

KAROLINA M. WÓJCIAK, KATARZYNA NEFFE-SKOCIŃSKA,
EUGENIUSZ GRELA, ZBIGNIEW J. DOLATOWSKI

**ZASTOSOWANIE MIĘSA WIEPRZOWEGO POCHODZĄCEGO
Z TUCZNIKÓW SKARMIANYCH MIESZANKĄ PASZOWĄ
Z DODATKIEM PREPARATU BIAŁKOWO-KSANTOFILOWEGO
Z LUCERNY DO PRODUKCJI POTENCJALNIE PROBIOTYCZNEJ
KIELBASY DOJRZEWAJĄCEJ**

Streszczenie

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania mięsa wieprzowego pochodzącego z tuczników skarmianych mieszanką paszową z dodatkiem preparatu białkowo-ksantofilowego z lucerny do produkcji potencjalnie probiotycznej kielbasy dojrzewającej. W doświadczeniu zastosowano mięso i słoninę ze świń dwóch grup żywieniowych: kontrolnej (K) oraz doświadczalnej (PX). Grupę kontrolną stanowiły loszki żywione standardową mieszanką paszową, zaś w grupie doświadczalnej loszki żywione były mieszanką paszową z dodatkiem koncentratu białkowo-ksantofilowego z lucerny. Z mięsa i słoniny wyprodukowano cztery warianty kielbasy dojrzewającej. Zarówno kielbasy kontrolne, jak i doświadczalne poddano tradycyjnej fermentacji z wykorzystaniem naturalnej mikroflory mięsa oraz fermentacji z udziałem startowego szczepu probiotycznego *Lb. casei* LOCK 0900 w ilości 6,3 log jtk/g. Kielbasy dojrzewały 21 dni w temperaturze 18 °C, przy wilgotności względnej powietrza 75 - 85 %. Po zakończeniu procesu dojrzewania próby pakowano próżniowo, a następnie przechowywano w temperaturze 4 °C.

Badania obejmowały oznaczenie wartości pH, potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP), liczby nadtlenkowej, zawartości wolnych kwasów tłuszczowych (FFA), wskaźnika TBARS po procesie dojrzewania (0) oraz po 3 i 6 miesiącach chłodniczego przechowywania. Liczbę bakterii kwasu mlekowego oznaczano po procesie dojrzewania. Stopień zakwaszenia (pH) kielbas wahał się w zakresie 4,6 ÷ 5,2. Istotnie wyższe wartości liczby nadtlenkowej określono w próbach z dodatkiem probiotyku, niezależnie od zastosowanego do produkcji surowca mięsnego i tłuszczowego odpowiednio: 3,5 i 3,8 meq O₂/g. Wartość wskaźnika TBARS w próbach w trakcie całego okresu chłodniczego przechowywania nie była wyższa niż 1,5 mg MDA/kg. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że surowce mięsno-tłuszczowe ze

Dr inż. K. M. Wójciak, prof. dr hab. Z. J. Dolatowski, Katedra Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, prof. dr hab. E. Grela, Zakład Bromatologii i Fizjologii Żywienia, Wydz. Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin, dr inż. K. Neffe-Skocińska, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa. Kontakt: karolina.wojciak@up.lublin.pl

zwierząt żywionych paszą z dodatkiem preparatu białkowo-ksantofilowego z lucerny mogą być zastosowane do produkcji potencjalnie probiotycznej kielbasy dojrzewającej. Produkty charakteryzowały się wysoką stabilnością oksydacyjną oraz optymalnymi właściwościami fizykochemicznymi w ciągu sześciu miesięcy chłodniczego przechowywania.

Słowa kluczowe: koncentrat białkowo-ksantofilowy z lucerny, żywienie świń, wieprzowina, probiotyk, kielbasa surowo dojrzewająca, jakość

Wprowadzenie

Jakość mięsa w głównej mierze determinowana jest sposobem żywienia zwierząt. Współczesna produkcja zwierzęca wymaga stosowania dodatków paszowych w celu uzyskania optymalnego surowca do produkcji. Wobec zakazu stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu w produkcji zwierzęcej [31], poszukuje się naturalnych i bezpiecznych dodatków paszowych wpływających na poprawę cech użytkowych zwierząt z jednoczesnym zaspokojeniem ich potrzeb żywieniowych [28].

Lucerna siewna (*Medicago sativa* L.) jest rośliną zyskującą w ostatnich latach na znaczeniu. Wśród biologicznie aktywnych związków znajdujących się w lucernie siewnej na uwagę zasługują glikozydy saponinowe oraz sterole roślinne, np. β -sitosterol, kampesterol, cykloartenol, stigmasterol. Wśród związków polifenolowych lucerny zidentyfikowano kumestany oraz izoflawonoidy, które w niewielkich stężeniach wykazują działanie fitobiotyczne [7]. Lucerna siewna stanowi cenne źródło witamin (A, B₁, B₆, B₁₂, C, E, K), prowitamin (β -karotenu), związków mineralnych (soli wapnia, żelaza, potasu, manganu) oraz aminokwasów egzogennych (argininy, asparaginy, cystyny, histydyny, izoleucyny, leucyny, lizyny i metioniny [8] [28]. Obecność saponin w lucernie siewnej wpływa na jej aktywność przeciwbakteryjną w stosunku do bakterii Gram-dodatnich. Lucerna może wzmacniać działanie bakterii kwasu mlekowego, stanowiących prawidłową i pożyteczną mikroflorę człowieka [28]. Grela i wsp. [8] wykazali, że dodatek koncentratu PX z lucerny przyczynił się do uzyskania poprawy efektów produkcyjnych w postaci zwiększonych przyrostów masy ciała oraz zmniejszonego zużycia paszy przez trzodę chlewną oraz indyki. Wykazano fitobiotyczne oddziaływanie koncentratu na zwierzęta, głównie w zakresie zwiększania masy ciała i umięśnienia, większej odporności zwierząt na choroby, pobudzania ich układu immunologicznego i krwiotwórczego oraz poprawy wskaźników hematologicznych krwi, jak też zwiększenia wykorzystania składników pokarmowych z paszy [7]. Karwowska i wsp. [12] wykazali, że dodatek koncentratu PX z lucerny w ilości 2,0 g/kg nie wpływa istotnie na poprawę stabilności oksydacyjnej mięsa oraz barwę [11] produktów mięsnych parzonych. Ran i wsp. [23] podają, że etanolowe ekstrakty z lucerny są bogate w związki fenolowe, dezaktywujące wolne rodniki w stopniu zbliżonym do kwasu askorbinowego.

