieplna powinna znacznie ograniczyć rozwój większości drobnoustrojów wegetatywnych. Problem mogą jednak stanowić poprodukcyjne, wtórne zanieczyszczenia, do których dochodzi najczęściej podczas porcjowania lub pakowania [Ołtuszak-Walczak 2006, Cegielska-Radziejowska i in. 2007, Karpińska-Tymoszczyk 2008].

Wykazany w pracy wpływ wysokich ciśnień na inaktywację drobnoustrojów w zapakowanych próżniowo przetworach z mięsa drobiowego jest zgodny ze spostrzeżeniami innych naukowców [Mor-Mur i Yuste 2003, Hayman i in. 2004, Jofré i in. 2009, Qusted i in. 2010, Sorenson i in. 2011]. Wyniki wcześniejszych badań również wskazują, że stosując wysokie ciśnienia (500 MPa, 10 lub 20°C, 10 lub 15 min) można zwiększyć bezpieczeństwo oraz trwałość takich przetworów z mięsa drobiowego, jak: zapakowane próżniowo burgery [Pietrzak 2012], panierowane i niepanierowane kotleciki wyprodukowane w warunkach przemysłowych [Pietrzak i in. 2011] oraz zapiekane pasztety z udziałem mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie [Pietrzak i in. 2007].

WNIOSKI

1. Zastosowanie wysokich ciśnień (500 MPa, 10°C, 10 min) wpłynęło w znaczący sposób na obniżenie liczby drobnoustrojów w zapakowanych próżniowo przetworach z mięsa drobiowego. To wskazuje, że HPP może być skutecznym sposobem przedłużenia trwałości tego typu wyrobów (przynajmniej do 14 dób), pod warunkiem przechowywania ich w temperaturze 4–6°C.

2. Stopień inaktywacji drobnoustrojów w wyniku działania HPP zależał od rodzaju wyrobu oraz jego początkowego zanieczyszczenia mikrobiologicznego.

3. Bakterie psychrotrofowe i kwasu mlekowego były bardziej wrażliwe na działanie wysokich ciśnień niż bakterie mezofilne.

LITERATURA

- Aymerich T., Picouet P.A., Monfort J.M., 2008. Decontamination technologies for meat products. *Meat Sci.* 78, 114–129.
- Cegielska-Radziejowska R., Kijowski J., Nowak E., Zabielski J., 2007. Wpływ temperatury na dynamikę zmian liczby bakterii w wybranych wędlinach przechowywanych w warunkach handlu hurtowego i detalicznego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(53), 46–88.
- Cheftel J.C., Culioli J., 1997. Effects of high pressure on meat: a review. *Meat Sci.* 46, 211–236.
- Considine K.M., Kelly A.L., Fitzgerald G.F., Hill C., Sleator R.D., 2008. High-pressure processing – effects on microbial food safety and food quality. *FEMS Microbiol. Lett.* 281, 1–9.
- Garriga M., Grébol N., Aymerich M.T., Monfort J.M., Hugas M., 2004. Microbial inactivation after high-pressure processing at 600 MPa in commercial meat products over its shelf life. *Innov. Food Sci. Emerg.* 5, 451–457.

