

## WPLYW PROBIOTYKU (*LACTOBACILLUS CASEI* – *LOCK 0900*) NA WŁAŚCIWOŚCI KIELBASY SUROWO DOJRZEWAJĄCEJ

Karolina M. Wójciak<sup>1)</sup>, Zbigniew J. Dolatowski<sup>1)</sup>, Danuta Kolożyn-Krajewska<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością,  
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin,  
e-mail: karolina.wojciak@up.lublin.pl

<sup>2)</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,  
Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności,  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa

### Streszczenie

Celem podjętych badań było poznanie wpływu bakterii probiotycznej *Lactobacillus casei* *LOCK 0900* na właściwości fizyczne kielbasy dojrzewającej. Przygotowano kielbasy surowe dojrzewające zawierające askorbinian sodu oraz probiotyk i laktozę (L1) a także kielbasy zawierające przeciwutleniacz, probiotyk i glukozę (L2). Porównano je w stosunku do próby kontrolnej (K) oraz próby z dodatkiem samego askorbinianu sodu (KA). Badania laboratoryjne prowadzono na produkcie po zakończeniu dwudziestojednodniowego dojrzewania. Określano: zawartość wody, tłuszczu, białka oraz soli, wartość pH, aktywność wody, zawartość barwników hemowych, parametry barwy CIE LAB, parametry tekstury (test TPA).

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, iż dodatek bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* *LOCK 0900* spowodował spadek wartości pH w kielbasie dojrzewającej o ok. 0,15 jednostki w porównaniu do próby kontrolnej. Kielbasy dojrzewające z dodatkiem probiotyku miały niższą aktywność wody oraz charakteryzowały się większą kruchością, czemu dawał wyraz spadek twardości i mniejsza gumowatość wyrobu. Udział procentowy barwników hemowych w kielbasie dojrzewającej z dodatkiem probiotyku był podobny jak w próbie kontrolnej z dodatkiem askorbinianu sodu. Dodatek bakterii probiotycznych wpłynął na zwiększenie jasności próby, poprzez obniżenie pH wyrobu.

**Słowa kluczowe:** kielbasy surowe dojrzewające, probiotyki, żywność funkcjonalna

## **THE INFLUENCE OF PROBIOTIC (*LACTOBACILLUS CASEI* – *ŁOCK 0900*) ON ACTIVITIES OF DRY FERMENTED SAUSAGES**

### **Summary**

The aim of this work was to evaluate the influence probiotic bacteria *Lactobacillus casei* – *ŁOCK 0900* on physical quality features of dry fermented sausages. Dry fermented sausages were prepared with addition of sodium ascorbate, probiotic and lactose (L1), sodium ascorbate, probiotic and glucose (L2). As a zero probes we have to: a probe without additives (K) and a probe with 0,05% sodium ascorbate (KA). Properties of products were evaluated after 21<sup>st</sup> day of fermentation.

Water, fat, protein, heam pigments and salt content, pH, water activity, CIE LAB parameter and texture parameters (TPA test) were measured.

It has been certified that the products with *L. casei* *ŁOCK 0900* were characterized by a lower of about 0,15 pH value compared, with the two control samples (K and KA).

Dry fermented sausages with addition of probiotic were lower water activity value and were characterized by a lowest compactness (0,467) values (lowest hardness and gumminess).

The heam pigments content was similar to compared control probe with sodium ascorbate.

There were lower L\* values in dry fermented sausages with *L. casei* *ŁOCK 0900* compared probe without any additives.

**Key words:** dry fermented sausages, probiotic, functional food

### **WSTĘP**

Od kilku lat można zaobserwować duże zainteresowanie konsumentów oraz producentów, żywnością, która oprócz właściwości żywieniowych – wywiera pozytywny, potwierdzony klinicznie wpływ na zdrowie człowieka [Kołóżyn-Krajewska, Dolatowski 2009; Krajewska-Kamińska i in. 2007]. Coraz częściej, pojawiają się na rynku produktów żywnościowych, wyroby probiotyczne zawierające żywą mikroflorę jelitową (głównie *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*) [Bzducha, Obiedziński 2007], mogącą oddziaływać pozytywnie na funkcje życiowe człowieka przez między innymi: wspomaganie układu immunologicznego, działanie przeciwnowotworowe, przeciwalergiczne, ułatwiające przyswajanie niektórych składników np. białek, laktozy [Kołóżyn-Krajewska, Dolatowski 2009; Krajewska-Kamińska i in. 2007; Libudziś 1999; Holzapfel, Schillinger 2002]. Są to głównie mleczne wyroby fermentowane z dodatkiem probiotyku takie jak: mleko acidofilne, Activia czy niektóre sery dojrzewające. W literaturze są również wymienione badania nad