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania mięsa wieprzowego pochodzącego z tuczników skarmianych mieszanką paszową z dodatkiem preparatu białkowo-ksantofilowego (PX) z lucerny, do produkcji potencjalnie probiotycznej kielbasy dojrzewającej.

Material i metody badań

Mięso i słonina, których użyto w doświadczeniu, pochodziły ze świń z chowu towarowego. Tuczniaki były chowane w dwóch grupach żywieniowych: kontrolnej (K) i doświadczalnej (PX). Grupę kontrolną stanowiło 20 loszek mieszańców [(wbp × pbz) × Duroc] żywionych standardową mieszanką paszową, a w grupie doświadczalnej było 20 loszek mieszańców [(wbp × pbz) × Duroc] żywionych mieszanką paszową wzbogaconą stymulatorem wzrostu, w postaci koncentratu białkowo-ksantofilowego (PX) z lucerny [3], w ilości 3,0 g/kg paszy. Tuczniaki miały swobodny dostęp do paszy pobieranej z automatów paszowych oraz do wody pobieranej z poidel smoczkowych. Skład i wartość odżywcza mieszanek paszowych były zgodne z zaleceniami norm żywienia świń NRC [18]. Po osiągnięciu ok. 130 kg masy ciała tuczniaki były ubijane w profesjonalnej ubojni, zgodnie z procedurami obowiązującymi w przemyśle mięsnym. Z mięsa (80 % szynki) i słoniny grzbietowej (20 %) tuczników obu grup produkowano modelową kielbasę dojrzewającą. Mięso poddawano peklowaniu mieszanką peklującą w ilości 2,8 %, w stosunku do masy mięsa i słoniny, o składzie: 98,8 - 99,0 % chlorku sodu, 0,5 - 0,6 % azotanu(III) sodu, 0,5 - 0,6 % azotanu(V) sodu, przez 48 h w temp. 4 °C. Wychłodzone peklowane mięso i słoninę rozdrabniano w wilku KU2-3EK (MESKO-AGD, Skarżysko-Kamienna, Polska) przez siatkę o średnicy oczek 8 mm. Rozdrobnione składniki mieszano z glukozą (0,6 %) i szczepem probiotycznym *Lactobacillus casei* LOCK 0900 dodawanym w ilości 6,0 log jtk/g. Przygotowanymi farszami napełniano osłonki fibrusowe o średnicy 58 mm (VISCASE, Chicago, USA). Produkty poddawano 21-dniowemu dojrzewaniu w temp. 18 °C i przy wilgotności względnej powietrza – 75 ÷ 85 %. Po zakończeniu procesu dojrzewania kielbasy wędzono w zimnym dymie (T < 26 °C, 1 h), a następnie pakowano próżniowo w opakowania PA/PE przy użyciu pakowarki próżniowej VAC-10 DT (EDES, Czosnów, Polska). Wyroby poddawano badaniom w momencie osiągnięcia przez nie dojrzałości konsumpcyjnej oraz po 3 i 6 miesiącach przechowywaniu w temp. 4 °C. Zastosowano szczep probiotyczny *Lactobacillus casei* LOCK 0900, ożywiony w Zakładzie Higieny i Zarządzania Jakością Żywności SGGW w Warszawie metodą opisaną przez Jaworską i wsp. [10]. Przygotowano następujące warianty doświadczalne kielbas:

- K – kielbasa wyprodukowana z mięsa loszek żywionych standardową mieszanką paszową, z dodatkiem 0,6 % glukozy,

- PX – kiełbasa wyprodukowana z mięsa loszek żywionych mieszanką paszową wzbogaconą w preparat PX, z dodatkiem 0,6 % glukozy,
- P – kiełbasa wyprodukowana z mięsa loszek żywionych standardową mieszanką paszową, z dodatkiem 0,6 % glukozy, 6,3 log jtk/g szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* LOCK 0900,
- PX-P – kiełbasa wyprodukowana z mięsa loszek żywionych mieszanką paszową wzbogaconą w preparat PX, z dodatkiem 0,6 % glukozy, 6,3 log jtk/g szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* LOCK 0900.

