

Problemy jakości mięsa oddzielonego mechanicznie

BEATA ŁASZKIEWICZ, PIOTR SZYMAŃSKI, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA*

Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego, ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa

*Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

Otrzymano 09.05.2018

Zaakceptowano 13.08.2018

Łaskiewicz B., Szymański P., Kołożyn-Krajewska D.
Quality problems in mechanically separated meat

Summary

Mechanically separated meat (MSM) is obtained from bones or fragments with naturally adherent soft tissue by mechanical separation of soft tissue residues from bones remaining after cutting and punching poultry, pork and beef carcasses. Mechanically separated meat is a raw material commonly used in processing in Poland and other countries. The dominant species in the production of mechanically separated meat in Europe is poultry, mainly because of the increase in the consumption of boneless meat and its products. Mechanically separated meat is characterized by poorer technological and physicochemical properties and lower durability compared to poultry meat cut by hand. The high microbiological contamination of raw material limits its further use. The microbiological quality of mechanically separated meat has a significant impact on the microbiological stability and health safety of products manufactured from it. In industrial practice, mechanically separated meat is preserved by freezing or curing. In view of problems with the microbiological quality of mechanically separated meat, it seems advisable to search for new methods of preserving MSM and to improve the existing ones.

Keywords: mechanically separated meat, MSM preservation, MSM quality

Mięso oddzielone mechanicznie (MOM) jest to surowiec uzyskiwany przez mechaniczne oddzielenie pozostałości tkanek miękkich od kości, które pozostają po rozbiorze i wykrawaniu tusz drobiowych, wieprzowych i wołowych. Surowiec, z którego pozyskiwany jest MOM, to kości lub ich fragmenty (tkanka twarda) z naturalnie przyległą tkanką miękką, w postaci głównie fragmentów mięsa chudego, tłuszczu i tkanki łącznej, które w procesie odkostniania oddziela się od kości (43, 51). Mięso oddzielone mechanicznie jest surowcem tańszym od mięsa wykrawanego ręcznie i powszechnie stosowanym w przetwórstwie w kraju i na świecie. Wykorzystywane jest głównie do produkcji pasztetów, konserw, kielbas drobno rozdrobnionych i homogenizowanych oraz wyrobów garmażeryjnych, np. hamburgerów, krokietów (9, 53). W ciągu ostatnich lat obserwuje się zarówno na świecie, jak i w Polsce coraz większe spożycie mięsa drobiowego. W związku z tym wzrasta także produkcja MOM z kości drobiowych oraz jego wykorzystanie w przemyśle. MOM różni się od mięsa wykrawanego ręcznie pod względem cech fizykochemicznych i mikrobiologicznych (2, 6). Jest to surowiec wrażliwy technologicznie, podatny na zanieczyszczenia mikrobiologiczne ze względu na

sposób jego produkcji, dlatego istotne jest zadbanie o jego jakość i bezpieczeństwo (31, 56).

W publikacji omówiono techniki produkcji mięsa oddzielonego mechanicznie, jego skład chemiczny i jakość żywieniową oraz jakość mikrobiologiczną. Ponadto opisano metody utrwalania MOM oraz nowe kierunki zastosowania biokonserwacji w przemyśle mięsnym.

Techniki produkcji MOM

W praktyce przemysłowej MOM pozyskuje się dwiema metodami: metodą naruszającą strukturę kości i metodą nienaruszającą struktury kości (39, 51). W celu pozyskania MOM stosowane są separatory. W separatorach niszczących strukturę kości następuje rozdrobnienie kości, które następnie są prasowane i pozbawiane tkanek mięśniowych. Wstępnie rozdrobniona masa kostno-mięśniowa kierowana jest na sita o średnicy otworów ok. 1 mm, gdzie zostaje oddzielona grubsza frakcja kostna od homogenatu tłuszczowo-mięśniowego. W zależności od zastosowanego urządzenia i parametrów technicznych (tj. zastosowane ciśnienie, średnica otworów sita, średnica perforacji bębna) parametry jakościowe MOM oraz struktura pro-

duktu mogą być zróżnicowane (20, 25). W przypadku zastosowania procesów wysokociśnieniowych (od 100 do 400 barów) uzyskuje się półprodukt o ciastowatej konsystencji, która wynika z utraty lub modyfikacji pierwotnej struktury tkanki mięśniowej. Natomiast użycie innych technik, np. niskociśnieniowych (od kilku do 100 barów) pozwala uzyskać produkt o wyglądzie zbliżonym do mięsa mielonego (25).

W przypadku drugiej metody mięso oddzielane jest bez naruszenia struktury kości za pomocą wirującego bębna z perforacją. Otwory w bębnie mają wypukłe ostre powierzchnie, a dociskany do powierzchni bębna surowiec mięsny zdzierany jest z powierzchni kości. W ten sposób tkanki miękkie z powierzchni kości przedostają się do bębna, z którego są odbierane (25, 51).

Skład chemiczny i jakość żywieniowa MOM

Skład chemiczny oraz wartość technologiczną mięsa oddzielonego mechanicznie w dużym stopniu determinuje rodzaj i jakość surowca, udział mięsa reszkowego, które pozostało na kościach, temperatura użytego surowca przed i po odkostnianiu oraz stan higieniczny urządzeń do separacji. MOM uzyskany techniką niszczącą strukturę kości różni się składem chemicznym w porównaniu z MOM pozyskanym metodą nienaruszającą struktury kości (20, 58).

Pod względem wartości odżywczej MOM różni się od mięsa oddzielonego ręcznie. MOM charakteryzuje się niższą zawartością białka i wyższą zawartością tłuszczu, popiołu, wapnia oraz żelaza. W badaniach Michalskiego (32) oznaczano zawartość białka, fosforu, wody, tłuszczu i popiołu w mięsie drobiowym oddzielonym mechanicznie (MDOM) pochodzącym z różnych surowców (gęsi, kurczęta, kaczki) z polskich zakładów mięsnych. Średnia zawartość białka wyniosła 12,5%, wody 61,6%, popiołu 0,8% i tłuszczu 26,0%. Wartości średnie wybranych parametrów chemicznych MDOM przedstawiono w tabeli 1. W ocenie autora badań 20% analizowanych próbek surowca charakteryzowało się zaniżoną zawartością białka, zaś 50% próbek zawyżoną zawartością tłuszczu, w odniesieniu do nieobligatoryjnej polskiej normy na mięso drobiowe oddzielone mechanicznie (PN-92/A-86522).

