

MONIKA SKWAREK, ZBIGNIEW J. DOLATOWSKI

WPLYW BAKTERII PROBIOTYCZNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE SZYNEK SUROWO DOJRZEWAJĄCYCH

Streszczenie

Celem badań była ocena właściwości reologicznych szynek surowo dojrzewających z dodatkiem bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* LOCK 0900. Przygotowano cztery warianty prób: kontrolną K – bez dodatku probiotyku, L – z dodatkiem probiotyku, LG – z dodatkiem probiotyku i glukozy oraz próbę LGA – z dodatkiem probiotyku, glukozy i askorbinianu sodu. Proces dojrzewania szynek surowo dojrzewających trwał 28 dni. Oznaczono podstawowy skład chemiczny, wydajność produkcyjną oraz kwasowość. Parametry tekstury określano za pomocą: testu TPA, pomiaru siły i pracy cięcia oraz pomiaru siły penetracji. Badania przeprowadzono bezpośrednio po produkcji i po 5 miesiącach przechowywania w temp. 4 °C, w warunkach beztlenowych.

Dodatek bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* LOCK 0900 do szynek surowo dojrzewających wpłynął na wzrost kwasowości wyrobów w porównaniu z próbą kontrolną. Szynki z dodatkiem probiotyku charakteryzowały się zbliżonymi wartościami parametrów tekstury podczas testu ściskania. Warianty z probiotykami wykazywały wyższe wartości parametru pracy cięcia oraz siły penetracji zarówno po procesie produkcji, jak i po przechowywaniu. Wyniki pomiarów siły penetracji i pracy cięcia mogą świadczyć o wpływie dodanych bakterii probiotycznych na hamowanie proteolizy białek i rozluźnienie struktury szynek.

Słowa kluczowe: bakterie probiotyczne, szynka surowo dojrzewająca, tekstura

Wprowadzenie

Produkcja wędlin surowo dojrzewających polega na kierowaniu przemianami biochemicznymi, mikrobiologicznymi i fizycznymi, które zachodzą zarówno podczas dojrzewania produkcyjnego, jak i w okresie przechowywania. W trakcie procesu dojrzewania hydrolizie ulegają w znacznym stopniu białka sarkoplazmatyczne, częściowo białka miofibrylarne i łącznotkankowe. Tekstura silnie determinuje właściwości sensoryczne, a szczególnie kruchość i soczystość. Kruchość, będąca w ocenie konsumenc-

kiej jedną z najważniejszych cech sensorycznych mięsa, zależna jest od wielu czynników: gatunku, wieku, płci i rasy zwierząt, klasy jakościowej tusz, właściwości fizykochemicznych włókien mięśniowych (grubości, rozciągliwości i składu chemicznego), udziału ilościowego i jakościowego tkanki łącznej, postępowania z mięsem po uboju i zabiegów technologicznych [6, 7, 11].

Główną wadą tekstury występującą w szynkach surowo dojrzewających jest nadmierna miękkość, tzw. ciastowatość. Według Arnau i wsp. [1] obniża ona jakość wyrobu, gdyż stwarza trudności w krojeniu oraz wpływa negatywnie na ocenę sensoryczną. Wada ta związana jest z daleko posuniętą proteolizą białek, na co ma wpływ jakość surowca (pH) [6, 7], zawartość soli, zawartość wody i białka [18] oraz warunki procesu dojrzewania [1, 4]. Producenci szynki parmeńskiej ustalili górne granice zawartości wody i białka (odpowiednio 63,5 i 31 %) w celu uniknięcia niekorzystnej tekstury produktu końcowego [12].

W okresie dojrzewania wyrobów, szczególnie szynek, ważnym czynnikiem wpływającym na ich teksturę jest wewnętrzna aktywność enzymatyczna mięśnia [11, 13]. Parolari i wsp. [11] podkreślają proteolizę i endogenną aktywność proteolityczną szynki dojrzewającej jako główne czynniki wpływające na jej smak i konsystencję. Objawem proteolizy tkanki łącznej są: zwiększająca się rozpuszczalność kolagenu, zmiany właściwości mechanicznych omięsnej wewnętrznej i składu proteoglikanów. Przyczyną zmian struktury tkanki mięśniowej jest prawdopodobnie aktywność kalpain i enzymów katepsynowych, uwalnianych w okresie poubojowym z lizosomów. Schivazappa i wsp. [19] wykazali, że szynki o najwyższej aktywności katepsyny B i najniższych wartościach pH, charakteryzowały się największą utratą masy podczas pierwszego solenia i były bardziej podatne na proteolizę białek, co skutkowało obniżeniem parametrów tekstury, pojawieniem się gorzkiego smaku oraz tworzeniem białej kredowej warstwy powierzchniowej. Z kolei Careri i wsp. [3] oraz Guerrero i wsp. [8] wykazali, że postępujący stopień proteolizy wpływa na tworzenie pożądanej lub niepożądanej tekstury, często gąbczastej.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* LOCK 0900 na teksturę potencjalnie probiotycznej szynki surowo dojrzewającej podczas dojrzewania i przechowywania.