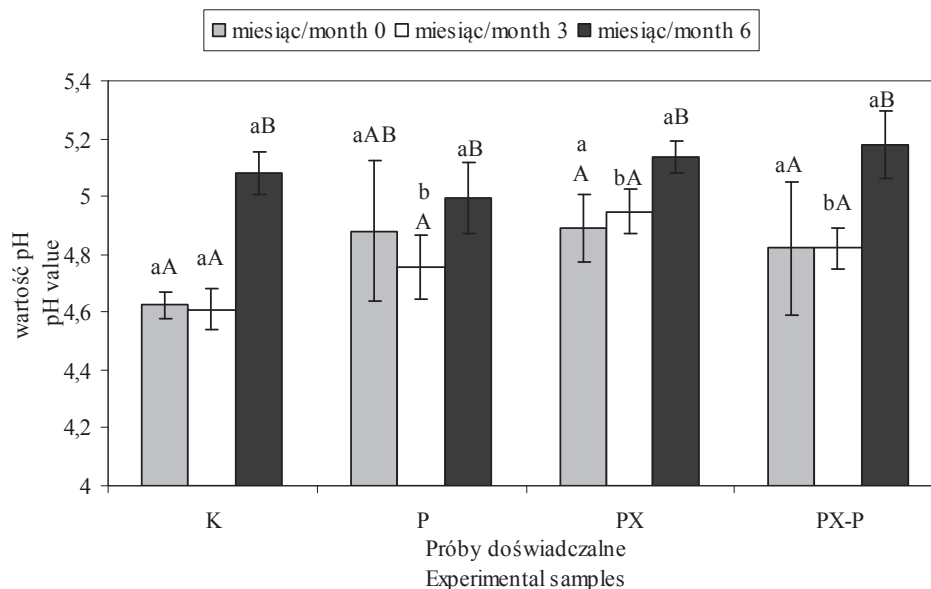
Kwasowość oznaczano przez pomiar wartości pH przy użyciu cyfrowego pH-konduktometru CPC-501 (Elmetron, Zabrze, Polska) i elektrody zespolonej, typu ERH-111 (Elmetron, Zabrze, Polska). Potencjał oksydacyjno-redukcyjny oznaczano przy użyciu elektrody zespolonej, typu ERPt-13 z wykorzystaniem cyfrowego pH-konduktometru CPC – 501 metodą podaną przez Ahn i Nam [1]. Intensywność różowego zabarwienia, powstałego w wyniku reakcji produktów utleniania tłuszczów z kwasem 2-tiobarbiturowym, mierzono z użyciem spektrofotometru Nicole Evolution 300 (Thermo Elektron Corporation, Madison, WI, USA) przy $\lambda = 532$ nm. Wartość wskaźnika TBARS wyrażano w miligramach aldehydu malonowego na 1 kg wyrobu mięsnego i na tej podstawie wykonano krzywą wzorcową [20]. Tłuszcz z produktu ekstrahowano mieszaniną metanolu i chloroformu (2 : 1) i zagęszczano w wyparce próżniowej w temp. 30 - 35 °C metodą opisaną przez Folcha i wsp. [6]. W ekstrahowanym tłuszczu oznaczano zawartość wolnych kwasów tłuszczowych zgodnie z PN-ISO 660:2010 [22] oraz wartość liczby nadtlenkowej (LOO) według PN-ISO 3960:2005 [21]. Doświadczenie przeprowadzono na dwóch partiach mięsa, w co najmniej dwóch powtórzeniach.

Dokonano charakterystyki kiełbas, obliczając wartości średnie (\bar{x}) oraz odchylenia standardowe (s) badanych wyróżników. Przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji. Do oceny istotności różnic ($p < 0,05$) zastosowano test T-Tukeya. Obliczenia wykonano w programie KyPlot ver 2.0, Kyens Lab Inc., Tokyo, Japan.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników badań stwierdzono istotny ($p < 0,05$) wpływ czasu przechowywania na pH surowo dojrzewających kiełbas (rys. 1) we wszystkich próbach, z wyjątkiem próby P.

Nie wykazano istotnych różnic pod względem wartości pH kiełbas wyprodukowanych z mięsa tuczników grupy kontrolnej (żywionych standardową mieszanką paszową) i doświadczalnej (żywionych mieszanką paszową wzbogaconą w preparat PX), mierzoną bezpośrednio po procesie dojrzewania oraz po 6 miesiącach przechowywania. Obserwowano istotnie ($p < 0,05$) wyższe wartości pH w próbkach kiełbas



Objaśnienia:/ Explanatory notes:

K – kielbasa wieprzowa z mięsa loszek żywionych standardową mieszanką paszową, z dodatkiem 0,6 % glukozy / pork sausage from meat of sows fed standard pasture blend with added 0.6 % of glucose;

PX – kielbasa wieprzowa z mięsa loszek żywionych mieszanką paszową wzbogaconą w preparat PX, z dodatkiem 0,6 % glukozy / pork sausage from meat of sows fed standard pasture blend enriched with PX mixture, with 0.6 % of glucose added; P – kielbasa wieprzowa z mięsa loszek żywionych standardową mieszanką paszową, z dodatkiem 0,6 % glukozy i 6,3 log jtk/g szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 / pork sausage from meat of sows fed standard pasture blend with 0.6 % of glucose added and with 6.3 log cfu/g of *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 probiotic strain added; PX-P – kielbasa wieprzowa z mięsa loszek żywionych mieszanką paszową wzbogaconą w preparat PX, z dodatkiem 0,6 % glukozy i 6,3 log jtk/g szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 / pork sausage from meat of sows fed standard pasture blend enriched with PX mixture with 0.6 % of glucose added and with 6.3 log cfu/g of *Lactobacillus casei* ŁOCK 0900 probiotic strain added.

