

KATARZYNA NEFFE-SKOCIŃSKA, MARLENA GIEREJKIEWICZ,
DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

OPTIMALIZACJA WARUNKÓW PROCESU FERMENTACJI POŁĘDWIC SUROWO DOJRZEWAJĄCYCH Z DODATKIEM BAKTERII PROBIOTYCZNYCH

Streszczenie

Celem badań była optymalizacja warunków fermentacji polędwic wieprzowych oraz ocena ich wpływu na jakość sensoryczną wyrobów surowo dojrzewających z dodatkiem bakterii probiotycznych.

Materiałem badawczym były surowo dojrzewające polędwice wieprzowe oraz szczep probiotyczny *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 (zgłoszenie patentowe nr P-382760). Przygotowano dwa warianty polędwic: próbę kontrolną z dodatkiem glukozy oraz próbę z dodatkiem glukozy i szczepu probiotycznego, które poddawano dojrzewaniu w trzech zakresach temperatury (16, 20 i 24 °C). Podczas 21-dniowego procesu dojrzewania co 7 dni pobierano próby do badań mikrobiologicznych. Analizę sensoryczną wykonano po zakończeniu dojrzewania produktu. Wykonano dwie serie doświadczenia. Liczbę bakterii mlekowych (LAB) oznaczano przy użyciu aparatu do pomiaru liczby drobnoustrojów – Tempo® (bioMérieux, Francja), natomiast ocenę sensoryczną prowadzono metodą Ilościowej Analizy Opisowej (QDA).

Największy wzrost bakterii LAB, w tym szczepu probiotycznego *Lb. casei* ŁOCK 0900, w polędwicach wieprzowych stwierdzono podczas 21-dniowego dojrzewania w temperaturze 20 °C (od 10^7 do 10^8 log jtk/g). Wysoką liczbę bakterii LAB zaobserwowano również w próbach mięsa dojrzewającego w temp. 24 °C (od 10^6 do 10^7 log jtk/g). Najślabszy wzrost bakterii LAB, w tym szczepu probiotycznego, stwierdzono w próbach polędwic dojrzewających w temp. 16 °C (od 10^4 do 10^6 log jtk/g). Natomiast najwyższą jakością ogólną charakteryzowały się próby produktu dojrzewające w 16 i 20 °C. Pod względem jakości mikrobiologicznej i sensorycznej można uznać, że optymalnymi warunkami procesu fermentacji polędwic surowo dojrzewających z dodatkiem bakterii probiotycznych są: temperatura 20 °C i czas 21 dni.

Słowa kluczowe: polędwice surowo dojrzewające, fermentacja, probiotyki, *Lactobacillus casei*

Wprowadzenie

Żywność fermentowana pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, szczególnie o właściwościach probiotycznych, zyskuje coraz większe znaczenie wśród konsumentów. Dlatego też opracowanie technologii nowych artykułów żywnościowych otrzymywanych na drodze fermentacji, w tym produktów mięsnych surowo dojrzewających wykazujących właściwości probiotyczne, jest koniecznością.

Fermentacja mięsa wywodzi się z czasów starożytnych, z rejonu Morza Śródziemnego, gdzie zachodziła samoczynnie na skutek dogodnych warunków klimatycznych (odpowiednia temperatura i wilgotność powietrza) [16]. Jednak niekontrolowany, przypadkowy proces uniemożliwiał produkcję wyrobów żywnościowych o powtarzalnej jakości. Dopiero od 1940 r. bakterie kwasu mlekowego (LAB) z rodzaju *Lactobacillus*, wyizolowane przez Jensena i Paddocka, zostały użyte jako kultury startowe. Efektem tego było skrócenie czasu dojrzewania mięsa oraz uzyskiwanie produktów mięsnych o powtarzalnych cechach sensorycznych [17]. Obecnie w tradycyjnej technologii mięsa mikroflorą dominującą w procesie fermentacji wyrobów surowo dojrzewających są bakterie LAB, których końcowe produkty przemiany materii przyczyniają się nie tylko do przedłużenia trwałości, ale też do uzyskania korzystnego zapachu, smaku i tekstury [6]. Równoległe, jako kultur startowych, używa się także szczepów nienależących do bakterii kwasu mlekowego, np. *Micrococcus varians*, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus carnosus*, czy *Streptomyces griseus*. Jeszcze innym rozwiązaniem jest zastosowanie szczepionki składającej się ze szczepów bakterii o właściwościach probiotycznych. Branża mięsna, wzorując się na innych sektorach przemysłu spożywczego, podjęła próby opracowania technologii produktów funkcjonalnych o cechach prozdrowotnych, w tym mięsnych wyrobów otrzymanych na drodze fermentacji przez probiotyczne kultury startowe [3]. Szczepionki startowe są drobnoustrojami wyselekcjonowanymi, które wprowadza się w postaci czystej kultury lub kultur mieszanych z wyżej wymienionych mikroorganizmów.