W badaniach Calhoun i wsp. (8) stwierdzono, że średnia zawartość tłuszczu w mięsie wieprzowym oddzielonym mechanicznie wynosiła 18,9% i była wyższa w porównaniu z mięsem wykrawanym ręcznie (16,2%). Natomiast średnia zawartość białka w MOM wieprzowym wynosiła 15,4%, a w mięsie wykrawanym ręcznie 17,2%. Należy jednak zaznaczyć, że za-

wartość tłuszczu w MOM jest zróżnicowana i zależy w głównej mierze od rodzaju surowca poddanego odkostnianiu.

Według obecnie obowiązujących przepisów Unii Europejskiej, zawartość wapnia w mięsie oddzielonym mechanicznie uzyskanym metodą nieniszczącą struktury kości nie może przekraczać 0,1%. W przypadku mięsa pozyskanego techniką niszczącą strukturę kości zawartość wapnia nie jest limitowana (33, 43).

Zawartość wapnia w MOM oraz w mięsie pozyskiwanym ręcznie jest zróżnicowana w zależności od gatunku zwierzęcia, części tuszy oraz sposobu pozyskiwania mięsa. W próbkach badanych przez Michalskiego (33) zawartość wapnia w MOM wieprzowym pozyskanym techniką niszczącą strukturę kości wahała się od 0,057% do 0,20% przy średniej zawartości 0,146%. Natomiast w próbkach uzyskanych techniką nienaruszającą struktury kości zawartość wapnia wynosiła od 0 (nie stwierdzono) do 0,133% przy średniej zawartości 0,047%. W badaniach Bełkota i wsp. (5) średnia zawartość wapnia w mięsie drobiowym oddzielonym mechanicznie z kurcząt wynosiła 0,18%, w MDOM z gęsi 0,03%, natomiast w mięsie z kurczaka oraz gęsi wykrawanym ręcznie zawartość wapnia była na istotnie niższym poziomie i wynosiła 0,01%. Abdullah i Al-Najdawi (1) badali zawartość wapnia w mięsie z kurczaka oddzielonym mechanicznie oraz ręcznie ze skórą i bez skóry. Zawartość wapnia w mięsie oddzielonym mechanicznie wynosiła 0,163% w mięsie ze skórą i 0,23% w mięsie bez skóry. Zawartość wapnia w mięsie drobiowym oddzielanym ręcznie była niższa i wynosiła w mięsie ze skórą 0,017% i 0,014% w mięsie bez skóry. Podobną zawartość dla MDOM wykazali Serdaroğlu i Yildiz Turp (46). Ponadto wykazali, że w MOM wołowym zawartość wapnia wynosiła 0,14%, natomiast w mięsie wołowym wykrawanym ręcznie 0,05%. W badaniach Calhoun i wsp. (8) uzyskano podobną zależność. W MOM wieprzowym zawartość wapnia była wyższa i wynosiła 0,11%, natomiast w mięsie wieprzowym wykrawanym ręcznie 0,027%. Z kolei w mięsie mielonym wieprzowym średnia zawartość wapnia wynosiła 0,006%. Wysoka zawartość wapnia w MOM może być korzystna dla osób, które z powodu nietolerancji laktozy nie mogą spożywać mleka i produktów mlecznych. Wapń i żelazo występujące w mechanicznie odkostnionym mięsie mogą być łatwo wchłaniane przez organizm ludzki. Minerale te są obecne w mięsie oddzielonym mechanicznie w wyższych proporcjach niż w mięsie oddzielonym ręcznie, co ma duże znaczenie dla żywienia (28, 49).

W MOM uzyskanym techniką niszczącą strukturę kości, ze względu na obecność cząstek kości i szpiku kostnego zwiększa się ilość związków mine-

Tab. 1. Wartości wybranych parametrów chemicznych MDOM, w%, (m/m) (32)

Rodzaj MDOM	Liczba próbek	Białko	Fosfor	Woda	Tłuszcz	Popiół
Kurczę	29	13,68 ± 1,04	0,16 ± 0,04	66,13 ± 3,43	20,41 ± 4,13*	0,88 ± 0,15
Gęś	10	9,12 ± 1,58	0,11 ± 0,04	48,73 ± 4,44	46,63 ± 3,74**	0,56 ± 0,12
Kaczka	1	11,4	0,13	57	-	0,66

Objaśnienia: * – średnia z 11 próbek, ** – średnia z 3 próbek

ralnych, m.in. fluoru. Fluor zapobiega powstawaniu próchnicy u dorosłych, natomiast u dzieci nadmiar fluoru może wywołać fluorozę, objawiającą się charakterystycznymi plamami na zębach w kolorze od kredowobiałego do brązowego. Z tego powodu w Stanach Zjednoczonych stosowanie mechanicznie odkostnionego mięsa z kurcząt w produktach mięsnych jest ograniczone do 20%, a mechanicznie oddzielone czerwone mięso nie może być stosowane w żywności dla dzieci i niemowląt (28, 49, 58).

Ze względu na jakość zdrowotną niepokojąca może być także wyższa zawartość fosforu w próbkach MDOM w porównaniu z mięsem oddzielonym ręcznie. Zawartość fosforu w MOM uzależniona jest głównie od rodzaju surowca kierowanego do odkostniania i wydajności procesu. Jest to istotny parametr jakościowy, którego nie normalizują przepisy. Należy zatem zwrócić szczególną uwagę na zawartość fosforu w MOM kierowanym do produkcji w celu zapobieżenia wyprodukowaniu wyrobu potencjalnie szkodliwego dla zdrowia konsumenta (32).