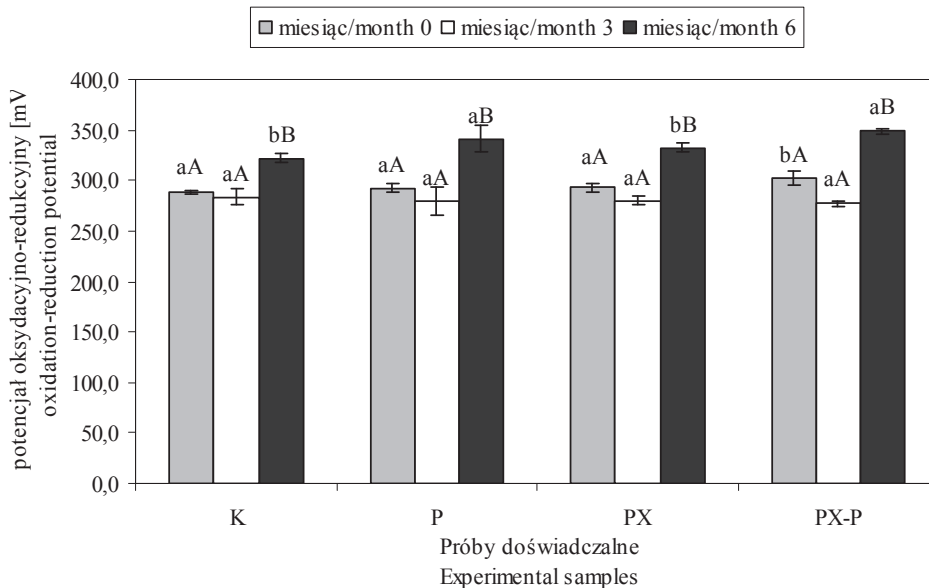
Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) \pm odchylenia standardowe / Figure shows mean values (in the form of bars) \pm standard deviations; n = 4;

a, b, c – wartości średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) pomiędzy próbkami / mean values denoted by different small letters differ statistically significantly among samples ($p < 0.05$). Wartości średnie oznaczone różnymi dużymi literami różnią się statystycznie istotnie w obrębie próby ($p < 0,05$) / mean values denoted by different capital letters differ statistically significantly within one sample ($p < 0.05$).

Rys. 1. Kwasowość czynna (pH) surowo dojrzewającej kielbasy wieprzowej, zmierzona bezpośrednio po procesie dojrzewania oraz po 3 i 6 miesiącach chłodniczego przechowywania

Fig. 1. pH value in dry-fermented pork sausage measured after immediately ripening process and after 3 and 6 months of chilling storage

uzyskanych z mięsa tuczników grupy doświadczalnej w porównaniu z kielbasami kontrolnymi po 3 miesiącach chłodniczego przechowywania. Stopień zakwaszenia kielbas mierzony bezpośrednio po procesie dojrzewania wahał się w zakresie $4,6 \div 4,9$, co świadczy o intensywności fermentacji zachodzącej w trakcie dojrzewania [2]. Intensywną fermentację obserwowano zarówno w próbkach fermentowanych za pomocą mikroflory autochtonicznej, jak również allochtonicznej. W trakcie przechowywania kielbas obserwowano istotny ($p < 0,05$) wzrost wartości pH: od 0,2 do 0,6 jednostki we wszystkich próbach po 6 miesiącach chłodniczego przechowywania, z wyjątkiem próby P, w której wartość pH nie zmieniała się istotnie ($p > 0,05$) w trakcie składowania. Uzyskane wyniki badań potwierdzają, że dodany szczep probiotyczny, jak również autochtoniczna mikroflora surowca mięsnego wykazują silne właściwości zakwaszające farsz wędliniarski [4]. Podobne wyniki badań uzyskali Zhao i wsp. [30]. Obserwowany w trakcie przechowywania stopniowy wzrost wartości pH prawdopodobnie wynikał z rozkładu białek i peptydów do aminokwasów, amidów, amin, zasad purynowych i pirymidynowych oraz innych substancji o odczynie alkalicznym, na skutek aktywności enzymów własnych mięsa oraz enzymów pochodzenia bakteryjnego [25] [30].

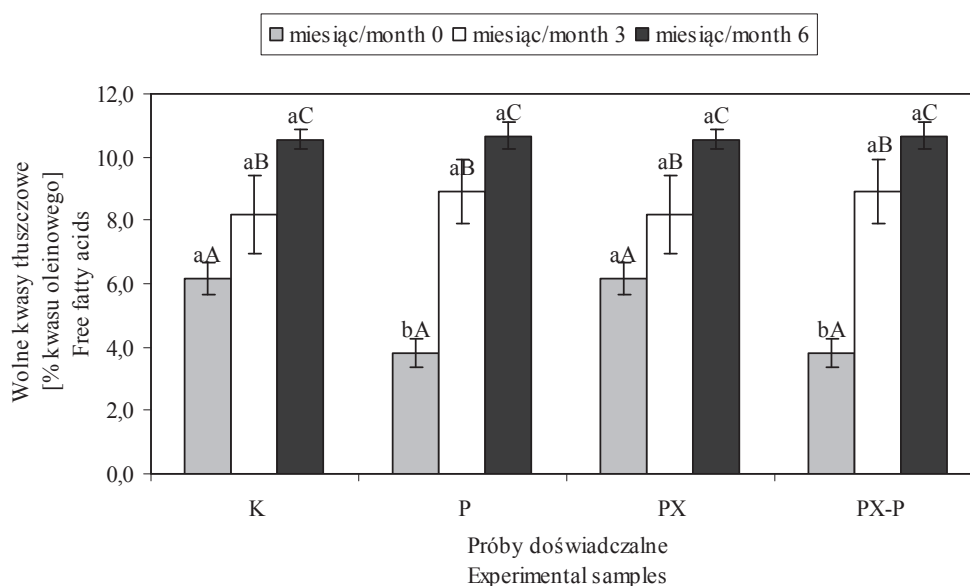


Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

- Rys. 2. Potencjał oksydacyjno-redukcyjny surowo dojrzewającej kielbasy wieprzowej, zmierzony bezpośrednio po procesie dojrzewania oraz po 3 i 6 miesiącach chłodniczego przechowywania
- Fig. 2. Oxidation-reduction potential in dry-fermented pork sausage measured immediately after ripening process and after 3 and 6 months of chilling storage