Material i metody badań

Do wyrobu szynki użyto mięsa świń rasy wielka biała polska, pochodzących z jednego gospodarstwa z terenu województwa mazowieckiego. Ubój zwierząt o masie przyżyciowej 120 - 140 kg przeprowadzono w Zakładach Mięsnych w Kozienicach. Szynka stanowiła element mięśni zrazowej dolnej, przykrojony do kształtu prostokąta o masie ok. 1,2 - 1,5 kg.

W procesie produkcji wykorzystano probiotyczny szczep bakterii *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 [5]. Szczep pozyskano i przygotowano w Zakładzie Higieny i Zarządzania Jakością SGGW w Warszawie. Liczba bakterii probiotycznych służących do zaszczerpienia produktu mięsnego wynosiła 2×10^7 jtk/g produktu.

Wychłodzony surowiec mięsny peklowano 48 h po uboju 3-procentowym dodatkiem mieszanki peklującej o składzie: 0,084 g NaNO₂, 0,15 g NaNO₃, 29,76 g NaCl, w temperaturze 4 °C przez 48 h. Po zakończonym procesie peklowania dodawano glukozę oraz szczep bakterii probiotycznych. Dojrzewanie prowadzono w temp. 18 – 19 °C i wilgotności 70 - 85 % przez 28 dni. Przygotowano cztery warianty wyrobów (tab. 1).

Tabela 1

Warianty doświadczalne szynek surowo dojrzewających.
Experimental variants of raw-ripening hams.

Warianty Variants	Dodatek probiotyku Addition of probiotic	Dodatek glukozy Addition of glucose [%]	Askorbinian sodu Sodium ascorbate [%]
K	0	0	0
L	<i>Lactobacillus casei</i> ŁOCK 0900	0	0
LG	<i>Lactobacillus casei</i> ŁOCK 0900	0,6	0
LGA	<i>Lactobacillus casei</i> ŁOCK 0900	0,6	0,05

Wyroby poddawano ocenie bezpośrednio po procesie dojrzewania oraz po 5 miesiącach chłodniczego przechowywania (4 °C) w warunkach beztlenowych.

Oznaczano zawartość wody, tłuszczu i soli oraz mierzono kwasowość czynną (pH).

Zawartość wody oznaczano metodą suszarkową, poprzez suszenie w temperaturze 103 ± 2 °C do stałej masy [14]. Zawartość tłuszczu oznaczano metodą Soxhleta z zastosowaniem chloroformu jako ekstrahenta [15], zawartość soli – metodą Mohra [16]. Kwasowość czynną (pH) mierzono za pomocą elektrody zespolonej ERH-111 (Elmetron) i cyfrowego pH-metru CPC-501 (Elmetron). Pomiaru kwasowości otrzymanej zawiesiny dokonywano w temp. 20 °C [17].

Analizę profilu tekstury (test TPA) wyrobu wykonywano metodą dwukrotnego ściskania [2]. Próbkę o wymiarach 20 × 20 × 25 mm poddawano podwójnemu ściskaniu osiowemu (prostopadle do kierunku włókien mięśniowych) do połowy wysokości (25 mm) za pomocą teksturometru TA.XT.plus wyposażonego w przystawkę P/10 oraz stolik przedmiotowy HDP/90. Prędkość ruchu głowicy wynosiła 5 mm/s. Do gromadzenia danych oraz obliczeń stosowano program komputerowy TE 32, 4.0.9.0 Stable Micro System. Z ogólnego wykresu zależności między siłą a odkształceniem podczas

dwukrotnego ściskania prób określano następujące parametry tekstury według Bourne'a [2]:

- twardość (z ang. *hardness*) – maksymalna wartość siły F_1 występującej podczas pierwszego ściskania próby, odniesiona do jej przekroju poprzecznego, wyrażona w [N],
- sprężystość (elastyczność, z ang. *springiness*) – wartość, o jaką wzrasta wysokość próbki w czasie pomiędzy zakończeniem pierwszego ściskania a rozpoczęciem drugiego, przypadająca na jednostkę przekroju poprzecznego, wyrażona w [mm],
- spoistość (kohezyjność, z ang. *cohesiveness*) – stosunek wielkości pola (A_{II}) pod krzywą charakteryzującą drugie ściskanie do wielkości pola (A_I) pod krzywą charakteryzującą pierwsze pole ściskania próby (A_{II}/A_I), (bezwymiarowa),
- adhezyjność, przylepność (z ang. *adhesiveness*) – praca potrzebna do oderwania tłoka od próbki po kompresji, wyrażona w [N mm].

Pomiaru siły cięcia dokonywano z użyciem trójkątnego elementu tnącego typu Warnera-Bratzlera. Badaniom poddawano próbki w kształcie prostopadłościanu o wymiarach $20 \times 20 \times 20$ mm. Cięcia dokonywano prostopadle do włókien mięśniowych. Prędkość przesuwu głowicy wynosiła 2 mm/s, odległość cięcia przebyta przez ostrze noża była równa grubości próbki. Z zarejestrowanej wartości sił podczas cięcia odczytywano dwa parametry: siłę maksymalną [N] oraz pracę cięcia, jako pole powierzchni pod krzywą [N mm].

Do pomiaru siły penetracji [N] używano trzpienia cylindrycznego płasko ściętego o średnicy 2 mm. Penetracji dokonywano do głębokości 15 mm wzdłuż włókien, siłę odczytywano przy penetracji na głębokości 10 mm. Prędkość przesuwu głowicy wynosiła 50 mm/min. Zmiany obciążeń penetratora rejestrowano na drodze przemieszczania. Każdy pomiar wykonywano w 5 powtórzeniach i przyjmowano wartość średnią oznaczenia z wszystkich wyników badanej próbki.

Doświadczenie technologiczne wykonano na dwóch partiach wyrobów mięsnych. Oznaczenia poszczególnych wskaźników wykonywano w trzech lub pięciu równoległych powtórzeniach. Obliczono wartości średnie oraz odchylenia standardowe. Określenia zmienności wyników dokonano metodą analizy wariancji – obliczono istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi testem T-Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$. Obliczenia wykonywano w programie Microsoft Excel 2007.

Wyniki i dyskusja

Szynki badanych wariantów charakteryzowały się zbliżonym ubytkiem masy (tab. 2) wynoszącym od 29,73 % w próbie L do 31,14 % w wyrobie LG. Najmniej wody (58,49 %) zawierała próba kontrolna, najwięcej – próba LG (62,50 %) z dodatkiem mikroorganizmów. W tej próbie występowało najmniej tłuszczu (4,21 %). Najwięcej tłuszczu (5,33 %) zawierał wyrób kontrolny. Zawartość soli była zbliżona we wszyst-

kich próbach doświadczalnych. Najmniej było jej w próbie LGA (3,13 %), najwięcej – w wyrobie kontrolnym (3,78 %).

Tabela 2

Podstawowy skład chemiczny szyniek surowo dojrzewających.
Basic chemical composition of raw-ripening hams.

Warianty Variants	Ubytek dojrzewalniczy Ripening loss [%]	Zawartość wody Water content [%]		Zawartość tłuszczu Fat content [%]		Zawartość soli Salt content [%]	
		\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
K	30,37	58,49	3,20	5,33	0,58	3,78	0,11
L	29,73	60,89	2,91	4,55	0,94	3,68	0,06
LG	31,14	62,50	1,10	4,21	0,40	3,29	0,12
LGA	30,28	59,43	1,94	4,37	0,43	3,13	0,08

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value; s / SD – odchylenie standardowe / standard deviation.