Zawartość cholesterolu w MOM drobiowym i wieprzowym jest zazwyczaj wyższa niż w przypadku mięsa odkostnionego ręcznie. Wzrost cholesterolu wynika ze zwiększonej zawartości tłuszczu, skóry i szpiku kostnego. Serdaroğlu i Yildiz Turp (46) wykazali, że mięso odkostnione ręcznie charakteryzuje się niższą zawartością cholesterolu (56,9 mg/100 g) w porównaniu z MDOM (63,6 mg/100 g). Podobną zależność w MDOM wykazali Al-Najdawi i Abdullah (2). W MOM wieprzowym zawartość cholesterolu w porównaniu z mięsem wieprzowym wykrawanym ręcznie była znacznie wyższa i wynosiła, odpowiednio, 101,67 mg/100 g i 72,33 mg/100 g. Natomiast w mięsie wieprzowym mielonym średnia zawartość cholesterolu wynosiła 62,33 mg/100 g (8).

Proces mechanicznego odkostniania, szczególnie prowadzony techniką wysokociśnieniową, ze względu na znaczne uszkodzenia tkanek mięśniowych oraz ekspozycję stosunkowo dużej powierzchni surowca na tlen atmosferyczny, wpływa na zwiększone utlenianie lipidów, gdyż uszkodzone tkanki są bardziej podatne na zjełczenie. W związku z tym MOM może charakteryzować się wyższą zawartością produktów peroksydacji, które nie są korzystne dla zdrowia (49, 54, 58). W badaniach Małachowskiej i wsp. (26) parówki drobiowo-wieprzowe bez dodatku MOM charakteryzowały się zawartością tłuszczu na poziomie 22%, parówki drobiowo-cielęce 13%, natomiast w parówkach drobiowo-wieprzowych z dodatkiem MOM na poziomie 57% zawartość tłuszczu wynosiła 23%. Udział procentowy nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) wynosił od 40% (parówki drobiowo-cielęce) do 48% (parówki z dodatkiem MOM). Ponadto stwierdzono, że badane parówki z dodatkiem MOM stanowią niezbilansowane źródło kwasów tłuszczowych ze względu na przewagę kwasów omega-6, co jest niekorzystne dla dzieci. MOM uzyskany techniką niszczącą

strukturę kości charakteryzuje się wyższą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) w porównaniu z mięsem wykrawanym ręcznie.

Domaradzki i wsp. (14) wykazali, że wartość energetyczna parówek drobiowo-wieprzowych wytworzonych z udziałem MDOM z kurcząt (224 kcal) jest porównywalna z wartością odżywczą parówek bez dodatku MDOM (267 kcal) dostępnych na lokalnym rynku, jednakże parówki z dodatkiem MDOM charakteryzowały się niższą zawartością białka (9 g/100 g) niż parówki bez dodatku MDOM (12 g/100 g). W ocenie sensorycznej parówki z dodatkiem MDOM uzyskały niską notę (2,75 pkt. w skali 5-punktowej). Wyrób ten, zarówno przed, jak i po obróbce cieplnej charakteryzował się barwą, smakiem i zapachem nietypowym, mało charakterystycznym dla tej grupy wyrobów, w porównaniu z wyrobami bez dodatku MDOM.

W mięsie drobiowym oddzielonym mechanicznie uzyskanym techniką niszczącą strukturę kości występuje istotnie większa zawartość barwników hemowych oraz wyższe pH, w porównaniu z mięsem wykrawanym ręcznie. Jest to spowodowane zwiększoną ilością szpiku kostnego pochodzącego ze wstępnie rozdrabnianych kości. Obecność barwników hemowych wpływa na ciemniejszą barwę MDOM (39, 54). Wartość pH szpiku kostnego wynosi od 6,8 do 7,4. W mięsie drobiowym ręcznie wykrawanym z piersi pH wynosi od 5,8 do 5,9, a w mięsie z ud od 6,2 do 6,3. Mięso drobiowe oddzielone mechanicznie charakteryzuje pH między 6,5 a 7,0 (54). Zbliżoną kwasowość MDOM (6,88) stwierdzono w badaniach Stangierskiego i wsp. (50).

W badaniach Calhoun i wsp. (8) mięso wieprzowe oddzielone mechanicznie charakteryzowało się kwasowością na poziomie 6,39, natomiast w mięsie wieprzowym mielonym pH wynosiło 6,12. Wysokie pH w MOM sprzyja utrzymywaniu wody, ale jednocześnie ma wpływ na wzrost liczby drobnoustrojów, przyspieszających proces psucia (54).

Jakość mikrobiologiczna MOM

Wymagania mikrobiologiczne dla MOM określone w przepisach Unii Europejskiej dotyczą jedynie mięsa uzyskanego techniką nieniszczącą struktury kości. Zgodnie z rozporządzeniem 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. (42) w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych, z późniejszymi zmianami, dla MOM uzyskiwanego tą techniką ustalono kryterium bezpieczeństwa – pałeczki z rodzaju *Salmonella* nieobecne w 10 g. Przepis wprowadził również kryteria higieny procesu dla MOM. Jest to liczba bakterii tlenowych: $m = 5 \times 10^5$ jtk/g; $M = 5 \times 10^6$ jtk/g oraz pałeczki z grupy *coli*: $m = 50$ jtk/g; $M = 500$ jtk/g.

Najczęściej spotykaną mikroflorą na kościach i surowcu drobiowym, który może być kierowany do produkcji MOM, są bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, chorobotwórcze szczepy *Salmonella* spp., *Campylo-*

bacter spp., *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus* oraz bakterie saprofityczne powodujące psucie surowca, głównie bakterie z rodzaju *Pseudomonas*, które rozwijają się w niskiej temperaturze. Powierzchnia świeżego mięsa drobiowego przechowywanego w warunkach chłodniczych przy wysokiej wilgotności stanowi idealne środowisko do rozwoju bakterii tlenowych, do których należą *Pseudomonas*. Do produkcji MDOM często kierowane są elementy ze skórą. Mikroflora drobiu rozwija się lepiej na powierzchni skóry drobiu niż na mięśniach (31, 34, 36, 59).

Na jakość mikrobiologiczną surowca przeznaczonego do pozyskania MOM wpływa wiele czynników. Do istotnych czynników należą m.in.: stan mikrobiologiczny surowca, sposób traktowania surowca podczas produkcji, stan higieniczny urządzeń i pomieszczeń produkcyjnych oraz staranność prowadzenia poszczególnych procesów podczas pozyskiwania mięsa oddzielonego mechanicznie. Na stopień zanieczyszczenia MOM duży wpływ mają także: stan zdrowia zwierzęcia, warunki, w jakich zwierzę przebywało przed ubojem, sposób rozbioru tuszy, transportu i magazynowania. Stan mikrobiologiczny surowca użytego do produkcji MOM przekłada się na trwałość produktów mięsnych wytworzonych z jego udziałem (10, 15, 38, 48).