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego (ORP) próby doświadczalnej z dodatkiem bakterii probiotycznych (PX-P) kształtowała się na istotnie ($p < 0,05$) wyższym poziomie (o ok. 15 mV) w porównaniu z pozostałymi próbkami badanymi bezpośrednio po procesie dojrzewania (rys. 2). Po 6 miesiącach chłodniczego przechowywania kielbas obserwowano istotnie ($p < 0,05$) wyższą – o ok. 20 mV wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego w próbkach badawczych, do których dodano probiotyczny szczep ŁOCK 0900 (P, PX-P), w porównaniu z pozostałymi próbkami. W trakcie całego okresu chłodniczego przechowywania statystycznie istotny ($p < 0,05$) wzrost wartości potencjału redox o ok. 30 mV zaobserwowano również po 6 miesiącach przechowywania we wszystkich badanych próbkach.

Wykazano istotny wpływ dodatku probiotyku i czasu przechowywania na zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (FFA) w badanych kielbasach (rys. 3). Stwierdzono istotnie ($p < 0,05$) mniejszą zawartość FFA w próbkach z dodatkiem bakterii probiotycznych (P, PX-P), oznaczoną bezpośrednio po procesie dojrzewania odpowiednio: 3,90 i 3,85 %.

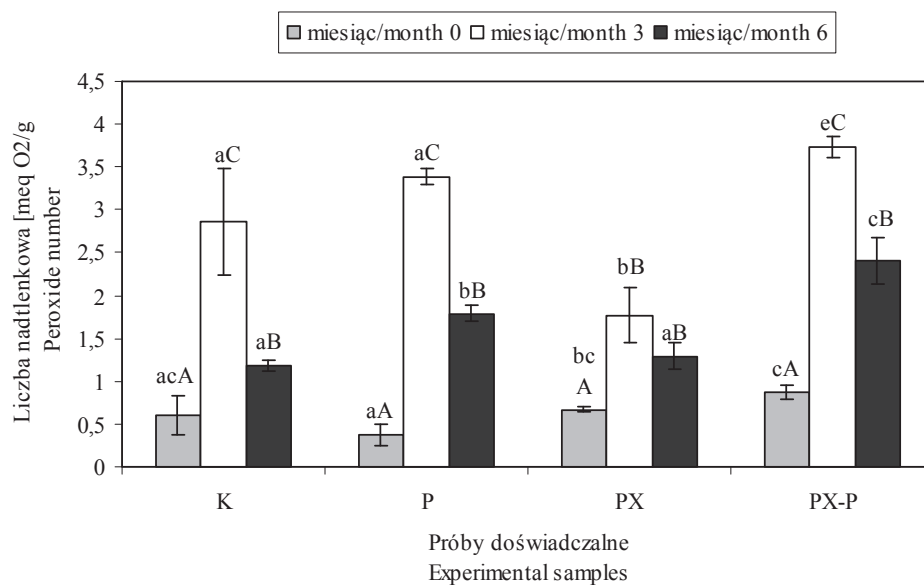


Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 3. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych w surowo dojrzewającej kiełbasie wieprzowej, oznaczona bezpośrednio po procesie dojrzewania oraz po 3 i 6 miesiącach chłodniczego przechowywania

Fig. 3. Content of free fatty acids in dry-fermented pork sausage determined immediately after ripening process and after 3 and 6 months of chilling storage

W ciągu całego okresu chłodniczego przechowywania nie obserwowano istotnych ($p > 0,05$) różnic pomiędzy badanymi wariantami pod względem zawartości FFA. Systematyczny, istotny ($p < 0,05$) wzrost (o ok. 4 %) zawartości wolnych kwasów tłuszczowych obserwowano w trakcie całego okresu chłodniczego przechowywania w obrębie badanych wariantów. Świadczy to o aktywności lipolitycznej głównie enzymów pochodzenia mikrobiologicznego [14] [29]. Podobne wyniki uzyskali również inni autorzy w badaniach prowadzonych na surowo dojrzewających kiełbasach „Chorizo de Pamplona” [15].



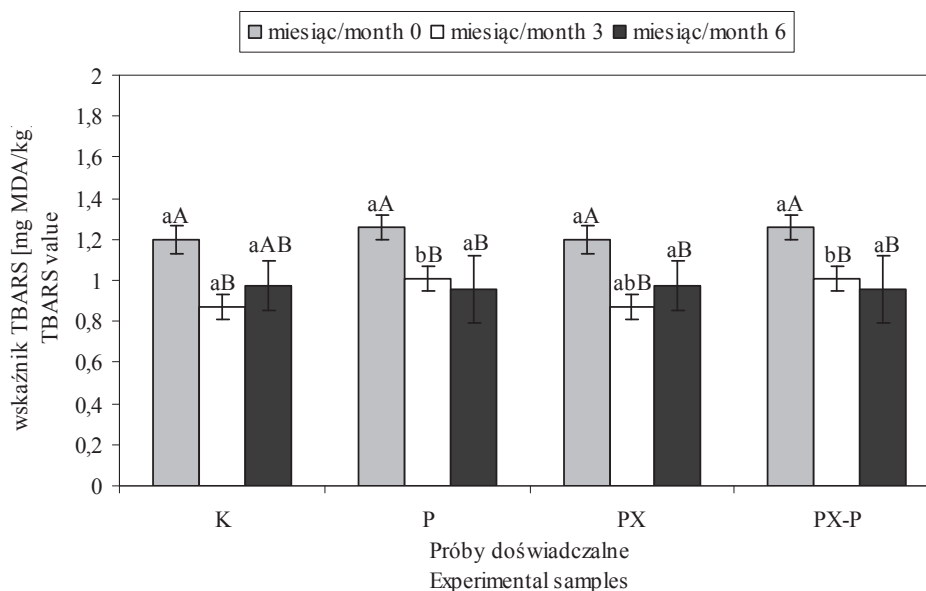
Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 4. Wartość liczby nadtlenkowej w surowo dojrzewającej kiełbasie wieprzowej, oznaczona bezpośrednio po procesie dojrzewania oraz po 3 i 6 miesiącach chłodniczego przechowywania