- Gill A.O., Ramaswamy H.S., 2008. Application of high pressure processing to kill *Escherichia coli* O157 in ready-to-eat meats. *J. Food Protect.* 71, 2182–2189.
- Hayman M.M., Baxter I., O’Riordan P.J., Stewart C.M., 2004. Effects of high-pressure processing on the safety, quality and shelf life of read-to-eat meats. *J. Food Prot.* 67, 1709–1718.
- Jofré A., Aymerich T., Grébol N., Garriga M., 2009. Efficiency of high hydrostatic pressure at 600 MPa against food-borne microorganisms by challenge tests on convenience meat products. *LWT – Food Sci. Technol.* 42, 924–928.
- Karpińska-Tymoszczyk M., 2008. Effect of the addition of ground rosemary on the quality and shelf-life of turkey meatballs during refrigerated storage. *Br. Poultry Sci.* 49, 742–750.
- Kordowska-Wiater M., Łukasiewicz B., 2005. Wpływ sposobu pakowania na jakość mikrobiologiczną pasztetów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2(43), 84–94.
- Leszczyńska-Fik A., Fik M., 2002. Jakość mikrobiologiczna próżniowo pakowanych wędlin plasterkowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(33), 52–60.
- Mor-Mur M., Yuste J., 2003. High pressure processing applied to cooked sausage manufacture: physical properties and sensory analysis. *Meat Sci.* 65, 1187–1191.
- Norton T., Sun D.-W., 2008. Recent advances in the use of high pressure as an effective processing technique in the food industry. *Food Bioprocess Technol.* 1, 2–34.
- Ntzimani A.G., Paeologos E.K., Savvaidis I.N., Kontominas M.G., 2008. Formation of biogenic amines and relation to microbial flora and sensory changes in smoked turkey breast fillets stored under various packaging condition at 4°C. *Food Microbiol.* 25, 509–517.
- Olszak M., Jałosińska M., Jaworska D., Dolatowski Z., 2012. Wpływ dodatku przetworów z nasion gryki na jakość pasztetów podczas przechowywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1(80), 128–141.
- Ołtuzak-Walczak E., 2006. Jakość mikrobiologiczna wybranych produktów garmazeryjnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1(46), 80–85.
- Patterson M.F., McKay A.M., Connolly M., Linton M., 2010. Effect of high pressure on the microbiological quality of cooked chicken during storage at normal and abuse refrigeration temperatures. *Food Microbiol.* 27, 266–273.
- 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. *Med. Weter.* 63, 870–873.
- Pietrzak D., Cegięłka A., Fonberg-Broczek M., Ziarno M., 2011. Effects of high pressure treatment on the quality of chicken patties. *High Pressure Res.* 31, 350–357.
- Pietrzak D., 2012. Studia nad wpływem wysokich ciśnień na wyróżniki jakości wybranych przetworów z mięsa wieprzowego i drobiowego. *Rozprawy Naukowe i Monografie. Wyd. SGGW, Warszawa.*
- PN-A-82055-7:1997. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Wykrywanie obecności i oznaczanie liczby enterokoków.
- PN-ISO 4831:1998. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby bakterii z grupy coli. Metoda najbardziej prawdopodobnej liczby.
- PN-ISO 15214:2002. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- PN-ISO 4833:2004 + Ap1:2005. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- PN-ISO 17410:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów psychrotrofowych.
- Quested T.E., Cook P.E., Gorris L.G., Cole M.B., 2010. Trends in technology, trade and consumption likely to impact on microbial food safety. *Int. J. Food Microbiol.* 139, 29–42.

- 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.
- Sorenson D., Henchion M., Marcos B., Ward P., Mullen A.M., Allen P., 2011. Consumer acceptance of high pressure processed beef-based chilled ready meals: The mediating role of food-related lifestyle factors. *Meat Sci.* 87, 81–87.
- Töpfl S., Heinz V., 2009. New options for targeted product modification. *Fleischwirtschaft Int.* 3, 11–13.
- Uradziński J., Jabłońska M., Józwick E., 2008. Inactivation of *Campylobacter jejuni* in poultry meat by means of high-pressure. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 52, 93–96.
- Weber H., 2002. Mehr Sicherheit und Stabilität. *Fleischwirtschaft* 82(5), 57–62.

APPLICATION OF HIGH PRESSURE (HPP) TO IMPROVE THE MICROBIAL QUALITY OF POULTRY MEAT PRODUCTS

Summary. The aim of the study was to determine the effect of high pressure on the microbial quality of poultry meat products during storage under cooling conditions. The sampling material consisted of pâtés, roasts and formed products from minced meat (meat balls) which were manufactured on a laboratory scale accordingly to technology used in poultry industry. The heat treatment was conducted in an oven with convection (at a temperature of 180°C, to obtain 80°C in geometrical center). After cooling products samples weighing approx. 100 g were vacuum packed and then treated by high pressure (500 MPa, 10°C, 10 min). The control group consisted of product samples non-treated by HPP. The pressure process was conducted in a chamber with a volume of about 2000 cm³, which can be operated at a maximum pressure of 900 MPa at temperature ranging from –20 to +80°C. The mixture of water and propylene glycol (1 : 1) was used as a pressure transfer medium. After a certain time of storage (1, 14 and 21 days) the microbial tests were performed in which the total count of aerobic mesophilic and psychrotrophic bacteria, the count of lactic acid bacteria, the most probable count of coliform bacteria and presence of enterococci were determined. The experiment was carried out on three batches of poultry meat products, in two parallel repetitions.

Based on the results, it was proven that application of high pressure (500 MPa, 10°C, 10 min) could be an effective method for extending the shelf life of vacuum-packed poultry meat products (at least up to 14 days), when stored at 4–6°C. Application of this method could significantly reduce the count of mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria and lactic acid bacteria in this kind of products. Although, these bacteria are not covered by the requirements of the European Parliament and Council Regulation (EC) No 1441/2007 on the microbiological criteria for foodstuffs and do not pose a threat to public health security, however, could cause food spoilage. It has been shown that the degree of microbial inactivation as a result of high pressure depend on a large extent on the type of product and its initial microbiological contamination. Moreover, psychrotrophic bacteria and lactic acid bacteria were more sensitive to high pressure than mesophilic bacteria. In the analyzed poultry meat products, during the entire storage time, the presence of bacteria considered to be the main hygiene quality indicators i.e. coliform bacteria, which are sensitive to high temperature of processing and heat-resistant enterococci was not detected.

Key words: high pressure processing (HPP), microbial quality, poultry products