Na problem jakości mikrobiologicznej mięsa oddzielonego mechanicznie pozyskiwanego w polskich zakładach przemysłowych wskazuje wiele badań (30, 40). Pomykała i Michalski (40) badali 46 partii mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie, pobranego z krajowych zakładów przemysłowych. W każdej z tych partii stwierdzono obecność pałeczek *Salmonella* spp. w 25 g, co bezwarunkowo dyskwalifikuje surowiec do dalszego przetwarzania. W 27 próbkach MDOM wykazano obecność beztlenowych bakterii przetrwalnikujących w 0,01 g. Ponadto odnotowano obecność bakterii z grupy *coli* w 0,001 g w 40 badanych próbkach oraz gronkowce koagulazo-dodatnie obecne w 0,1 g w 35 próbkach. W odniesieniu do wymagań przedstawianych w normie na mięso drobiowe oddzielone mechanicznie (PN-A-86522:1992) żadna z badanych próbek nie spełniała jej wymagań. Ze względu na stosunkowo wysokie zanieczyszczenie mikrobiologiczne mięso drobiowe oddzielone mechanicznie może być używane wyłącznie do produktów, które są poddawane obróbce cieplnej.

Metody utrwalania MOM

Hać-Szymańczuk i wsp. (21) badali wpływ dodatku preparatów szałwii na jakość mikrobiologiczną mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie. Surowiec użyty do badań charakteryzował się liczbą bakterii tlenowych mezofilnych na poziomie 5,86 log jtk/g, bakterii psychrofilnych 6,28 log jtk/g, drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* 3,28 log jtk/g oraz enterokoków 4,46 log jtk/g. W badanych próbkach

nie stwierdzono obecności *Salmonella* spp. w 25 g. Najlepszy efekt hamujący rozwój drobnoustrojów wykazał dodatek olejku eterycznego z szałwii. Niemniej, przy jego zastosowaniu, po 14 dniach przechowywania liczba bakterii tlenowych mezofilnych, bakterii psychrofilnych, drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz enterokoków utrzymywała się nadal na stosunkowo wysokim poziomie, odpowiednio, 8,28 log jtk/g, 8,82 log jtk/g, 6,74 log jtk/g oraz 7,56 log jtk/g.

Gomes i wsp. (19) badali wpływ promieniowania gamma na stan mikrobiologiczny schłodzonego mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie. W próbkach napromieniowanych (3 i 4 kGy) przechowywanych przez 8 dni w warunkach chłodniczych liczba bakterii psychrotrofowych była niższa niż w próbkach nie poddanych promieniowaniu, jednakże zarówno w próbkach poddanych promieniowaniu, jak i nienapromieniowanych liczba bakterii psychrotrofowych po 12 dniach przechowywania była na stosunkowo wysokim poziomie (6,48 log jtk/g).

Pozytywny efekt bakteriostatyczny dla MDOM uzyskali Tuboly i wsp. (56), stosując wysokie ciśnienie. W badaniach rozmrożono MOM z indyka, poddano działaniu ciśnienia 400 MPa przez 20 minut i przechowywano przez 4 i 8 miesięcy w temperaturze -20°C . Obróbka ciśnieniem spowodowała obniżenie całkowitej liczby bakterii tlenowych o 2,7 log oraz *Enterobacteriaceae* o 3,1 log. Podczas przechowywania całkowita liczba bakterii tlenowych stopniowo zmniejszała się, a liczba *Enterobacteriaceae* była poniżej poziomu wykrywalności. W próbkach schłodzonych przy zastosowaniu ciśnienia 200 MPa przez 20 minut i przechowywaniu przez 15 dni w temperaturze 4°C odnotowano obniżenie całkowitej liczby bakterii tlenowych o 1 log, zaś *Enterobacteriaceae* zostały całkowicie zainaktywowane.

Nie wszystkie sposoby utrwalania MOM prowadzone w warunkach laboratoryjnych mogą być zaadaptowane do zakładów produkujących i przetwarzających MOM na dużą skalę. W praktyce przemysłowej stosuje się najczęściej dwie metody: mrożenie lub peklowanie.

Proces zamrażania pozwala przedłużyć trwałość mięsa oddzielonego mechanicznie. Podczas tego procesu temperatura jest utrzymywana w zakresie od -18°C do -30°C . Na jakość oraz przydatność technologiczną mięsa podczas przechowywania w stanie zamrożonym wpływa wiele czynników, m.in. jakość pozyskanego surowca, szybkość zamrażania i jego parametry, warunki przechowywania oraz sposób rozmrażania (17). Poza szeregiem zalet zamrażania, proces ten powoduje także niekorzystne zmiany właściwości mięsa. Do wad można zaliczyć m.in. pogorszenie wodochłonności, wyciek, zmienioną barwę na powierzchni, jak też obniżenie rozpuszczalności białek. Przechowywanie zamrażalnicze skutkuje także pogorszeniem cech sensorycznych wywołanych przemianami fizycznymi, chemicznymi, mikrobiologicznymi oraz enzymatycznymi (11, 52).

W praktyce przemysłowej stosuje się proces peklowania azotanem (III) sodu farszów z udziałem MOM. Proces peklowania, obok kształtowania barwy, smaku i zapachu produktów mięsnych, odgrywa także istotną rolę w ich utrwalaniu. Jest to związane przede wszystkim z działaniem bakteriostatycznym azotanów (III) dodanych na odpowiednim poziomie, w połączeniu z innymi substancjami stosowanymi w procesie peklowania mięsa, działającymi synergistycznie, głównie z chlorkiem sodu. Azotan (III) sodu jest przede wszystkim czynnikiem zapobiegającym wzrostowi i wytwarzaniu toksyn przez *Clostridium botulinum* (24, 45, 47). W większości dostępnych źródeł literaturowych stwierdza się, że jednym z bardziej prawdopodobnych mechanizmów antybotulinowej funkcji azotanu (III) jest sekwestrowanie przez niego jonów żelaza, niezbędnych do proliferacji i produkowania toksyny przez *Clostridium botulinum*. Wiadomo, że azotan (III) przejawia niekorzystny wpływ również na inne bakterie. Cytotoksyczność azotanu (III) w stosunku do bakterii polega prawdopodobnie na blokowaniu enzymów metabolizmu energetycznego: dehydrogenaz, koenzymu A, aldolazy. W celu zapewnienia bakteriostatycznego działania azotanu (III) sodu, jego stężenie na początku procesu peklowania powinno wynosić 80-150 mg/kg (45, 47).

Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa żywności (EFSA) prowadzi obecnie proces ponownej oceny substancji dodatkowych dozwolonych do stosowania w żywności. Ocenie tej poddane zostaną azotany (III) i (V). W związku z udowodnionym negatywnym wpływem, jaki azotany (III) mogą wywierać na zdrowie człowieka, planuje się istotnie obniżyć poziom stosowania tych związków w produkcji wędlin (obniżenie dawki maksymalnej ze 150 mg/kg do 60 mg/kg lub niższej). Niektóre kraje Unii Europejskiej, np. Dania, wprowadziły już wewnętrzne regulacje obniżające poziom stosowania tych związków w produkcji wędlin (12, 41). Istotne obniżenie dodatku związków azotowych może ograniczyć ich przydatność w przedłużeniu trwałości farszów z MOM, zatem celowe jest poszukiwanie nowych, szybkich metod i sposobów jego utrwalania.

Biokonserwacja w przemyśle mięsnym

Biokonserwacja odnosi się do przedłużenia okresu przechowywania oraz zwiększenia bezpieczeństwa żywności przy wykorzystaniu naturalnej mikroflory i/lub jej produktów antybakteryjnych. Duży potencjał w tym zakresie mają bakterie kwasu mlekowego (LAB – Lactic Acid Bacteria), które są bezpieczne do spożycia, a w czasie przechowywania w naturalny sposób dominują mikroflorę w wielu produktach spożywczych (23, 44).

LAB mogą hamować wzrost patogenów przez obniżenie pH podczas fermentacji. W celu zapewnienia odpowiednich warunków rozwoju wytwarzają szereg substancji przeciwdrobnoustrojowych uwalnianych

poza komórkę. Oprócz kwasów organicznych, nadtlenu wodoru, diacetylu i dwutlenku węgla, wytwarzają liczną grupę substancji białkowych, zwanych bakteriocynami, które wykazują znaczące działanie bakteriobójcze i/lub bakteriostatyczne (13, 19, 44).

Przy stosowaniu bakteriocyn jako substancji konserwujących żywność należy brać pod uwagę czynniki, które mogą utrudniać działanie tych substancji w zmiennym środowisku. Żywność stanowi matrycę złożoną z wielu mikroelementów wzajemnie oddziałujących na siebie. Interakcje między składnikami żywności a bakteriocynami mogą działać hamująco na efektywność bakteriocyn (15, 18). W przypadku produktów mięsnych dodatek mikroorganizmów, takich jak np.: *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Carnobacterium*, *Lactobacillus* spp., które wytwarzają bakteriocyny i zostały wyizolowane z produktów mięsnych, daje lepsze rezultaty niż dodatek nizin. Warunki panujące w środowisku mięsnym, np. niskie pH, nie sprzyjają jej działaniu (18). W porównaniu z produktami mlecznymi użycie nizin w produktach mięsnych nie jest satysfakcjonujące także z powodu jej niskiej rozpuszczalności i braku stabilności w środowisku mięsnym. Należy wziąć pod uwagę, że mięso i produkty mięsne to matryca, w której występuje wiele czynników mających wpływ na wzrost mikroorganizmów i produkcję ich metabolitów. Z kolei inne bakteriocyny, takie jak np.: sakacyna, enterocyna, pediocyna, kurwacyna, mesenterycyna, dodane do produktów w formie oczyszczonej lub półoczyszczonej, dają obiecujące efekty. Wykazują one działanie bakteriostatyczne przez hamowanie wzrostu *L. monocytogenes* (15).

Przy zastosowaniu *Lactobacillus plantarum* produkującego plantarycynę zaobserwowano efekt hamujący wzrost *Listeria monocytogenes* w surowym i gotowanym mięsie z kurczaka (16). Podobne wyniki dotyczące bakteriostatycznego działania względem *L. monocytogenes* uzyskano przy zastosowaniu bakteriocyn pochodzących z *Bifidobacterium bifidum* oraz *Lactococcus lactis* w mięsie drobiowym przechowywanym w warunkach chłodniczych (60).

Melero i wsp. (29) przeprowadzili badania, wykorzystując technologię płótków z użyciem modyfikowanej atmosfery (MAP) i ochronnych kultur bakteryjnych. W badaniach stwierdzono, że dodatek *Leuconostoc pseudomesenteroides* PCK18 na poziomie 5,20 log jtk/g spowodował obniżenie liczby *Listeria monocytogenes* o 1,22 log jtk/g w burgerach z kurczęcia zapakowanych w MAP. Ponadto wykazano antagonistyczne działanie *Bifidobacterium longum* ssp. *longum* PCB133 wobec *Campylobacter jejuni* w próbkach z ud kurczęcia pakowanych w modyfikowanej atmosferze. Dzięki zastosowanym kulturom bakterii, okres przechowywania badanych produktów przedłużony został niemal dwukrotnie.

Bakterie kwasu mlekowego stosuje się powszechnie w przetwórstwie mięsa do produkcji wędlin fermentowanych (13, 35, 37). Nowym kierunkiem jest próba

zastosowania LAB do zwiększenia trwałości i bezpieczeństwa zdrowotnego surowych wyrobów mięsnych, jak np. metka i tatar. Prowadzone są również badania nad możliwością zastosowania wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego do bioprotekcji wędlin parzonych (7, 16).