Fig. 4. Peroxide number value in dry-fermented pork sausage determined immediately after ripening process and after 3 and 6 months of chilling storage

Na podstawie badań wykazano istotny wpływ dodatku probiotyku oraz czasu przechowywania na wartości liczby nadtlenkowej [meq O₂/g] – rys. 4. Bezpośrednio po procesie dojrzewania najniższą wartość liczby nadtlenkowej zaobserwowano w próbach potencjalnie probiotycznych kiełbas wyprodukowanych z mięsa grupy kontrolnej (P) – 0,3 meq O₂/g. Stwierdzono wzrost wartości liczby nadtlenkowej o ok. 2,0 meq O₂/g, w ciągu 3 miesięcy chłodniczego przechowywania kiełbas. Po 6 miesiącach przechowywania prób zaobserwowano istotny wzrost ($p < 0,05$) zawartości pierwotnych produktów utleniania o ok. 1,5 meq O₂/g we wszystkich próbach, z wyjątkiem

próby PX, w której nie stwierdzono istotnych zmian zawartości nadtlenków po 3 i po 6 miesiącach przechowywania. Obniżenie wartości LOO, obserwowane w trakcie przechowywania, prawdopodobnie było związane z rozpadem niestabilnych nadtlenków oraz rozrywaniem łańcuchów kwasów tłuszczowych i powstawaniem wtórnych produktów utleniania o niższej masie cząsteczkowej, np. ketonów, aldehydów, kwasów, węglowodorów, alkoholi [14], [24] i innych związków, w tym lotnych, wpływających na smak i zapach przechowywanych kielbas, co potwierdzają uzyskane wyniki wskaźnika TBARS (rys. 5). Najniższą, statystycznie istotną ($p < 0,05$) zawartością nadtlenków, zaobserwowaną pod koniec okresu chłodniczego przechowywania, charakteryzowała się kielbasa doświadczalna, bez dodatku bakterii probiotycznych wyprodukowana z mięsa świń żywionych mieszanką paszową z preparatem PX (ok. 1,7 meq O_2/g).



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 5. Wskaźnik TBARS w surowo dojrzewającej kielbasie wieprzowej, oznaczony bezpośrednio po procesie dojrzewania oraz po 3 i 6 miesiącach chłodniczego przechowywania

Fig. 5. TBARS values in dry-fermented pork sausage determined after ripening process and after 3 and 6 months of chilling storage

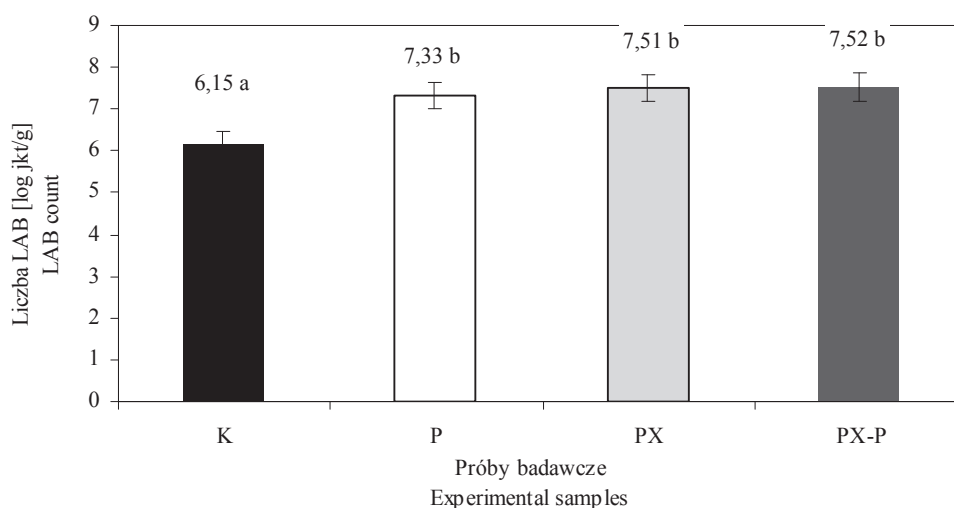
Istotnie ($p < 0,05$) wyższe wartości liczby nadtlenkowej określono w próbach z dodatkiem probiotyku (P, PX-P), niezależnie od zastosowanego do produkcji surowca mięsnego i tłuszczowego odpowiednio: 3,5 i 3,8 meq O_2/g . Jak podają Zanardi

i wsp. [29], wytwarzany przez bakterie kwasu mlekowego (LAB) nadtlenek wodoru może wpłynąć na zwiększenie zawartości nadtlenu w produkcie. Zawartość nadtlenu w kiełbasach, monitorowana podczas półrocznego okresu przechowywania, była na poziomie zbliżonym do wartości zaobserwowanych przez innych autorów [27] w kiełbasach dojrzewających (2 - 4 meq O₂/g), w których zastosowano tradycyjne kultury startowe. Wartości wskaźnika TBARS (mg MDA/kg) w kiełbasach bezpośrednio po procesie dojrzewania nie różnicowały istotnie ($p > 0,05$) prób (rys. 5). Po 3 miesiącach przechowywania stwierdzono istotnie wyższe wartości wskaźnika TBARS w kiełbasach z dodatkiem probiotyku (P, PX-P), odpowiednio: 1,0 i 1,05 mg MDA/kg, niezależnie od surowca zastosowanego do produkcji kiełbas.