Jednym z podstawowych problemów technologicznych jest ustalenie optymalnej temperatury fermentacji mięsa. Zastosowanie zbyt wysokiej temperatury skraca czas fermentacji, przez co może się przyczynić do rozwoju niepożądanego mikroflory. Natomiast niższa temperatura, a tym samym dłuższy czas trwania procesu fermentacji, pozwala na optymalny rozwój bakterii kwasu mlekowego (LAB) oraz na wytworzenie się w mięsie dojrzewającym większej ilości korzystnych substancji smakowo-zapachowych [5].

Celem podjętych badań była optymalizacja warunków fermentacji polędwiczek wieprzowych oraz ocena ich wpływu na jakość sensoryczną wyrobów surowo dojrzewających z dodatkiem bakterii probiotycznych.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły surowe polędwice wieprzowe wolne od wad jakościowych oraz szczep probiotyczny *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900. Polędwice pochodziły ze świń rasy Wielka Biała Polska o masie przyżyciowej około 120 kg. Szczep bakterii o właściwościach probiotycznych *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 (zgłoszenie patentowe nr P-382760) pochodził z kolekcji Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej. Szczepy zdeponowano w Instytucie Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN we Wrocławiu pod numerem B/00019. Proces ożywienia zamrożonej hodowli bakterii probiotycznych był prowadzony w Zakładzie Higieny i Zarządzania Jakością Żywności SGGW w Warszawie i obejmował dwa etapy:

- ożywianie – 5 ml bulionu MRS (BIOKAR DIAGNOSTICS) zaszczepiono szczepem bakterii *Lb. casei* ŁOCK 0900. Następnie zawiesinę poddano inkubacji w temp. 37 °C przez 24 h;
- przygotowanie hodowli wyjściowej – otrzymaną po pierwszym etapie hodowlę bakterii odwirowano (5 min, 10000 obr./min), zlano bulion MRS i dodano 10 ml bulionu spożywczego. Następnie ponownie przeprowadzono inkubację w 37 °C przez 24 h. Liczbę bakterii, po zakończeniu inkubacji, określono za pomocą aparatu do pomiaru liczby drobnoustrojów – TEMPO® (bioMérieux, Francja). Liczba bakterii w hodowli wyjściowej wynosiła 9 log jtk/ml.

Produkty mięsne charakteryzują się własną, naturalną mikroflorą, w skład której wchodzi bakterie LAB [2]. Dlatego dobór odpowiednich warunków fermentacji jest ważny z powodu wysokich wymagań dotyczących wzrostu i rozwoju bakterii dodawanych do mięsa podczas procesu produkcyjnego, zwłaszcza gdy szczepionka startowa składa się ze szczepów probiotycznych. Probiotyczne kultury muszą się dobrze przystosowywać do warunków panujących w fermentowanych wędlinach i stać się w nich mikroflorą dominującą [12]. W tym celu w przeprowadzonych badaniach polędwic wieprzowych stosowano dodatek 0,6 % glukozy oraz podjęto próbę doboru temperatury procesu dojrzewania na optymalnym poziomie, aby pogodzić wymagania kultur probiotycznych z procesem technologicznym produkcji mięsa surowo dojrzewającego.

Proces produkcji polędwic surowo dojrzewających przeprowadzono w Katedrze Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. W pierwszym etapie surowiec poddano peklowaniu przez 72 h w temperaturze 2 °C (na 1 kg mięsa wykorzystano 28 g mieszanki peklosoli, azotanu sodu i soli morskiej). Następnie przygotowano dwa warianty polędwic: próbę kontrolną z dodatkiem 0,6 % glukozy oraz próbę z dodatkiem 0,6 % glukozy zaszczepioną hodowlą bakterii o właściwościach probiotycznych *Lb. casei* ŁOCK 0900. Tak przygotowane polędwice poddawano dojrzewaniu przez 21 dni w komorach o trzech zakresach temperatury: 16, 20 i 24 °C. W układzie doświadczenia (2 warianty polędwic, 3 temperatury dojrzewania) zastosowano następujące oznaczenie prób: próby kontrolne z dodatkiem glukozy –

K16, K20, K24 oraz próby z dodatkiem glukozy i szczepu probiotycznego *Lb. casei* ŁOCK 0900 – P16, P20, P24.