Dodatek bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 do szyniek surowo dojrzewających wpłynął na wzrost kwasowości wyrobów (tab. 3) w porównaniu z próbą kontrolną, co świadczy o ich rozwoju i przyspieszaniu procesów zakwaszania. Wyniki otrzymane przez Neffe-Skocińską i wsp. [10] oraz Neffe i Kołożyn-Krajewską [9] dowodzą, że szczep bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 wprowadzony do zapeklowanych poledwic wieprzowych rozmnażał się do liczby 10^7 jtk/g, a w przypadku dodatku 0,2 % glukozy – do 10^8 jtk/g. W niniejszych badaniach najniższymi wartościami pH w szynkach z dodatkiem probiotyku charakteryzowała się próba LGA (bezpośrednio po produkcji pH = 5,10, a po 5 miesiącach przechowywania pH = 5,29). Podczas 5-miesięcznego przechowywania zaobserwowano stabilizację kwasowości w próbach z probiotykiem. Najmniejszymi zmianami pH (o około 0,8 jednostki) charakteryzowała się próba LG. Można przypuszczać, że zahamowany został w niej rozwój mikroflory wytwarzającej enzymy proteolityczne. Najwyższymi wartościami pH, zarówno bezpośrednio po produkcji (pH = 5,59), jak i po 5 miesiącach przechowywania (pH = 6,00), charakteryzowała się próba kontrolna (bez dodatku bakterii probiotycznych).

Tabela 3

Kwasowość czynna szynek surowo dojrzewających.
Active acidity of raw-ripening hams.

Czas przechowywania Storage period	Miara statystyczna Statistical measure	Wartość pH / pH value			
		K	L	LG	LGA
0 mies. / 0 months	\bar{x}	5,59 ^{aA}	5,29 ^{bA}	5,34 ^{abA}	5,10 ^{bA}
	s / SD	0,20	0,09	0,18	0,14
5 mies. / 5 months	\bar{x}	6,00 ^{aB}	5,49 ^{bA}	5,42 ^{bA}	5,29 ^{bB}
	s / SD	0,22	0,21	0,19	0,03

Wartości średnie oznaczone tymi samymi dużymi literami (A, B) w obrębie tej samej próby i małymi literami (a, b) pomiędzy różnymi próbami nie różnią się statystycznie istotnie ($p \geq 0,05$) / Mean values denoted by the same capital letters (A, B) within the same sample and by small letters (a, b) among different samples do not differ statistically significantly ($p \geq 0.05$).

Na podstawie wartości charakteryzujących zmiany sił naprężeń w funkcji czasu podczas ściskania prób bezpośrednio po wyprodukowaniu (tab. 4) nie zaobserwowano istotnych pod względem twardości różnic pomiędzy próbą kontrolną a próbami z dodatkiem probiotyku. Wyniki takie mogą wskazywać, że na twardość produktu po dojrzewaniu wpływa głównie zawartość wody, a w mniejszym zakresie dodatek bakterii probiotycznych i zmiany proteolityczne. Serra i wsp. [20] określali zależności między wynikami instrumentalnej analizy tekstury (TPA) a zawartością wody i dowiedli, że wilgotność próbek od 23,1 do 61,5 % wykazywała nieliniowy związek z twardością. Jednak zależność można uznać za liniową przy zawartości wody powyżej 47,3 %. W niniejszych badaniach istotnie wyższymi wartościami parametru twardości (29,24 N) po produkcji, w porównaniu z pozostałymi próbami, charakteryzowała się próba z dodatkiem probiotyku, glukozy i askorbinianu sodu. Po 5 miesiącach przechowywania różnice twardości pomiędzy wszystkimi próbami nie były statystycznie istotne ($p \leq 0,05$). Największy wzrost twardości (o około 47 N) w całym okresie badawczym (od dojrzewania do pięciu miesięcy przechowywania) stwierdzono w próbie kontrolnej. W próbach z dodatkiem probiotyku twardość wzrosła w mniejszym zakresie.

Stopień powrotu ze stanu zdeformowanego do stanu wyjściowego, charakteryzowany przez parametr sprężystości produktu, po produkcji był zbliżony we wszystkich próbach i kształtował się na poziomie około 0,11 mm. Po 5 miesiącach przechowywania wartości tego parametru nie zmieniły się istotnie z wyjątkiem próby LGA, w przypadku której zaobserwowano istotny spadek tego parametru. Zarówno bezpośrednio po produkcji, jak i po przechowywaniu nie stwierdzono istotnych pod względem spistości różnic pomiędzy próbą kontrolną a próbami z dodatkiem probiotyku (L i LG).