Nie stwierdzono istotnych ($p < 0,05$) różnic pod względem wartości wskaźnika TBARS pod koniec okresu chłodniczego przechowywania prób. Wyższe wartości wskaźnika TBARS w podobnych produktach oznaczyli Olivares i wsp. [19] oraz Soyer i Ertas [24]. Najwyższe wartości wskaźnika TBARS uzyskane w niniejszych badaniach są zbliżone do wartości podanych przez Soyera i wsp. [24], którzy oznaczyli w kiełbasie ok. 1,5 mg MDA/kg wtórnych produktów utleniania lipidów.

Bakterie kwasu mlekowego stanowią część naturalnej mikroflory surowo dojrzewających produktów mięsnych. Specyfika produkcji wędlin surowo dojrzewających związana jest z brakiem obróbki cieplnej, a tym samym z niemożnością uzyskania sterylnej surowca, który stanowiłby dobre środowisko do rozwoju dodanych bakterii startowych o właściwościach probiotycznych. W związku z tym wykorzystanie wspomnianych kultur startowych w produkcji surowo dojrzewających wyrobów mięsnych nie jest popularne, m.in. z powodu trudności doboru, a następnie utrzymania odpowiedniego wzrostu i przeżywalności zastosowanych szczepów bakterii probiotycznych w produktach fermentowanych [16] [17]. Uważa się, że surowo dojrzewające produkty mięsne charakteryzujące się naturalnym występowaniem bakterii kwasu mlekowego, niskim pH i niską aktywnością wody oraz dodatkowo zawierające sól peklującą, nie mogą stanowić dobrego środowiska do rozwoju bakterii o właściwościach probiotycznych [5] [13]. Z drugiej strony w literaturze naukowej przedstawia się dane, z których wynika, że prawidłowo zoptymalizowane warunki procesu produkcji umożliwiają wyselekcjonowanym szczepom bakterii o właściwościach probiotycznych rozwój, a następnie przeżywalność w mięsnych produktach surowo dojrzewających [10] [17] [26]. W związku z powyższym przeprowadzono analizy mikrobiologiczne mające na celu określenie ogólnej liczby bakterii kwasu mlekowego w badanych kiełbasach surowo dojrzewających bez dodatku probiotycznych kultur startowych lub z ich obecnością. W próbach kontrolnych (K), wyprodukowanych z mięsa świń karmionych standardowymi paszami, oznaczono liczbę bakterii LAB średnio na poziomie 6 log jtk/g. Natomiast w przypadku prób kiełbas surowo dojrzewających (PX), wyprodukowanych

z mięsa tuczników karmionych paszami z dodatkiem koncentratu lucerny, stwierdzono istotnie ($p < 0,05$) wyższą liczbę bakterii LAB, średnio na poziomie 7 log jtk/g (rys. 6).



Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – wartości średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie pomiędzy próbkami ($p < 0,05$) / mean values denoted by different small letters differ statistically significantly among samples ($p < 0,05$)

Pozostałe objaśnienia jak pod rys. 1. / Other explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 6. Liczba bakterii kwasu mlekowego w surowo dojrzewającej kielbasie wieprzowej, oznaczona bezpośrednio po procesie dojrzewania

Fig. 6. Count of lactic acid bacteria in dry-fermented pork sausage determined immediately after ripening process

Inny przebieg miała fermentacja kielbas surowo dojrzewających z dodatkiem kultur startowych o właściwościach probiotycznych *Lb. casei* ŁOCK 0900. W kielbasach kontrolnych, wyprodukowanych z mięsa tuczników karmionych standardowymi paszami z dodatkiem szczepu probiotycznego (P), stwierdzono dobry wzrost i rozwój bakterii kwasu mlekowego, w tym dodanych bakterii probiotycznych, średnio na poziomie 7 log jtk/g. Nie stwierdzono istotnej ($p < 0,05$) różnicy pod względem liczby bakterii LAB, w tym dodanego szczepu *Lb. casei* ŁOCK 0900, pomiędzy próbkami kontrolnymi (P) a próbkami kielbas wyprodukowanych z mięsa świń żywionych paszami z koncentratem lucerny (PX-P) (rys. 6).

Na podstawie wyników badań własnych można stwierdzić, że zmodyfikowane żywienie świń, uwzględniające w paszach udział koncentratu z lucerny, mogło mieć wpływ na wytworzenie sprzyjających warunków środowiskowych do rozwoju natural-

nie bytujących bakterii kwasu mlekowego w surowo dojrzewających kielbasach wieprzowych. Zależności tej nie można stwierdzić w przypadku prób kielbas z dodatkiem szczepu o właściwościach probiotycznych *Lb. casei* LOCK 0900. W literaturze naukowej zawarte są jedynie informacje o wpływie zmodyfikowanego żywienia świń na jakość fizykochemiczną surowca mięsnego. Brakuje natomiast badań dotyczących wytworzenia się w surowcu mięsnym korzystnych warunków do rozwoju mikroflory mlekowej, w tym kultur startowych o właściwościach probiotycznych. Kierunek ten będzie kontynuowany w dalszych badaniach autorów.

Wnioski

1. W produkcji potencjalnie probiotycznej kielbasy dojrzewającej możliwe jest użycie mięsa świń żywionych mieszanką paszową wzbogaconą w preparat białkowo-ksantofilowy (PX) z lucerny.
2. Stabilność oksydacyjna potencjalnie probiotycznej kielbasy dojrzewającej nie była determinowana przez zastosowanie do produkcji surowców pochodzących ze świń żywionych mieszanką paszową z udziałem preparatu PX.
3. Kielbasy dojrzewające, wyprodukowane z mięsa świń żywionych mieszanką paszową z udziałem preparatu PX, charakteryzowały się optymalnymi parametrami fizykochemicznymi w trakcie sześciu miesięcy chłodniczego przechowywania.