Podczas 21-dniowego dojrzewania co 7 dni pobierano próby polędwic w celu oznaczenia ogólnej liczby bakterii LAB. Wykonano dwie serie doświadczenia z zastosowaniem automatycznego systemu do pomiaru liczby drobnoustrojów – TEMPO[®]. W oznaczeniach mikrobiologicznych używano oryginalnych testów TEMPO[®] LAB, służących do określania liczby bakterii kwasu mlekowego w produktach żywnościowych. Czas inkubacji testów zaszczerpionych badaną próbą wynosił 40 h w temp. 37 °C. Zastosowany system oznaczeń mikrobiologicznych – Tempo[®] pozwolił na uzyskanie poziomów wiarygodności podobnych do standardów NF ISO 15214 oraz zaleceń metod Kompendium Mikrobiologicznych Badań Żywności American Health Association [1, 13]. Wyniki badań podano w jednostkach tworzących kolonie w jednym gramie produktu [jtk/g].

Po zakończeniu 3-tygodniowego procesu dojrzewania badane polędwice poddano analizie sensorycznej z zastosowaniem metody Ilościowej Analizy Opisowej (QDA) [9, 10]. Analizę QDA wykonywał stały 10-osobowy zespół oceniających, przeszkolony zgodnie z wymaganiami normy PN-ISO 8586-2:1996 [11]. Dodatkowo panel oceniających charakteryzowało wieloletnie doświadczenie w tego typu metodach badawczych oraz dobra znajomość specyfiki jakości sensorycznej mięsa i produktów mięsnych.

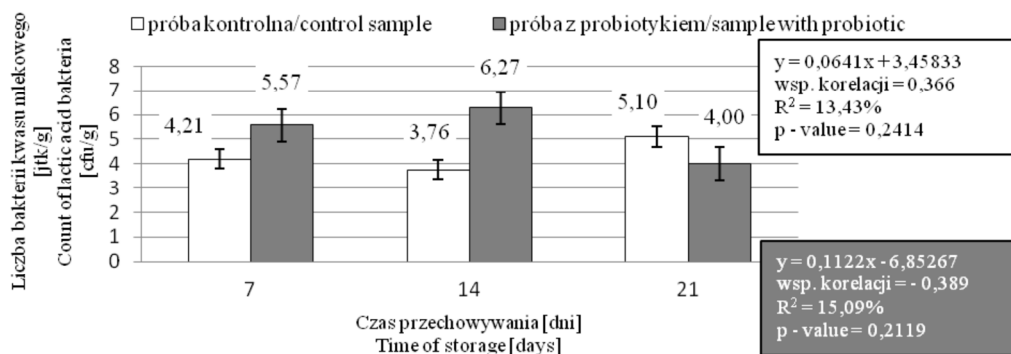
Wyróżniki sensoryczne zostały wybrane i zdefiniowane przez zespół oceniających w dyskusji panelowej. Wybrano 5 wyróżników zapachu (wędzonego mięsa, suszonego mięsa, ostry, starego tłuszczu, inny), 8 wyróżników smaku (wędzonego mięsa, suszonego mięsa, słony, gorzki, przechowalniczy, piekący, kwaśny, inny), 2 wyróżniki barwy (ton barwy, jednolitość barwy) i wyróżnik określający soczystość. W ocenie określano też jakość ogólną produktu. Podczas badania zespół oceniał intensywność wybranych wyróżników jakości sensorycznej polędwicy surowo dojrzewającej. Oceny były nanoszone na nieustrukturywaną skalę graficzną (0 – 10 j.u.) z oznaczeniami na obu jej biegunach:

- ocena zapachu i smaku („niewyczuwalny” – „bardzo intensywny”),
- ocena barwy (ton barwy: „ciemny” – „jasny”; jednolitość barwy: „niejednolita” – jednolita”),
- ocena soczystości („suche” – „bardzo soczyste”),
- ocena jakości ogólnej („zła – „bardzo dobra”).

Opracowanie statystyczne wyników oznaczeń mikrobiologicznych przeprowadzono za pomocą programu Microsoft Excel oraz Statistica 8.0. Analizowano wyniki dotyczące przeżywalności bakterii LAB, w tym badanego szczepu *L. casei* ŁOCK 0900 w polędwicach dojrzewających w trzech zakresach temperatury: 16, 20 i 24 °C. W tym celu zastosowano analizę regresji liniowej i korelacji. Uzyskane wyniki analizy sensorycznej QDA przedstawiono graficznie przy użyciu wykresów biegunowych.

Wyniki i dyskusja

Analiza statystyczna uzyskanych wyników mikrobiologicznych dotyczyła określenia liczby bakterii w zależności od zastosowanej temperatury (16, 20 i 24 °C) i czasu dojrzewania produktu (7, 14 i 21 dni). Otrzymane zależności statystyczne przedstawiono na rys. 1 - 3.