przeżywalnością drobnoustrojów probiotycznych dodawanych do soków warzywnych, lodów, napojów sojowych [Bzducha, Obiedziński 2007; Zielińska i in. 2008; Zaręba 2008].

Niewiele jest informacji o mięsnych produktach fermentowanych zawierających probiotyczne szczepy. Mięso i wyroby mięsne stanowią jeden z podstawowych produktów żywnościowych nie tylko w Polsce. Przeciętny Polak spożywa ok. 72 kg mięsa i jego przetworów rocznie [Kołóżyn-Krajewska, Dolatowski 2009]. W mięsnych produktach szczepionych drobnoustrojami probiotycznymi zachodzi wiele przemian natury biochemicznej, chemicznej, fizycznej. Drobnoustroje na skutek przemian metabolicznych produkują kwas mlekowy, obniżający wartość pH. Pod wpływem zewnętrznych warunków dojrzewania (temperatura, wilgotność względna, prędkość przepływu powietrza) zachodzi podsuszanie, w wyniku czego następuje obniżenie aktywności wody w wyrobie. Pod wpływem enzymów rodzimych mięsa, ale i tych pochodzenia bakteryjnego, następuje rozkład białek na związki prostsze: peptydy, aminokwasy [Incze 1998]. Przemianie podlegają również tłuszcze, co prowadzi do wytworzenia bukietu aromatycznego typowego dla wyrobów dojrzewających (wolne kwasy tłuszczowe, aldehydy, ketony) [Incze 1998; Kaban, Kaya 2009].

Mięsne wyroby fermentowane stanowią ekskluzywną grupę wędlin, konserwowanych podczas dojrzewania, posiadających długi okres przydatności do spożycia (do 6 miesięcy), składających się z najwyższej jakości surowców mięsno-tłuszczowych. Przy tak dużych walorach prozdrowotnych bakterii probiotycznych oraz medium, jaki stanowią mięsne wyroby fermentowane interesujące wydaje się dodawanie tych szczepów bakterii do kielbasy dojrzewającej, stanowiącej wówczas nowy produkt o istotnej prozdrowotności oraz zadowalających cechach fizykochemicznych i sensorycznych.

Celem przeprowadzonych badań było poznanie wpływu bakterii probiotycznej *Lactobacillus casei* LOCK 0900 na właściwości fizyczne kielbasy dojrzewającej.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

### Surowiec i proces technologiczny

Surowiec do produkcji kielbasy dojrzewającej stanowiło mięso wieprzowe kl. I pochodzące z szynki oraz słonina grzbietowa twarda pozyskiwane w warunkach przemysłowych ze świń rasy Wielka Biała Polska o masie przyzyciowej ok. 120-130 kg. Surowiec pozyskiwano z tusz wychłodzonych przez 48 godzin od uboju. Przygotowano cztery warianty produkcyjne kielbas surowo dojrzewających (Tabela 1).

**Tabela 1.** Warianty badawcze kielbasy dojrzewającej

*Dry fermented sausages composition*

Nr próby	Oznaczenie	Dodatek mikroorganizmów [ml/kg]	Inne dodatki
1	K	-	-
2	KA	-	Askorbinian sodu (0,05%)
3	L1	<i>Lactobacillus casei</i> ŁOCK - 0900 2	Laktoza 0,6% Askorbinian sodu (0,05%)
4	L2	<i>Lactobacillus casei</i> ŁOCK - 0900 2	Glukoza 0,6% Askorbinian sodu (0,05%)

Mikroflorę probiotyczną stanowił szczep *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900, przygotowany w Zakładzie Higieny i Zarządzania Jakością Żywności SGGW w Warszawie.