Najniższe wartości adhezyjności, związanej z lepkością produktu, zaobserwowano w próbie kontrolnej (-0,02 N mm), najwyższe: w przypadku próby LGA (-0,15 N mm). Po 5 miesiącach przechowywania pomiędzy próbami nie zaobserwowano istotnych różnic ($p \leq 0,05$) pod względem wartości tego parametru.

Tabela 4

Parametry tekstury (test TPA) szynki surowo dojrzewających.
Texture parameters (TPA test) of raw-ripening hams.

Parametr Parameter	Czas Time	K		L		LG		LGA	
		\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Twardość Hardness [N]	0 mies.	11,04 ^{aA}	4,14	16,27 ^{abA}	8,67	12,39 ^{abA}	8,12	29,24 ^{bA}	13,12
	5 mies.	58,76 ^{abB}	32,90	46,20 ^{abB}	9,07	45,12 ^{abB}	24,80	29,24 ^{aA}	14,82
Sprężystość Springiness [mm]	0 mies.	0,11 ^{aA}	0,02	0,11 ^{aA}	0,01	0,11 ^{aA}	0,02	0,11 ^{aA}	0,02
	5 mies.	0,09 ^{aA}	0,01	0,09 ^{aA}	0,01	0,08 ^{aA}	0,02	0,07 ^{bB}	0,00
Spoistość Cohesiveness [-]	0 mies.	0,54 ^{aA}	0,06	0,55 ^{aA}	0,06	0,54 ^{aA}	0,04	0,53 ^{abB}	0,07
	5 mies.	0,51 ^{abA}	0,07	0,51 ^{aA}	0,03	0,51 ^{abA}	0,07	0,43 ^{bA}	0,06
Adhezyjność Adhesiveness [N mm]	0 mies.	-0,02 ^{aA}	0,03	-0,09 ^{abA}	0,10	-0,09 ^{abA}	0,10	-0,15 ^{bA}	0,10
	5 mies.	-0,17 ^{abB}	0,09	-0,13 ^{aA}	0,16	-0,20 ^{aA}	0,16	-0,10 ^{aA}	0,09

Objaśnienia jak pod tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

W badaniach penetrometrycznych wyrobów (tab. 5) bezpośrednio po dojrzewaniu nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy próbą kontrolną a próbami z dodatkiem probiotyku pod względem siły penetracji. Stwierdzono, że rejestrowane krzywe zależności naprężeń od głębokości penetracji charakteryzowały się podobnymi przebiegami i zakresem zmienności, co może świadczyć o podobnym charakterze zmian fizycznych i reologicznych w mięśniach szynki podczas dojrzewania. Najniższe wartości siły penetracji na głębokości 10 mm, świadczące o osłabieniu sił wiążących występujących pomiędzy włóknkami mięśniowymi w szynkach bezpośrednio po produkcji (7,36 N), oraz najniższe wartości tej siły po 5 miesiącach przechowywania (4,07 N) oznaczono w próbie kontrolnej. Wyniki te mogą być skutkiem zwiększonych zmian proteolitycznych w próbie kontrolnej w wyniku działania naturalnie bytującej mikroflory środowiskowej (o czym świadczy kwasowość tej próby), powodującej rozluźnienie struktury białkowej i powiązań międzywłóknkowych. Największą wartością siły penetracji bezpośrednio po produkcji charakteryzowała się próba LG (11,13 N) zawierająca 0,6 % glukozy i dodatek bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* LOCK 0900.

Wartości siły penetracji mogą świadczyć o wpływie dodanych bakterii probiotycznych na hamowanie bakterii wytwarzających enzymy proteolityczne do rozkładu białek tkanki łącznej i kolagenu, co wpływa na właściwości mechaniczne omięsnej wewnętrznej i oddziaływanie penetratora. Po 5 miesiącach przechowywania zaobserwowano zmniejszenie siły penetracji we wszystkich próbach, co świadczy o zmniejszających się siłach wiążących włókienka mięśniowe. Po tym okresie największą siłą penetracji charakteryzowały się próby LG (10,86 N) i LGA (8,55 N).

Tabela 5

Siła cięcia, praca cięcia oraz siła penetracji szynek surowo dojrzewających.
Cutting force, cutting work, and penetration force of raw-ripening hams.