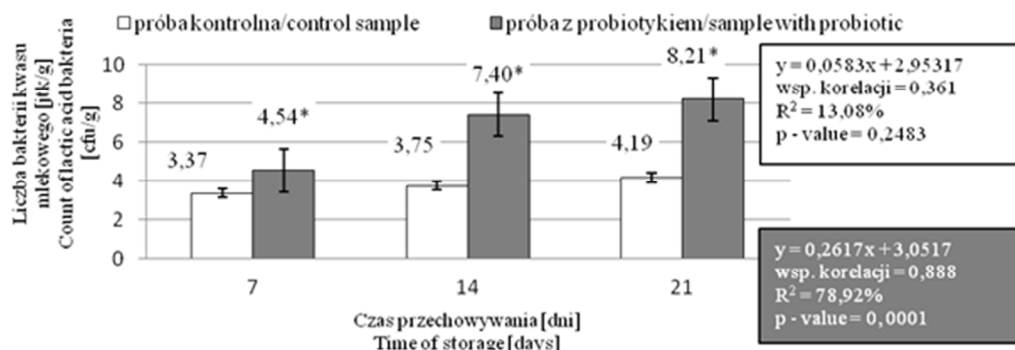


Rys. 1. Wzrost i przeżywalność bakterii kwasu mlekowego w polędwicach wieprzowych z dodatkiem glukozy (próby kontrolne) oraz z dodatkiem szczepu probiotycznego *Lb. casei* ŁOCK 0900 i glukozy, dojrzewających przez 21 dni w temp. 16 °C.

Fig. 1. Growth and survival of lactic acid bacteria in pork sirloins that aged for 21 days at 16 °C, with the addition of glucose (control samples) and *Lb. casei* ŁOCK 0900 probiotic bacteria and glucose.

Podczas 21-dniowego dojrzewania polędwic wieprzowych w temp. 16, 20 i 24 °C bez dodatku inokulum szczepu probiotycznego, liczba bakterii mlekowych we wszystkich okresach badawczych wynosiła średnio 10^4 log jtk/g produktu. Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej prób kontrolnych nie stwierdzono istotnych różnic pod względem liczby bakterii LAB pomiędzy 7., 14. i 21. dniem dojrzewania (rys. 1 - 3).

Podczas procesu dojrzewania w temp. 16 °C liczba bakterii kwasu mlekowego, w tym szczepu probiotycznego *L. casei* ŁOCK 0900, wynosiła od 10^4 do 10^6 log jtk/g. Ostatniego dnia badawczego odnotowano obniżenie liczby bakterii LAB o dwa rzędy logarytmiczne do poziomu 10^4 log jtk/g w stosunku do 14. dnia procesu dojrzewania. Analiza statystyczna potwierdziła, że zastosowana temperatura fermentacji 16 °C nie miała istotnego wpływu na wzrost i rozwój bakterii LAB, w tym szczepu probiotycznego, podczas 21 dni dojrzewania produktu (rys. 1).



Objaśnienia: / Explanatory notes:

*oznacza różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$ / means the statistically significant differences at $p < 0,05$.

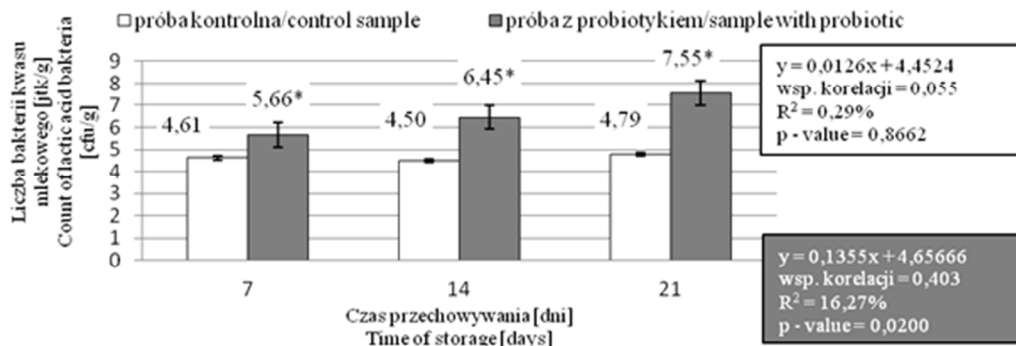
Rys. 2. Wzrost i przeżywalność bakterii kwasu mlekowego w połędwicach wieprzowych z dodatkiem glukozy (próby kontrolne) oraz z dodatkiem szczepu probiotycznego *Lb. casei* LOCK 0900 i glukozy, dojrzewających przez 21 dni w temp. 20 °C.

Fig. 2. Growth and survival of lactic acid bacteria in pork loins aged for 21 days at 20 °C, with the addition of glucose (control samples) and *Lb. casei* LOCK 0900 probiotic bacteria and glucose.