Materiał badawczy stanowiła kielbasa dojrzewająca o następującym składzie surowcowym: 70% peklowanej chudej szynki kl. I, 30% twardej słoniny grzbietowej. Mięso poddano peklowaniu (3% mieszanki peklującej o składzie zgodnym z wymaganiami obowiązującego Rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych) przez 72 godziny w temperaturze 2-4°C, słoninę krojono w kostkę o wymiarach 4x4x4 mm i mrożono w temperaturze -19°C. Wychłodzone peklowane mięso i słoninę rozdrabniano w wilku. Tak przygotowane mięso i tłuszcz mieszano z dodatkiem cukrów (glukozy lub laktozy), bakteriami probiotycznymi, przyprawami (czosnek, pieprz czarny) i przeciwutleniaczem (askorbinian sodu).

Farszem napełniano osłonki fibrusowe o średnicy 55 mm. Produkty poddawano osadzaniu, a następnie 3 tygodniowemu dojrzewaniu w temperaturze 21-24°C i wilgotności 70-75%. Po zakończonym procesie dojrzewania kielbasy wędzono w zimnym dymie bukowo-olchowym. Otrzymane wyroby poddano badaniom bezpośrednio po procesie dojrzewania.

Ocena wyrobów mięsnych.

Kwasowość oznaczano przez pomiar wartości pH przy użyciu cyfrowego pH/konduktometru CPC-501 (Elmetron) i elektrody zespolonej typ ERH-111 (Elmetron).

Aktywność wody oznaczono przez pomiar stosunku ciśnienia pary wodnej nad powierzchnią próby do ciśnienia pary wodnej nad powierzchnią czystej wody w tej samej temperaturze i przy tym samym ciśnieniu całkowitym, przy użyciu aparatu do mierzenia aktywności wody firmy LabMaster-Novasina.

Zawartość procentową mioglobiny (Mb), metmioglobiny (MetMb), oksymioglobiny (OksyMb) oznaczano za pomocą spektrofotometru typu Nicole Evolution 300 BB firmy Thermo Elektron Corporation według metodyki podanej przez Krzywickiego (1982). Rozdrobnione na wilku próby wyrobów mięsnych homogenizowano z zimnym 0,04 M buforem fosforanowym (pH 6,8) przy prędkości 3000 obr/min przez 1 minutę. Homogenat pozostawiono przez okres 1 godziny w temp. 4<sup>0</sup>C, a następnie wirowano przez 10 minut przy przeciążeniu 2600g. Supernatant filtrowano przy użyciu bibuły filtracyjnej. Osad powstały po wirowaniu ponownie homogenizowano z buforem fosforanowym postępując tak samo jak wcześniej. Supernatanty uzyskane po obu wirowaniach połączono. Otrzymany ekstrakt poddano klarowaniu przez 60 minutowe wirowanie przy 19575g.

Wartość absorbancji zmierzono przy długości fali 525, 545, 565 i 572 nm.

Procentową zawartość barwników obliczono wg wzorów:

$$\% \text{ Mb} = [0,369 \cdot A_1 + 1,140 \cdot A_2 - 0,941 \cdot A_3 + 0,015] \cdot 100$$

$$\% \text{ OksyMb} = 100 - (\text{Mb} + \text{MetMb})$$

$$\% \text{ MetMb} = [- 2,514 \cdot A_1 + 0,777 \cdot A_2 + 0,800 \cdot A_3 + 1,098] \cdot 100$$

$$A_1 = A^{572}/A^{525}$$

$$A_2 = A^{565}/A^{525}$$

$$A_3 = A^{545}/A^{525}$$

Pomiar parametrów barwy w systemie CIE L\*a\*b\* wykonywano metodą odbiciową przy użyciu spektrofotometru sferycznego 8200 Series (X-Rite). Wyniki wyrażano w jednostkach systemu CIE L\*a\*b\* (1978) gdzie: L\* – jasność barwy, a\* – chromatyczność w zakresie czerwono-zielonym, b\* – chromatyczność w zakresie żółto-

niebieskim. Pomiary prowadzono z uwzględnieniem połysku (SPIN) w zakresie pomiarowym od 360 do 740 nm przy wykorzystaniu standardowego źródła światła D65 oraz standardowego obserwatora kolorymetrycznego o polu widzenia 10°.