W badaniach Trzaskowskiej i wsp. (55) oceniono jakość mikrobiologiczną kielbasy surowej dojrzewającej z dodatkiem szczepu *Lactobacillus casei* LOCK 0900 m.in. pod względem bezpieczeństwa zdrowotnego i stabilności mikrobiologicznej. Uzyskane wyniki potwierdziły korzystny wpływ fermentacji z użyciem bakterii probiotycznych na bezpieczeństwo zdrowotne produktu. Próbkę, które miały największy dodatek bakterii probiotycznych, bezpośrednio po fermentacji charakteryzowały się najmniejszą liczbą niepożądanych bakterii (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae*).

Przeprowadzone przez Bredholt i wsp. (7) badania wskazują na możliwość zastosowania *Lactobacillus sakei* w celu zahamowania wzrostu *Listeria monocytogenes* w produktach poddanych obróbce cieplnej, zapakowanych próżniowo w formie plastrów. Podobne efekty uzyskano w przypadku dodatku bakterii kwasu mlekowego do produktów typu „ready to eat” (3). Z kolei Vermeiren i wsp. (57) w swoich badaniach wykazali, że użycie *Lactobacillus sakei* w gotowanych wyrobach mięsnych utrzymuje, a w niektórych przypadkach nawet przedłuża ich okres przydatności do spożycia, przy jednoczesnym hamowaniu rozwoju *Listeria monocytogenes*.

Maragkoudakis i wsp. (27) scharakteryzowali 635 szczepów bakterii kwasu mlekowego wyizolowanych z żywności pod kątem ich potencjalnego zastosowania jako kultur ochronnych w żywności. W badaniach zastosowano metodę selekcji w celu uzyskania najbardziej odpowiednich szczepów do zastosowania w mięsie z kurcząt. Ostatecznie wybrano dwa szczepy: *Enterococcus faecium* PCD71 i *Lactobacillus fermentum* ACA-DC179, które znacznie wpłynęły na zmniejszenie wzrostu *Listeria monocytogenes* i *Salmonella enteritidis*. Ponadto stwierdzono, że najprawdopodobniej szczepy te nie mają negatywnego wpływu na parametry biochemiczne związane z psuciem mięsa drobiowego.

Podobne rezultaty osiągnęli Angmo i wsp. (4), którzy sprawdzali bioprotekcyjne działanie *Lactobacillus brevis* i *Lactobacillus* sp. względem *Yersinia enterocolitica* w mięsie przechowywanym w warunkach chłodniczych. W badaniach stwierdzono obniżenie liczby *Yersinia enterocolitica* w próbkach mięsa zaszczipionych *Lactobacillus brevis* i *Lactobacillus* sp. W próbkach, w których rozwijał się szczep *Yersinia enterocolitica* bez dodatku innych szczepów, obserwowano znaczny wzrost populacji z 5,45 log jtk/ml (1. dzień) do 7,94 log jtk/ml (28. dzień). Natomiast w próbkach z *Lactobacillus brevis* i *Lactobacillus* sp., po początkowym wzroście *Y. enterocolitica* w 7. dniu

przechowywania, po 28 dniach jej liczba obniżyła się do 4,90 log jtk/ml w próbce z *Lactobacillus* sp. oraz do 4,44 log jtk/ml w próbce z *Lactobacillus brevis*, co wskazywało na aktywność bakteriobójczą zastosowanych szczepów.

W dostępnym piśmiennictwie brak jest informacji dotyczących próby utrwalania MOM z zastosowaniem bakterii kwasu mlekowego. Natomiast Hecer i Sözen (22) badali wpływ dodatku kwasu mlekowego na jakość mikrobiologiczną MOM. Dodatek kwasu mlekowego na poziomie 0,2% i 0,3% wpłynął na poprawę jakości mikrobiologicznej mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie, nie pogarszając przy tym jego cech sensorycznych. Wyższy dodatek kwasu mlekowego (0,5%) wpłynął korzystnie na zmniejszenie liczby drobnoustrojów, natomiast nie był akceptowany w ocenie sensorycznej.

Mięso oddzielone mechanicznie jest surowcem o niższej jakości pod względem mikrobiologicznym, fizykochemicznym i technologicznym w porównaniu z mięsem wykrawanym ręcznie. Niska jakość mikrobiologiczna MOM wpływa na końcową jakość produktów z jego udziałem, które mają krótszą trwałość. Metody utrwalania tego surowca, dotychczas stosowane, mogą być niewystarczające w związku z nadchodzącymi zmianami w zakresie stosowania związków azotowych. Metody biokonserwacji dają szansę na stabilizację jakości mikrobiologicznej mięsa, w tym MOM, które jest szczególnie podatne na tego typu zanieczyszczenia. Zastosowanie bakterii kwasu mlekowego w MOM może być alternatywą dla aktualnie stosowanych metod konserwacji lub dodatkowym elementem w technologii płotków, poprawiającym jego jakość. Celowe jest przeprowadzenie badań, które pozwolą ocenić skuteczność tych metod w surowcu o wysokim zanieczyszczeniu mikrobiologicznym.

Piśmiennictwo

1. Abdullah B., Al-Najdawi R.: Functional and sensory properties of chicken meat from spent-hen carcasses deboned manually or mechanically in Jordan. Int. J. Food Sci. Tech. 2005, 40, 537-543.
2. Al-Najdawi R., Abdullah B.: Proximate composition, selected minerals, cholesterol content and lipid oxidation of mechanically and hand-deboned chickens from the Jordanian market. Meat Sci. 2002, 61, 243-247.
3. Amézquita A., Braherars M. M.: Competitive inhibition of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat products by lactic acid bacteria. J. Food Protect. 2002, 65, 316-325.
4. Angmo K., Kumari A., Monika, Savitri, Bhalla T. Ch.: Antagonistic activities of lactic acid bacteria from fermented foods and beverage of Ladakh against *Yersinia enterocolitica* in refrigerated meat. Food Biosci. 2016, 13, 26-31.
5. Belkot Z., Ziomek M., Gondek M.: Wartość odżywcza odzyskanego mechanicznie mięsa kurcząt i gęsi. Med. Weter. 2013, 69, 499-504.
6. Branscheid W., Judas M., Höreth R.: The morphological detection of bone and cartilage particles in mechanically separated meat. Meat Sci. 2009, 81, 46-50.
7. Bredholt S., Nesbakken T., Holck A.: Industrial application of an antilisterial strain of *Lactobacillus sakei* as a protective culture and its effect on the sensory acceptability of cooked, sliced, vacuum-packaged meats. Int. J. Food Microbiol. 2001, 66, 191-196.
8. Calhoun C. M., Schnell T. D., Mandigo R. W.: Properties and utilization of pork from an advanced meat recovery system. J. Food Sci. 1999, 64, 76-81.
9. Cegińska A., Kuczyńska N., Pietrzak D.: Zastąpienie surowca wieprzowo-wolowego w kielbasach homogenizowanych przez mięso drobiowe oddzielone mechanicznie, uzyskane po separacji wysoko- i niskociśnieniowej. Żyw. Technol. Jak. 2014, 3, 123-135.