Temperatura 20 °C była najkorzystniejszym parametrem dojrzewania połędwic wieprzowych. W tym przypadku liczba bakterii LAB, w tym szczepu probiotycznego *Lb. casei* LOCK 0900, w każdym dniu analiz (7., 14. i 21.) była istotnie wyższa niż w produktach wytwarzanych w obu pozostałych zakresach temperatury. Ostatniego dnia dojrzewania to właśnie w tej grupie badanych połędwic oznaczono najwyższą liczbę bakterii LAB, na poziomie 10^8 log jtk/g (rys. 2).

Na podstawie uzyskanych wyników mikrobiologicznych oraz analizy statystycznej można zauważyć, że temp. dojrzewania 24 °C również stanowiła dobre warunki rozwoju bakterii kwasu mlekowego. Liczba bakterii LAB 14. i 21. dnia badawczego wynosiła odpowiednio 10^6 i 10^7 log jtk/g produktu (rys. 3). Wyniki te jednak są nieznacznie niższe od liczby bakterii LAB stwierdzonej w połędwicach dojrzewających w temp. 20 °C.

Optymalną temperaturą wzrostu bakterii z rodzaju *Lactobacillus* jest zakres 30 - 40 °C, gdyż są to bakterie wyizolowane z przewodu pokarmowego człowieka [4, 14]. Na podstawie tego można stwierdzić, że wartości temperatury procesu dojrzewania 20 i 24 °C były najbardziej zbliżone do optymalnych warunków wzrostu bakterii kwasu mlekowego. Warto zauważyć, że liczba bakterii LAB 21. dnia badawczego w próbach dojrzewających w temp. 20 °C była większa o cztery rzędy logarytmiczne w stosunku do procesu dojrzewania w temp. 16 °C oraz zwiększyła się o jeden rząd logarytmiczny w porównaniu z procesem dojrzewania w temp. 24 °C.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

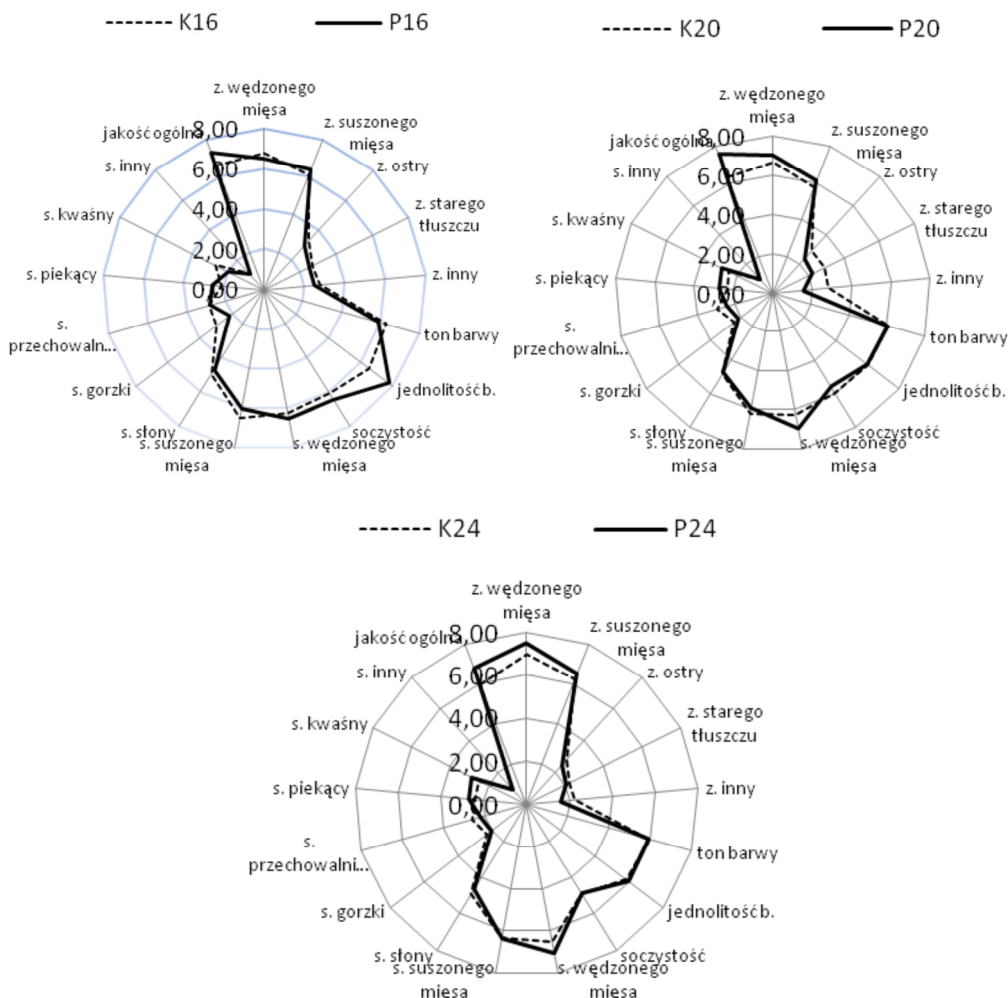
*oznacza różnice statystycznie istotne przy $p < 0,05$ / means the statistically significant differences at $p < 0,05$.