Ocenę tekstury wyrobu mięsnego [Bourne 1987] dokonano metodą podwójnej deformacji walcowych próbek kielbasy o wymiarach 50x50x55 mm, stanowiącej część batonu kielbasy, przeciętego poprzecznie, za pomocą tekstuometru TA.XT.plus. Próbę ściskano do 40% pierwotnej wysokości. Prędkość ruchu głowicy wynosiła 10 mm/min. Z zależności między siłą a odkształceniem podczas kompresji prób określano następujące parametry tekstury: twardość I i II [N], spoistość, elastyczność [mm], gumowatość [N mm], sprężystość. Wyniki odniesiono do 1cm<sup>2</sup> przekroju ściskanej kielbasy.

Doświadczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Ocenę statystyczną wyników wykonano metodą analizy wariancji, a do określenia istotności różnic zastosowano test T-Tukey'a na poziomie istotności  $P \leq 0,05$ .

## **WYNIKI I DYSKUSJA**

Charakterystykę składu chemicznego kielbasy dojrzewającej przedstawiono w tabeli 2. Wszystkie badane próby charakteryzowały się podobną zawartością wody w granicach od 26,73-30,13%.

Najwyższą zawartością wody charakteryzowała się próba L2 (30,13%). Istotnie niższą ( $P \leq 0,05$ ) zawartością wody w stosunku do reszty prób charakteryzował się zaś wyrób kontrolny (26,73%). Najwyższą istotnie ( $P \leq 0,05$ ) zawartością białka cechowała się próba kontrolna (12,57%) oraz próba ( $P > 0,05$ ) z dodatkiem *L. casei* i laktozy (L1) (11,06%), najwyższą zaś próba z dodatkiem probiotyku i glukozy (L2) 10,76%. Zawartość tłuszczu we wszystkich kielbasach wynosiła ok. 55%. Tak wysoką jego zawartość można tłumaczyć 30% ubytkiem wody w kielbasie, jaki nastąpił podczas dojrzewania i suszenia, co spowodowało wzrost procentowy zawartości tłuszczu w suchej masie. Taki poziom tłuszczu stwierdzono również w badaniach prowadzonych przez Herrero i in. (2007) na różnych rodzajach kielbas dojrzewających dostępnych na rynku między innymi chorizo, fuet, salami, salchichon. Zawartość tłuszczu w niektórych wyrobach z rodzaju salami wynosiła nawet 71% [Herrero i in., 2007]. Zawartość soli we wszystkich próbach była na zbliżonym poziomie i przyjmowała wartości od 3,98 (próba K) do 4,05 (próba L1). Wyniki te były podobne dla kielbas węgierskich badanych przez Nitsch (2003), w których zawartość soli wynosiła od 3,8 do 4,5% [Nitsch 2003].

**Tabela 2.** Podstawowy skład chemiczny kiełbasy dojrzewającej  
*Proximate composition of the dry fermented sausage*

Próba	Podstawowy skład chemiczny [%]				
	Zawartość wody [%]	Zawartość białka [%]	Zawartość tłuszczu [%]	Zawartość chlorku sodu [%]	
K	$\bar{x}$	26,73 <sup>a</sup>	12,57 <sup>a</sup>	55,17	4,03 <sup>a</sup>
	<i>SD</i>	0,35	0,34	1,63	0,10
KA	$\bar{x}$	27,27 <sup>b</sup>	10,26 <sup>b</sup>	56,99 <sup>a</sup>	3,98 <sup>b</sup>
	<i>SD</i>	0,35	0,41	0,17	0,15
L1	$\bar{x}$	29,73 <sup>b</sup>	11,06 <sup>b</sup>	53,66	4,05 <sup>a</sup>
	<i>SD</i>	2,38	0,37	0,79	0,21
L2	$\bar{x}$	30,13 <sup>b</sup>	10,76 <sup>b</sup>	53,57 <sup>b</sup>	4,04 <sup>a</sup>
	<i>SD</i>	0,61	0,78	0,86	0,10

$\bar{x}$  - wartość średnia, average value

*SD* – odchylenie standardowe, standard deviation

Średnie oznaczone różnymi małymi literami <sup>a-b</sup> różnią się statystycznie istotnie ( $p \leq 0.05$ )

Means followed by different small letters <sup>a-b</sup> are significantly different ( $p \leq 0.05$ )

Wartości pH dla wszystkich produktów wahały się w granicach od 5,68 do 5,58 (Tabela 3.). Najwyższą wartością pH ( $P \leq 0,05$ ) charakteryzowała się próba kontrolna (ok. 5,70), najniższą próba z dodatkiem probiotyku zarówno L1 jak i L2 (ok. 5,58).