Parametr Parameter		K		L		LG		LGA	
		\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Siła penetracji Penetration force [N]	0 mies.	7,36 ^{aA}	3,89	8,35 ^{aA}	1,98	11,13 ^{aA}	3,47	8,90 ^{aA}	2,29
	5 mies.	4,07 ^{aB}	0,98	6,71 ^{bA}	2,02	10,86 ^{cA}	2,93	8,55 ^{bcA}	2,38
Siła cięcia Cutting force [N]	0 mies.	67,55 ^{aA}	25,18	85,58 ^{aA}	21,60	68,62 ^{aA}	20,35	42,26 ^{aA}	35,94
	5 mies.	88,08 ^{aA}	24,05	100,78 ^{aA}	34,81a	92,82 ^{aA}	13,81	91,52 ^{aB}	17,77
Praca cięcia Cutting work [N mm]	0 mies.	146,22 ^{aA}	23,30	256,62 ^{bA}	25,18	256,62 ^{bA}	22,97	240,86 ^{bA}	21,70
	5 mies.	224,84 ^{aB}	33,17	312,92 ^{bA}	59,90	258,00 ^{abA}	16,81	271,45 ^{bA}	23,35

Objaśnienia jak pod tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

Spośród wszystkich prób największą wartość maksymalnej siły cięcia (tab. 5), świadcząca o oporności włókienek mięśniowych na zniszczenie mechaniczne (cięcie), zarówno bezpośrednio po produkcji (85,58 N), jak i po przechowywaniu (100,78 N), stwierdzono w przypadku próby L. Niższą oporność na cięcie i najniższe wartości tego parametru zarówno bezpośrednio po dojrzewaniu (42,26 N), jak i po 5 miesiącach przechowywania (91,52 N) wykazywała próba LGA. Zaobserwowano wpływ dodatku bakterii probiotycznych na wyższe wartości pracy cięcia, zarówno bezpośrednio po produkcji, jak i po 5 miesiącach przechowywania. Taki wynik może świadczyć o pośrednim udziale szczepu probiotycznego w dojrzewaniu, poprzez wytwarzanie bakteriocyn inaktywujących inną mikroflorę, np. mikroflorę wytwarzającą enzymy proteolityczne oraz o hamowaniu szybkości przemian proteolitycznych. Niższe wartości para-

metru pracy cięcia (146,22 N bezpośrednio po produkcji i 224,84 N po przechowywaniu) w próbie kontrolnej mogą być związane z wpływem mikroflory środowiskowej na uzyskanie wyższych wartości pH i większej podatności na proteolizę. Jak dowodzi Arnau [1], wysokie wartości pH wpływają na wzrost miękkości, pastowatą, i bardziej klejącą teksturę.

Wnioski

1. Dodatek bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 do szynek surowo dojrzewających wpłynął na wzrost kwasowości wyrobów, co świadczy o rozwoju i metabolizmie bakterii oraz o przyspieszeniu procesów dojrzewania.
2. Szynki ze szczepem bakterii probiotycznych charakteryzowały się zbliżonymi wartościami parametrów tekstury podczas testu ściskania w porównaniu z próbą kontrolną.
3. Zaobserwowano wpływ dodatku probiotyku na wyższe wartości pracy cięcia, zarówno bezpośrednio po produkcji, jak i po 5 miesiącach przechowywania.
4. Najwyższymi wartościami siły penetracji charakteryzowała się próba LG zawierająca 0,6 % glukozy i dodatek bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900.
5. Otrzymane wyniki wskazują na korzystny wpływ dodanych bakterii probiotycznych na hamowanie proteolizy białek i rozluźnianie struktury szynek surowo dojrzewających.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego MNiSzW nr NN 312275435.