Rys. 3. Wzrost i przeżywalność bakterii kwasu mlekowego w połówkach wieprzowych z dodatkiem glukozy (próby kontrolne) oraz z dodatkiem szczepu probiotycznego *Lb. casei* LOCK 0900 i glukozy dojrzewających przez 21 dni w temp. 24 °C.

Fig. 3. Growth and survival of lactic acid bacteria in pork loins aged for 21 days at 24 °C, with the addition of glucose (control samples) and *Lb. casei* LOCK 0900 probiotic bacteria and glucose.

Dobrze opracowana technologia produkcji fermentowanych wyrobów mięsnych dostarcza wyroby charakteryzujące się korzystnymi walorami zapachowo-smakowymi. W przeprowadzonej ocenie sensorycznej badanych połówiec surowo dojrzewających wykazano, że trzy różne wartości temperatury dojrzewania oraz dodatek bakterii probiotycznych *Lb. casei* LOCK 0900 wpływają na jakość końcową produktu (rys. 4). Wszystkie badane próby kontrolne, czyli bez dodatku szczepu probiotycznego, charakteryzowały się niższą ogólną jakością sensoryczną. Jednak w przypadku połówiec z dodatkiem bakterii probiotycznych najwyższą jakość ogólną stwierdzono w przypadku prób dojrzewających w temp. 16 i 20 °C. Połówce z grupy kontrolnej, jak i z dodatkiem szczepu probiotycznego, dojrzewające w temp. 24 °C uznano za produkty zbyt suche, o niskiej soczystości i niejednolitej, zbyt ciemnej barwie.

W ocenie sensorycznej wykazano również, że wyższa temperatura dojrzewania oraz dodatek bakterii probiotycznych mogą potęgować odczuwanie korzystnego zapachu i smaku wędzonego mięsa. Różnic tych nie stwierdzono w przypadku połówiec dojrzewających w temp. 16 °C oraz w przypadku prób kontrolnych, czyli bez dodatku bakterii *Lb. casei* LOCK 0900, dojrzewających w temp. 20 i 24 °C.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

1. Zapach: / Smell: z. wędzonego mięsa – charakterystyczny dla dojrzewającego mięsa / smoked meat s. – typical of dry fermented meat; z. suszonego mięsa – charakterystyczny dla dojrzewającego mięsa / dried meat s. – typical of dry fermented meat; z. ostry – drażniące wrażenie przy wachaniu / sharp s. – irritating impression when smelling; z. starego tłuszczu – wrażenie związane ze zmianami oksydacyjnymi w tłuszczu; brak świeżości / rancid s. – off- flavour associated with changes in fat oxidation; lack of freshness; z. inny – pozostałe wrażenia nie wymienione w karcie oceny / other s. – other sensation, out of the list.
2. Wygląd i tekstura: / Appearance and texture: ton barwy – intensywność koloru czerwonego charakterystyczna dla mięsa / meat colour – intensity of the red colour associated to the meat; jednolitość barwy – równomierne rozłożenie koloru czerwonego charakterystyczna dla dojrzewającego mięsa / homogeneity of colour – uniform distribution of red colour typical of dry fermented meat.
3. Smak: / Flavour: s. wędzonego mięsa – charakterystyczny dla dojrzewającego mięsa / smoked meat f. – typical of dry fermented meat; s. suszonego mięsa – charakterystyczny dla dojrzewającego mięsa / dried meat f. – typical of dry fermented meat; s. słony – podstawowa jakość smaku / salty f. – basic quality of taste; s. gorzki – podstawowa jakość smaku / bitter f. – basic quality of taste; s. przechowalnicy – brak

świeżości / stored f. – lack of freshness; s. piekący – podstawowa jakość smaku / stinging f. – basic quality of taste; s. kwaśny – podstawowa jakość smaku / sour f. – basic quality of taste; s. inny – pozostałe wrażenia nie wymienione w karcie oceny / other f. – other sensation, out of the list.

4. Jakość ogólna – ogólne wrażenie uwzględniające wszystkie badane wyróżniki / Overall quality – the general impression of sensory quality based on all tested attributes.

Rys. 4. Wyniki akceptacji sensorycznej prób polędwicy z dodatkiem (P16, P20, P24) lub bez (K16, K20, K24) bakterii probiotycznych *Lb. casei* ŁOCK 0900 dojrzewających przez 21 dni w temp. 16, 20 i 24 °C.