Niższe wartości pH w kiełbasach dojrzewających szczepionych *L. casei* LOCK 0900 są wynikiem przemian cukrów (glukozy, laktozy) prowadzonych przez drobnoustroje fermentacji mlekowej. W konsekwencji prowadzi to do wytworzenia głównie kwasu mlekowego. Stwierdzono taką samą kwasowość kiełbas z dodatkiem laktozy jak i glukozy (5,58). Potwierdzają to badania Herrero i in. (2007), którzy w badaniach rynkowych kiełbas fermentowanych stwierdzili wahanie się wartości pH od 4,21 aż do 6,17 [Herrero i in. 2007].

Najwyższą aktywność wody obserwowano w próbie kontrolnej (0,827). Najniższą statystycznie istotną ( $P \leq 0,05$ ) wartość aktywności wody stwierdzono dla prób z dodatkiem probiotyku (ok. 0,82). Nieco niższa aktywność wody kiełbas z dodatkiem probiotyku wynika z obniżonej wartości pH wyrobu zbliżającej się do punktu izoelektrycznego białek, przy którym występuje najniższa ich zdolności do wiązania i utrzymywania wody, ułatwiają proces suszenia kiełbas. Podobne wyniki zaobserwowali Soyer i in. (2005) oraz Kaban i Kaya

(2009) badający wpływ drobnoustrojów *Lactobacillus plantarum* i *Staphylococcus xylosus* na charakterystykę fizykochemiczną i mikrobiologiczną kielbasy surowo dojrzewającej „Sucuk”.

**Tabela 3.** Wartość pH i aktywność wody w kielbasie dojrzewającej

*pH value and water activity of dry fermented sausage*

Próba	Wartość pH	Aktywność wody
K	$\bar{x}$	5,68 <sup>a</sup>
	SD	0,01
KA	$\bar{x}$	5,61 <sup>b</sup>
	SD	0,01
L1	$\bar{x}$	5,58 <sup>c</sup>
	SD	0,01
L2	$\bar{x}$	5,58 <sup>c</sup>
	SD	0,02

$\bar{x}$  - wartość średnia, average value

SD – odchylenie standardowe, standard deviation

Średnie oznaczone różnymi małymi literami <sup>a-c</sup> różnią się statystycznie istotnie ( $p \leq 0.05$ )  
 Means followed by different small letters <sup>a-c</sup> are significantly different ( $p \leq 0.05$ )

Barwa wyrobów mięsnych jest funkcją zawartości barwników hemowych oraz właściwości rozpraszających światło. Najwyższą jasnością charakteryzowała się próba z dodatkiem probiotyku oraz glukozy (ok. 60,16), najniższą zaś próba kontrolna (49,06) i próba z dodatkiem askorbinianu sodu (ok. 55,54) (Tabela 4.).

Zakwaszenie wyrobu na skutek przekształcania cukrów do kwasu mlekowego mogło wpłynąć na kolor poprzez zwiększenie właściwości rozpraszających światło, tym samym wyrób stawał się bladoróżowy a jego jasność wzrastała. Podobne wyniki zaobserwowali Visessanguan i in. (2005), którzy badali właściwości fizykochemiczne wieprzowej kielbasy fermentowanej. Ich zdaniem zwiększona zdolność do rozpraszania promieni świetlnych może być również wynikiem zmian w strukturze miofilamentów tj. kurczenia się sieci przestrzennej miofilamentów [Visessanguan i in. 2005].