10. *Cervený J., Meyer J. D., Hall P. A.*: Microbiological spoilage of meat and poultry products, [w:] Sperber W. H., Doyle M. P. (red.): Food Microbiology and Food Safety, Springer, New York 2009, 69-85.
11. *Chwastowska-Siwiecka I., Skiepmo N.*: Jakość mięsa drobiowego podczas zamrażania i zamrażalniczego przechowywania. *Gospodarka Mięсна* 2013, 7, 8-16.
12. Decyzja Komisji (UE) 2015/826 z dnia 22 maja 2015 r. dotycząca przepisów krajowych zgłoszonych przez Danię w sprawie dodawania azotynów do niektórych produktów mięsnych (notyfikowana jako dokument nr C (2015), 3526).
13. *Dolatowski Z. J., Kolożyn-Krajewska D.*: Bakterie probiotyczne w produktach mięsnych. *Przemysł Spożywczy* 2010, 21-25.
14. *Domaradzki P., Florek M., Litwińczuk A., Kaliniak A., Staszowska A.*: Jakość parówek w sprzedaży detalicznej oferowanych dla dzieci, [w:] Zieliński R., Zuchowski J. (red.): Wybrane aspekty oceny jakości żywności. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom 2012, s. 128-140.
15. *Drosinos E. H., Mataragas M., Kampani A., Kritikos D., Metaxopoulos I.*: Inhibitory effect of organic acid salts on spoilage flora in culture medium and cred cooked meat products under commercial manufacturing conditions. *Meat Sci.* 2006, 73, 75-81.
16. *Enan G.*: Behaviour of *Listeria monocytogenes* LMG 10470 in poultry meat and its control by the bacteriocin Plantaricin UG 1. *Int. J. Poultry Sci.* 2006, 5, 355-359.
17. *Gambuteanu C., Borda D., Alexe P.*: The Effect of Freezing and Thawing on Technological Properties of Meat: Review. *J. Agroalim. Proc. Technol.* 2013, 19, 88-93.
18. *Gomes B. C., Winkelströter L. K., dos Reis F. B., De Martinis E. C. P.*: Biopreservation, [w:] Toldra F. (red.): Safety of Meat and Processed Meat, Springer-Verlag, New York 2009, s. 297-312.
19. *Gomes H. A., da Silva E. N., Cardello H. M. A. B., Cipolli K. M. V. A. B.*: Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. *Meat Sci.* 2003, 65, 919-926.
20. *Groves K.*: Evaluation of Simple Microscopy Protocol for Identifying Mechanically Separated Meat in Pork, Chicken and Turkey. *Leatherhead Food Res.* 2011, 8, 1-52.
21. *Hać-Szymańczuk E., Cegiłka A., Lipińska E., Ilczuk P.*: Wpływ szalwii na jakość mikrobiologiczną oraz wartość wskaźnika TBA w mięsie drobiowym uzyskanym mechanicznie. *Med. Weter.* 2014, 70, 704-708.
22. *Hecer C., Sözen B. H.*: Microbiology properties of mechanically deboned poultry meat that applied lactic acid, acetic acid and sodium lactate. *Afr. J. Agric. Res.*, 2011, 16, 3847-3852.
23. *Jachacz L., Dolatowski Z. J.*: Wpływ dodatku bakterii probiotycznych na jakość połówki surowo dojrzewających, Wydawnictwo Naukowe PTTZ, Kraków 2010, 121-140.
24. *Lücke F. K.*: Effect of the use of nitrite on safety and shelf life of cooked meats. *Fleischwirtschaft* 2008, 143, 91-94.
25. *Magda F.*: Separatory MOM w przemyśle mięsnym. *Gospodarka Mięсна*, 2012, 4, 18-22.
26. *Malachowska A., Kruszewski B., Obiedziński M.*: Analiza jakości tłuszczu wybranych kielbas drobno rozdrobnionych przeznaczonych dla dzieci. *Żyw. Człow. Metabol.* 2015, XLII, 16-27.
27. *Maragkoudakis P. A., Mountzouris K. C., Psyrras D., Cremonese S., Fischer J., Cantor M. D., Tsakalidou E.*: Functional properties of novel protective lactic acid bacteria and application in raw chicken meat against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis*. *Int. J. Food Microbiol.* 2009, 130, 219-226.
28. *Mayer A. L., Smith J. S., Kropf D. H., Marsden J. L., Milliken G. A.*: A comparison of recovered meat produced from beef neckbones processed using hand boning, a traditional Advanced Meat Recovery (ARM) system, and a Desinewated Minced Meat system. *Meat Sci.* 2007, 77, 602-607.
29. *Melero B., Vinuesa R., Diez A. M., Jaime I., Rovira J.*: Application of protective cultures against *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter jejuni* in chicken products packaged under modified atmosphere. *Poultry Sci.* 2013, 92, 1108-1116.
30. *Michalski M.*: Charakterystyka podstawowego składu mięsa drobiowego uzyskanego z mechanicznego odkostniania. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn.* 2006, 56, 67-68.
31. *Michalski M.*: Wymagania i ocena jakościowa mięsa oddzielnego mechanicznie otrzymywanego techniką niszczącą oraz techniką nienaruszającą struktury kości. *Mat. Konf. XXXII Dni Przemysłu Mięsnego IBPRS pt. „Postęp w nauce o mięsie i technologii oraz nowe regulacje prawne w przemyśle mięsnym”*. Warszawa 26.11.2009.
32. *Michalski M.*: Zawartość białka, fosforu, wody, tłuszczu, popiołu w MDOM-ie badanym w PIWet-PIB w 2006 roku. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn.* 2007, XLV, 161-168.
33. *Michalski M.*: Zawartość wapnia w mięsie oddzielnym mechanicznie metodą tradycyjną (ciśnieniową) i techniką nieniszczącą struktury kości. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn.* 2009b, XLVII, 77-82.