Literatura

- [1] Arnau J., Guerrero L., Gou P.: Effects of temperature during the last month of ageing and of salting time on dry-cured ham aged for six months. *J. Sci. Food Agric.*, 1997, **74**, 193-198.
- [2] Bourne M.C.: *Food Texture and Viscosity*. Academic Press, New York 1982, p. 330.
- [3] Careri M., Mangia A., Barbieri G., Bolzoni L., Virgili R., Parolari G.: Sensory property relationships to chemical data of Italian-type dry-cured ham. *J. Food Sci.*, 1993, **58**, 968-972.
- [4] Cilla I., Martínez L., Beltrán J.A., Roncalés P.: Factors affecting acceptability of dry-cured ham throughout extended maturation under "bodega" conditions. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 789-795.
- [5] Cukrowska B., Motyl I., Kozáková H., Schwarzer M., Górecki R.K., Klewicka E., Slizewska K., Libudzisz Z.: Probiotic *Lactobacillus* strains: *in vitro* and *in vivo* studies. *Folia Microbiol.* 2009, **54**, 533-7.
- [6] García-Rey R.M., García-Garrido J.A., Quiles-Zafra R., Tapiador J., Luque de Castro M.D.: Characterization of defective textures in dry-cured ham by compositional and HPLC analysis of soluble substances of low-molecular weight. *Food Chem.*, 2004, **85**, 617-622.
- [7] García-Rey R., García-Garrido J., Quiles-Zafra R., Tapiador J., Luque de Castro M.: Relationship between pH before salting and dry-cured ham quality. *Meat Sci.*, 2004, **67**, 625-632.
- [8] Guerrero L., Gou P., Alonso P., Arnau J.: Study of the physico-chemical and sensorial characteristics of dry cured hams in three pig genetic types. *J. Sci. Food Agric.*, 1996, **70**, 526-530.

- [9] Neffe K., Kołożyn-Krajewska D.: Możliwości zastosowania bakterii probiotycznych w dojrzewających produktach mięsnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **5 (72)**, 167-177.
- [10] Neffe-Skocińska K., Gierekiewicz M., Kołożyn-Krajewska D.: Optymalizacja warunków procesu fermentacji polędwic surowo dojrzewających z dodatkiem bakterii probiotycznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **6 (79)**, 36-46.
- [11] Parolari G., Virgili R., Schivazappa C.: Relationship between cathepsin B activity and compositional parameters in dry-cured hams of normal and defective texture. *Meat Sci.*, 1994, **38**, 117-122.
- [12] Parolari G.: Review. Achievements, needs and perspectives in dry-cured ham technology: the example of Parma ham. *Food Sci. Tech. Int.*, 1996, **2**, 69-78.
- [13] Parreño M., Cussó R., Gil M., Sárraga C.: Development of cathepsins B, L and H activities and cystatin-like activity during two different manufacturing processes of Spanish dry-cured ham. *Food Chem.*, 1994, **49**, 15-21.
- [14] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [15] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [16] PN-73/A-82112. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości soli kuchennej.
- [17] PN-ISO 2917:2001. Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH. Metoda odwoławcza.
- [18] Ruiz-Ramírez J., Arnau J., Serra X., Gou P.: Effect of pH24, NaCl content and proteolysis index on the relationship between water content and texture parameters in biceps femoris and semimembranous muscles in dry-cured ham. *Meat Sci.*, 2006, **72**, 185-194.
- [19] Schivazappa C., Degni M., Nanni Costa L., Russo V., Buttazzoni L., Virgili R.: Analysis of raw meat to predict proteolysis in Parma ham. *Meat Sci.*, 2002, **60**, 77-83.
- [20] Serra X., Ruiz-Ramírez J., Arnau J., Gou P.: Texture parameters of m. biceps femoris from dry-cured hams as a function of water activity and water content. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 249-254.

EFFECT OF PROBIOTIC BACTERIA ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF RAW-RIPENING HAMS

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the rheological properties of raw-ripening hams with the addition of *Lactobacillus casei* LOCK 0900 probiotic bacteria. Four variants of samples were prepared: K control sample (without the probiotic added), L sample (with the probiotic added), LG sample (with the addition of probiotic and glucose), and LGA sample (with the addition of probiotic, glucose, and sodium ascorbate). The ripening process of raw-ripening hams lasted 28 days. The following was determined: basic chemical composition, productivity, and acidity. The texture parameters were determined using a TPA test and by measuring the parameters of cutting force and cutting work as well as the penetration force. The analysis was performed immediately after the production and after the 5 month storage at a temperature of 4° C under the anaerobic conditions.

The addition of *Lactobacillus casei* 0900 LOCK probiotic bacteria to the raw-ripening hams impacted the acidity of the ham products, their acidity increased compared to the control sample. The hams with the probiotic added were characterized by similar values of texture parameters during the compression test. The variants with probiotic bacteria added showed higher values of the cutting work parameters and of the penetration force both after the manufacturing process and the storage. The obtained results of the penetration force and cutting work measurements may prove the impact of the added probiotic bacteria on the inhibition of protein proteolysis and also on the loosening of ham structure.

Key words: probiotic bacteria, raw-ripening ham, texture ☒