Fig. 4. Sensory acceptance results of sirloin samples that aged for 21 days at 16, 20, and 24 °C, with the addition (P16; P20; P24) or without the addition (K16; K20; K24) of *Lb. casei* ŁOCK 0900 probiotic bacteria.

Uzyskane profile smakowo-zapachowe polędwicy wieprzowych dowodzą również, że badane produkty charakteryzowały się niską intensywnością odczuwania negatywnych cech sensorycznych, czyli zapachu ostrego, starego, innego oraz takich posmaków, jak: gorzki, przechowalniczy, piekący czy kwaśny. Również wyróżnik sensoryczny „smak inny” charakteryzował się niską wyczuwalnością we wszystkich badanych próbach polędwicy, a w szczególności w produktach dojrzewających w temp. 20 °C. Należy też podkreślić niską intensywność odczuwania posmaku gorzkiego. Jak wiadomo, mięso jest ubogim źródłem cukrów prostych, które stanowią substancje niezbędne do prawidłowego przebiegu fermentacji mlekowej. W takim przypadku bakterie LAB zaczynają wykorzystywać do swoich procesów metabolicznych aminokwasy naturalnie występujące w mięsie [5]. Procesy degradacji białek są z kolei odczuwane właśnie jako niepożądany smak gorzki. Do produkcji fermentowanych wyrobów mięsnych stosuje się dodatek monosacharydów na poziomie 0,4 - 0,8 % [7, 15]. Do produkcji wszystkich badanych prób polędwicy wieprzowych przed procesem fermentacji dodawano 0,6 % glukozy. Dodatek cukru prostego do polędwicy wieprzowych mógł korzystnie wpłynąć na optymalny wzrost i rozwój bakterii kwasu mlekowego, w tym szczepu probiotycznego *Lb. casei* ŁOCK 0900 w badanym produkcie [8]. Świadczą o tym nie tylko wyniki analiz mikrobiologicznych, ale również niska intensywność odczuwania posmaku kwaśnego w badanych próbach mięsa.

Na podstawie przeprowadzonych badań można przypuszczać, że stugramowa porcja polędwicy z dodatkiem szczepu *Lb. casei* ŁOCK 0900, surowo dojrzewająca przez 21 dni w temp. 20 °C, stanowi dobre źródło bakterii probiotycznych dla organizmu człowieka, w porównaniu z pozostałymi badanymi próbkami mięsa. Również temp. fermentacji 20 °C pozwoliła na wyprodukowanie polędwicy surowo dojrzewającej odznaczającej się dobrą jakością sensoryczną.

Zastosowanie bakterii probiotycznych, jako szczepionek startowych do produkcji wędlin fermentowanych, w tym polędwicy wieprzowych surowo dojrzewających, znajduje się na początkowym etapie badań laboratoryjnych, jak i pierwszych próbach produkcji w zakładzie przetwórstwa mięsnego. Uzyskane wyniki badań dowodzą, że

oprócz selekcji odpowiedniego szczepu probiotycznego, równie ważną rolę odgrywa dobór optymalnych warunków procesu fermentacji mięsa. Natomiast szczegółowo dopracowana technologia produkcji wyrobów dojrzewających pozwala na uzyskanie produktów o wysokiej jakości mikrobiologicznej i sensorycznej.

Wnioski

1. Największy wzrost bakterii kwasu mlekowego, w tym szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900, stwierdzono podczas 21-dniowego procesu dojrzewania polędwic wieprzowych w temp. 20 °C (od 10⁷ do 10⁸ log jtk/g). Wysoką liczbę bakterii kwasu mlekowego zaobserwowano również w próbach mięsa dojrzewającego w 24 °C (od 10⁶ do 10⁷ log jtk/g). Natomiast najniższy wzrost bakterii LAB, w tym szczepu probiotycznego, stwierdzono w przypadku prób polędwic dojrzewających w 16 °C (od 10⁴ do 10⁶ log jtk/g).
2. Pod względem jakości mikrobiologicznej i sensorycznej, optymalnymi warunkami procesu fermentacji polędwic surowo dojrzewających z dodatkiem bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 są: temperatura 20 °C i czas 21 dni.

Praca wykonana w ramach grantu MNiSzW nr NN 312275435, pod kierownictwem prof. dr hab. Zbigniewa Dolatowskiego.