34. *Nagel G. M., Bauermeister L. J., Bratcher C. L., Singh M., McKee S. R.*: *Salmonella* and *Campylobacter* reduction and quality characteristics of poultry carcasses treated with various antimicrobials in a post-chill immersion tank. *Int. J. Food Microbiol.* 2013, 165, 281-286.
35. *Neffe-Skocińska K., Kolożyn-Krajewska D., Goryl A.*: Wpływ dodatku szczepu *Lactobacillus casei* LOCK 0900 i warunków dojrzewania na jakość fermentowanych połówki podczas przechowywania. *Żyw. Technol. Jak.* 2013, 6, 45-59.
36. *Nowicka P., Wojdyło A., Oszmiński J.*: Zagrożenia powstające w żywności minimalnie przetworzonej i skuteczne metody ich eliminacji. *Żyw. Technol. Jak.* 2014, 2, 5-18.
37. *Okoń A., Dolatowski Z.*: Wpływ bakterii probiotycznych na profil wolnych aminokwasów i cechy sensoryczne połówki wieprzowych surowo dojrzewających podczas przechowywania. *Żyw. Technol. Jak.* 2014, 3, 92-107.
38. *Owens C. M., Alvarado Ch. Z., Sams A. R.*: *Poultry Products Processing*, CRC Press, Boca Raton 2010.
39. *Pietrzak D., Słowiński M., Mroczek J.*: Mięso drobiowe odkostnione mechanicznie. *Przemysł Spożywczy* 2011, 65, 7/8, 68-71.
40. *Pomykala R., Michalski M.*: Microbiological quality of mechanically separated poultry meat. *Acta Sci. Pol.* 2008, 7, 43-49.
41. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 257/2010 z dnia 25 marca 2010 r. ustanawiające program ponownej oceny dopuszczonych dodatków do żywności zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 w sprawie dodatków do żywności.
42. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.
43. Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. L 139 z 30.4.2004, s. 55).
44. *Rzepakowska A., Zielińska D., Oldak A., Kolożyn-Krajewska D.*: Safety assessment and antimicrobial properties of the lactic acid bacteria strains isolated from polish raw fermented meat products. *Int. J. Food Prop.* 2017, 20, vol. 11, 2736-2747.
45. *Sebranek G. J., Bacus J. N.*: Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Sci.* 2007, 77, 136-147.
46. *Serdaroğlu M., Yildiz Turp G.*: Effects of deboning methods on chemical composition and some properties of beef and turkey meat. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2005, 29, 797-802.
47. *Sindelar J. J., Milkowski A. L.*: Sodium Nitrite in Processed Meat and Poultry Meats: A Review of Curing and Examining the Risk/Benefit of Its Use. *AMSA White Paper Series* 2011, 3, 1-14.
48. *Sofos J. N.*: Microbial growth and its control in meat, poultry and fish, [w:] Pearson A. M. (red.): Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products, Springer Science+Business Media, Dordrecht 2009, s. 359-391.
49. *Sözen B. U., Hecer C.*: Potential risk of mechanically separated poultry meat technology. *Akademik Gıda/Academic Food Journal* 2013, 11, 59-63.
50. *Stangierski J., Baranowska H. M., Rezler R., Kijowski J.*: Enzymatic modification of protein preparation obtained from water-washed mechanically recovered poultry meat. *Food Hydrocolloid* 2008, 22, 1629-1636.
51. *Szymański P., Łaszkiwicz B.*: Problemy w identyfikacji mięsa oddzielnego mechanicznie. *Gospodarka Mięсна* 2017, 12, 30-36.
52. *Thielke S., Lhaft S. K., Kühne M.*: Effects of aging prior to freezing on poultry meat tenderness. *Poultry Sci.* 2005, 84, 607-612.
53. *Tolik D., Słowiński M., Desperak K.*: Wpływ zastosowania drobiowego mięsa oddzielnego mechanicznie oraz mięsa odciętego na jakość pasztetów sterylizowanych. *Żyw. Technol. Jak.* 2015, 5, 132-141.
54. *Trindade M. A., de Felício P. E., Castillo C. J. C.*: Mechanically separated meat of broiler breeder and white layer spent hens. *Sci. Agr. (Piracicaba, Braz.)* 2004, 61, 234-239.
55. *Trzaskowska M., Kolożyn-Krajewska D., Wójciak K., Dolatowski Z.*: Microbiological quality of raw-fermented sausages with *Lactobacillus casei* LOCK 0900 probiotic strain. *Food Control* 2014, 35, 184-191.
56. *Tuboly E., Lebovics V. K., Gaál Ö., Mészáros L., Farkas J.*: Microbiological and lipid oxidation studies on mechanically deboned turkey meat treated by high hydrostatic pressure. *J. Food Engin.* 2003, 56, 241-244.
57. *Vermeiren L., Devlieghere F., Vandekinderen I., Debevere J.*: The interaction of the non-bacteriocinogenic *Lactobacillus sakei* 10A and lactocin S producing *Lactobacillus sakei* 148 towards *Listeria monocytogenes* on a model cooked ham. *Food Microbiol.* 2006, 23, 511-518.
58. *Viuda-Martos M., Fernández-López J., Pérez-Álvarez J. A.*: Mechanical deboning, [w:] Hui Y. (red.): Handbook of Meat and Meat Processing, Second Edition, CRC Press, Boca Raton 2012, s. 457-468.
59. *Walczycza M.*: Metody inaktywacji i hamowania wzrostu *Listeria monocytogenes* w przetworach mięsnych. *Żyw. Technol. Jak.* 2005, 2, 61-72.
60. *Yildirim Z., Yildirim M., Johnson M. G.*: Effects of bifidocin B and lactococin R on the growth of *Listeria monocytogenes* and *Bacillus cereus* on sterile chicken breast. *J. Food Safety* 2007, 27, 373-385.