**Tabela 4.** Parametry barwy kiełbasy dojrzewającej

*Colour parameters for dry fermented sausages*

Parametry barwy	Próby				
	K	KA	L1	L2	
L*	$\bar{x}$	49,06 <sup>a</sup>	55,54 <sup>b</sup>	56,79 <sup>b</sup>	60,18 <sup>b</sup>
	SD	5,02	1,48	3,48	6,81
a*	$\bar{x}$	3,89 <sup>b</sup>	3,24	3,58	2,13 <sup>a</sup>
	SD	2,57	0,59	1,16	0,98
b*	$\bar{x}$	5,33 <sup>a</sup>	4,30	3,86 <sup>b</sup>	4,43
	SD	4,12	1,32	1,19	1,37
C*	$\bar{x}$	3,59 <sup>a</sup>	5,48 <sup>b</sup>	5,39 <sup>b</sup>	5,00 <sup>b</sup>
	SD	3,31	0,66	0,81	1,25
h <sup>~</sup>	$\bar{x}$	39,24 <sup>a</sup>	51,98 <sup>b</sup>	47,12 <sup>b</sup>	63,95 <sup>c</sup>
	SD	7,56	14,13	16,26	13,05

$\bar{x}$  - wartość średnia, average value

SD – odchylenie standardowe, standard deviation

Średnie oznaczone różnymi małymi literami <sup>a-c</sup> różnią się statystycznie istotnie ( $p \leq 0.05$ )  
 Means followed by different small letters <sup>a-c</sup> are significantly different ( $p \leq 0.05$ )

Największy udział barwy czerwonej stwierdzono dla próby kontrolnej (3,89) oraz dla próby z probiotykiem i laktozą (L1) ok. 3,58. Najniższy statystycznie istotny ( $P \leq 0,05$ ) udział barwy czerwonej stwierdzono dla próby z dodatkiem probiotyku i glukozy (L2) ok. 2,13. Stwierdzono czterokrotnie niższy udział barwy czerwonej w próbach badanych w niniejszym doświadczeniu w porównaniu do tradycyjnych kiełbas greckich opisanych przez Soyera (2005) a także Papadimę i Bloukasa (1999). Mogło być to wynikiem dużego udziału pól tłuszczowych w przekroju kiełbasy. Chromatyczność w zakresie żółto-niebieskim kształtowała się na poziomie od 3,86 dla próby z probiotykiem L1 do 5,33 dla próby kontrolnej (K). Najwyższy udział barwy żółtej obserwowano dla próby z dodatkiem probiotyku oraz glukozy (ok. 4,43).

Wartość nasycenia barwy (współrzędna C\*) zawierała się w przedziale od 3,59 dla próby kontrolnej do 5,48 dla próby KA (Tabela 4.). Nasycenie barwy będące wyróżnikiem udziału szarości we wrażeniu barwnym sugeruje, że największym udziałem szarości w barwie charakteryzowała się próba kontrolna. Próby z dodatkiem probiotyku (L1 oraz L2) przyjmowały podobną wartość parametru C\* jak próba kontrolna z askorbinianem sodu (KA).

Uzyskane wartości parametrów tekstury (Tabela 5.) wyrobów z dodatkiem probiotyku wskazują, że próby z dodatkiem bakterii probiotycznych cechowały się niższą twardością I i twardością II.