Literatura

- [1] American Public Health Association 4th Edition. Compendium of methods for the Microbiological Examination of Foods. Chapter 19, Acid-Producing Microorganisms, § 19.522 Acidified MRS Agar, 2004.
- [2] Bystron J., Molenda J.: Rola bakterii kwasu mlekowego w utrwalaniu fermentowanych przetworów mięsnych. *Życie Wet.*, 2004, **12**, 688-690.
- [3] Cegiełka A., Masłowska K.A.: Możliwości zastosowania bakterii probiotycznych w przetwórstwie mięsa. *Med. Wet.*, 2009, **65 (11)**, 735-738.
- [4] De Vuyst L., Falony G.: Lactic Acid Bacteria as a functional starter culture for the food fermentation industry. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2004, 67-78.
- [5] Dolatowski Z.J., Kołożyn-Krajewska D.: Bakterie probiotyczne w produktach mięsnych. *Przem. Spoż.*, 2010, **64**, 21-25.
- [6] Knauff H.: Drobnoustroje stosowane w produkcji wędlin. *Mięso i Wędliny*, 2002, **04**, 26-29.
- [7] Libudzisz Z., Kowal K.: *Mikrobiologia techniczna*. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2000, ss. 99-101.
- [8] Neffe K., Kołożyn-Krajewska D.: Możliwości zastosowania bakterii probiotycznych w dojrzewających produktach mięsnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **5 (72)**, 167-177.
- [9] PN-ISO 6658:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne.
- [10] PN-ISO 11035:1999. Analiza sensoryczna. Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalania profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych.
- [11] PN-ISO 8586-2:1996. Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających – Eksperci.

- [12] Riuz-Moyano S., Martin A., Benito J.M., Nevado F.P., Cordoba M.: Screening of lactic acid bacteria and bifidobacteria for potential probiotic use in Iberian dry fermented sausages. *Meat Sci.*, 2008, **80**, 715-721.
- [13] Standard NF ISO 15214:1998. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the numeration of mesophilic lactic acid bacteria. Colony-count technique at 30 °C.
- [14] Szarafińska-Kwaszewska J., Wysocki P., Lisiecki P.: Nieprzetrwalnikujące pałeczki Gram dodatnie. W: *Mikrobiologia szczegółowa i diagnostyka mikrobiologiczna* – pod red. J. Mikuckiego i E.M. Szewczyk. Wyd. AM w Łodzi, Łódź 2001, s. 73.
- [15] Tyopponen S., Petaja E., Mattila- Sandholm T.: Bioprotectives and probiotics for dry sausages. *Int. J. Food Microbiol.*, 2003, **83**, 233-244.
- [16] Wójciak K.M., Dolatowski Z.J.: Wpływ warunków dojrzewania na jakość fizykochemiczną fermentowanych kiełbas surowych z dodatkiem probiotyku. W: *Probiotyki w żywności* – pod red. D. Kolożyn-Krajewskiej i Z. J. Dolatowskiego. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2010, ss. 81-102.
- [17] Ziarno M., Zaręba D.: Charakterystyka komercyjnych kultur startowych stosowanych w przetwórstwie mięsa. *Med. Wet.*, 2008, **64 (9)**, 1078-1082.

OPTIMIZATION OF FERMENTATION CONDITIONS FOR DRY-AGED SIRLOINS WITH PROBIOTIC BACTERIA ADDED

S u m m a r y

The objective of the research conducted was to optimize the fermentation conditions of pork sirloins and to assess the impact thereof on the sensory quality of dry-aged raw meat products with the addition of probiotic bacteria.

The research material consisted of dry-aged pork sirloins and a probiotic strain of *Lactobacillus casei* LOCK 0900 (Patent Claim No.: P-382760). Two sirloin variants were studied: a control sample with the glucose added and a sample with the probiotic strain and glucose added. The samples of those two variants were aged in three temperature ranges (16, 20, and 24 °C). During the 21-day aging period, the aging meat samples were taken every 7 days in order to analyze them microbiologically. A sensory analysis was performed upon the completion of the aging process of the product. The number of lactic acid bacteria (LAB) was determined using a Tempo ® (bioMérieux, France) apparatus, which counted the number of micro-organisms, whereas the sensory evaluation was carried out by a Quantitative Descriptive Analysis (QDA) method.

The highest LAB growth of bacteria, including the *Lb. casei* LOCK 0900 probiotic strain, was found in the pork sirloins during the 21-day aging period at 20 °C (from 10⁷ to 10⁸ log CFU/g). A high number of LAB was also found in the meat samples that aged at 24 °C (from 10⁶ to 10⁷ log CFU/g). The lowest growth of LAB, including the probiotic strain, was determined in the sirloin samples that aged at 16 °C (from 10⁴ to 10⁶ log CFU / g). The product samples that aged at 16 and 20 °C were characterized by the highest overall quality. As regards the microbiological and sensory quality, the optimal fermentation conditions of the dry aged raw sirloins with probiotic bacteria added are: aging temperature of 20°C and aging time of 21 days.

Key words: dry-aged sirloins, fermentation, probiotics, *Lactobacillus casei* ☒