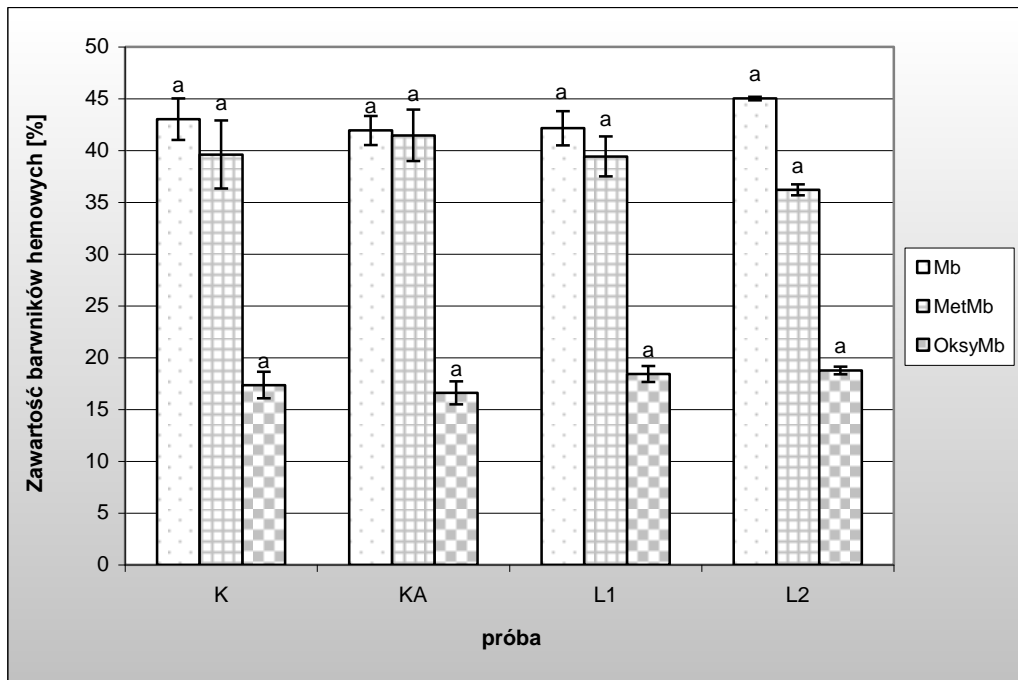
**Tabela 5.** Wartość parametrów wyróżników tekstury kielbasy dojrzewającej

*Textural properties of dry fermented sausages*

Próby	Twardość I [N/cm <sup>2</sup> ]	Twardość II [N/cm <sup>2</sup> ]	Sprężystość	Gumowatość [N mm/cm <sup>2</sup> ]	Spoistość
K	6,38	5,74	0,712	3,02	0,474
KA	6,53	5,95	0,635	3,01	0,462
L1	5,99	5,38	0,681	2,80	0,467
L2	5,34	4,81	0,618	2,51	0,470

Najniższą twardość I (5,34 N/cm<sup>2</sup>) i II (4,81 N/cm<sup>2</sup>) stwierdzono dla próby z dodatkiem *L. casei* oraz glukozy (L2). Niższa twardość wyrobu może wynikać z postępującego kruszenia mięsa, przyspieszonego przez kwasy organiczne oraz może wskazywać na przemiany proteolityczne i rozpad białek strukturalnych pod wpływem enzymów pochodzenia bakteryjnego [Incze 1998]. Największą twardością (6,53 N/cm<sup>2</sup>) cechowała się kielbasa z dodatkiem askorbinianu sodu. Wartości spoistości wyrobów kształtowały się w granicach od 0,462 dla próby kontrolnej z dodatkiem askorbinianu sodu (KA) do 0,474 dla wyrobu kontrolnego (K) i były zbliżone we wszystkich próbach. Największą gumowatością charakteryzowały się wyroby bez dodatku bakterii probiotycznych (3,01-3,02 N mm/cm<sup>2</sup>), jako że, gumowatość jest zależna od twardości I oraz spoistości, zatem wielkość tej cechy jest analogiczna jak wartość twardości. Niższą sprężystość stwierdzono dla próby z dodatkiem *L. casei* ŁOCK 0900 oraz glukozy ok. 0,618.

Najwyższą zawartość mioglobiny (45%) a jednocześnie najniższą zawartość methmioglobiny (35%) stwierdzono dla próby z dodatkiem bakterii probiotycznych i glukozy (Rysunek 1). Zawartość barwników hemowych prób zawierających dodatek *L. casei* ŁOCK 0900 (L1 oraz L2) była zbliżona do próby z askorbinianem sodu (KA). Zawartość oksymioglobiny we wszystkich próbach była podobna i wynosiła od 16% do 18%.



**Rysunek 1.** Zawartość mioglobiny (Mb), metmioglobiny (MetMb), oksymioglobiny (OksyMb) w kielbasie dojrzewającej.

*Content of myoglobin (Mb), methmyoglobin (MetMb), oxymyoglobin (OksyMb) in dry fermented sausages.*

Średnie oznaczone różnymi małymi literami <sup>a-c</sup> różnią się statystycznie istotnie ( $p \leq 0.05$ )  
Means followed by different small letters <sup>a-c</sup> are significantly different ( $p \leq 0.05$ )

## WNIOSKI

Zastosowanie w technologii produkcji kielbasy surowej dojrzewającej dodatku szczepu probiotycznego *L. casei* ŁOCK 0900 pozwoliło na wytworzenie produktu potencjalnie probiotycznego.

Dodatek bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 spowodował wzrost kwasowości kielbasy dojrzewającej. Zmiany wartości pH wynikały z przetwarzania di (laktoza) i monosacharydów (glukoza) do kwasu mlekowego. Powstały kwas mlekowy przyspieszał jednocześnie suszenie kielbasy, obniżając aktywność wody, a także powodował kruszenie wyrobu, czemu dawał wyraz spadek twardości i mniejsza gumowatość wyrobu. Obserwowany istotny spadek aktywności wody w próbach z dodatkiem *Lactobacillus casei* ŁOCK - 0900 mógł być również wynikiem zmian proteolitycznych następujących w wyrobie, co również mogło objawiać się zwiększoną kruchością produktu. Udział procentowy barwników hemowych w kielbasie dojrzewającej z dodatkiem probiotyku był podobny jak

w próbie kontrolnej z dodatkiem askorbinianu sodu. Nie stwierdzono istotnych różnic w udziale procentowym poszczególnych form barwników hemowych. Dodatek bakterii probiotycznych wpłynął na zwiększenie jasności próby, poprzez obniżenie pH wyrobu.

Wyniki uzyskanych badań właściwości fizycznych sugerują konieczność dalszego ich pogłębiania w kierunku analizy biochemicznych, fizykochemicznych przemian zachodzących w otrzymanym wyrobie w trakcie przechowywania.

## **PIŚMIENNICTWO**

1. Bourne M. C. 1978 - Texture Profile Analysis. Food Technol. 25, 509
2. Bzducha A., Obiedziński M. W. 2007 - Wpływ *Bifidobacterium lactis* na udział kwasu linolowego o wiązaniach sprzężonych w tłuszczu modelowych serów dojrzewających. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 6(55), 258-267
3. Herrero A.M., Ordonez J.A., Romero de Avila, Herranz B., L. de la Hoz, Combero M.I. 2007 - Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. Meat Sci. 77, 331-338
4. Holzapfel W. H., Schillinger H. 2002 – Introduction to pre- and probiotics. Food Res. Inter. 35, 109-116
5. Incze K. 1998 – Dry fermented sausages. Meat Sci. 49, 169-177
6. Kaban G., Kaya M. (2009): “Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosus* on the Quality Characteristics of Dry Fermented Sausage (Sucuk)”. J. Food Sci., Vol. 74, Nr. 1, 2009
7. Kołożyn-Krajewska D., Dolatowski Z. J. 2009 - Probiotic in fermented meat products. Acta Scien. Pol., Technol. Aliment. 8(2), 61-74
8. Krajewska-Kamińska E., Śmietana Z., Bohdziewicz K. 2007 - Bakterie probiotyczne w produkcji żywności. Przem. Spoż. 5, 36-41
9. Krzywicki K. 1982 - The determination of heme pigments in meat. Meat Sci. 7, 29
10. Libudzisz Z. 1999 – Probiotyki w żywieniu człowieka. Przem. Spoż. 53,1 15-18
11. Nitsch P. 2003 – Aktuelles aus der internationalen Fleischforschung. Fleischwirtschaft 10, 106-107
12. Papadima S.N., Bloukas J. G. 1999 - Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Greek sausages. Meat Sci. 51, 103-113
13. Soyer A., Ertas A. H., Üzümcüoğlu Ü. 2005 - Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). Meat Sci. 69, 135-141

14. Zaręba D. (2008) - Przeżywalność probiotycznego szczepu *Lactobacillus acidophilus* w mleku niefermentowanym i fermentowanym. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 5(60).
15. Zielińska D., Kołożyn-Krajewska D., Goryl A. 2008 - Modele przeżywalności bakterii potencjalnie probiotycznych *Lactobacillus casei* KN291 w fermentowanym napoju sojowym. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 5(60).
16. Visessanguan W., Benjakul S., Panya A., Kittikun C., Assavanig A. 2005 - Influence of minced pork and rind ratios on physico-chemical and sensory quality of Nham – a Thai fermented pork sausage. *Meat Sci.* 69, 355-362

*Badania wykonano w ramach projektu badawczego własnego Nr: N N312 275435.*