Literatura

- [1] Ahn D.U., Nam K.C.: Effect of ascorbic acid and antioxidants on color, lipid oxidation and volatiles of irradiated ground beef. *Radiat. Phys. Chem.*, 2003, **71**, 149-154.
- [2] Bloukas J.G., Paneras E.D., Fountzitis G.C.: Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Sci.*, 1996, **45**, 133-144.
- [3] Caillot J.: Produkcja lucerny w regionie Szampanii-Ardenach. W: Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt. Red. E.R. Grela. Wyd. Stowarzyszenie Rozwoju Regionalnego i Lokalnego "PROGRESS" Dzierżkówka - Lublin 2008, T. 3, ss. 21-27.
- [4] Casaburi A., Aristoy M.C., Cavella S., Monaco R.D., Ercolini D., Toldrà F.: Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Sci.*, 2007, **76**, 295-307.
- [5] Erkkilä S., Suihko M.L., Eerola S., Petäjä E., Mattila-Sandholm T.: Dry sausages fermented by *Lactobacillus rhamnosus* strains. *Int. J. Food Microbiol.*, 2001, **64**, 205-210.
- [6] Folch J., Lee M., Stanley G.G.S.: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 1957, **226**, 497-509.
- [7] Gawel E., Grzelak M.: Koncentrat białkowo-ksantofilowy z lucerny w żywieniu zwierząt. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2013, **58**, 137-142.
- [8] Grela E.R., Semeniuk, V., Florek, M.: Effects of protein-xanthophyll (PX) concentrate of alfalfa additive to crude protein-reduced diets on nitrogen excretion, growth performance and meat quality of pigs. *J. Centr. Eur. Agric.*, 2008, **9**, 669-676.

- [9] Hierro E., de la Hoz L., Ordonez J.A.: Contribution of the microbial and meat endogenous enzymes to the free amino acids contents of dry fermented sausages. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 1156-1161.
- [10] Jaworska D., Neffe K., Kołożyn-Krajewska D., Dolatowski Z.J.: Survival during storage and sensory effect of potential probiotic lactic acid bacteria *Lactobacillus acidophilus* Bauer and *Lactobacillus casei* Bif3'IV in dry fermented pork loins. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2011, **12** (46), 2491-2497.
- [11] Karwowska M.: Wpływ zastosowania ekstraktu lucerny w żywieniu świń na barwę mięsa. *Żywność Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **5**, 282-288.
- [12] Karwowska M., Dolatowski Z.J., Grela E.: The effect of dietary supplementation with extracted alfalfa meal on oxidation stability of cooked ham. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **57**, 271-274.
- [13] Lücke F.K.: Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Sci.*, 2000, **56**, 105-115.
- [14] Martín-Sánchez A.M., Chaves-López C., Sendra E., Sayas E., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez J.A.: Lipolysis, proteolysis and sensory characteristics of a Spanish fermented dry-cured meat product (salchichón) with oregano essential oil used as surface mold inhibitor. *Meat Sci.*, 2011, **89**, 35-44.
- [15] Muguerza E., Ansorena D., Astiasarán I.: Improvement of nutritional properties of Chorizo de PAMPLONA by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 1361-1367.
- [16] Muthukumarasamy P., Holley R.: Microbiological and sensory quality of dry fermented sausages containing alginate-microencapsulated *Lactobacillus reuteri*. *Int. J. Food Microbiol.*, 2006, **111**, 164-169.
- [17] Neffe-Skocińska K., Kołożyn-Krajewska D., Goryl A.: Wpływ dodatku szczepu *Lactobacillus casei* LOCK 0900 i warunków dojrzewania na jakość fermentowanych poledwic podczas przechowywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **6** (91), 45-59.
- [18] NRC, Nutrient Requirements of swine. Tenth Revised Edition, Washington, DC, 1998.
- [19] Olivares A., Navarro J.L., Flores M.: Effect of fat content on aroma generation during processing of dry fermented sausages. *Meat Sci.*, 2011, **87**, 264-273.
- [20] Pikul J., Leszczyński D.E., Kummerow F.A.: Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. *J. Agric. Food Chem.*, 1989, **37**, 1309.
- [21] PN-ISO 3960:2005. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- [22] PN-ISO 660:2010. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- [23] Rana M.G., Katbamna R.V., Padhya. A.A., Dudhrejiya A.D., Jivani N.P., Sheth N.R.: *In vitro* antioxidant and free radical scavenging studies of alcoholic extract of *Medicago sativa* L. *Rom. J. Biol. Plant Biol.*, 2010, **55**, 15-22.
- [24] Soyer A., Ertas A.H.: Effects of fat level and storage time on lipid and color stability of naturally fermented Turkish sausages (Sucuk). *J. Muscle Food.*, 2007, **18**, 330-340.
- [25] Sunesen L.O., Stahnke L.H.: Moulds starter cultures for dry sausages selection, application and effects. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 935-948.
- [26] Trzaskowska M., Kołożyn-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.
- [27] Visessanguan W., Benjakul S., Riebroy S., Yarchai M., Tapingkae W.: Changes in lipid composition and fatty acid profile of Nham, a Thai fermented pork sausage, during fermentation. *Food Chem.*, 2007, **94**, 580-588.
- [28] Zagórka G., Głowniak K.: Ocena aktywności biologicznej składników czynnych lucerny (*Medicago sativa* L.) na podstawie badań *in vitro* i *in vivo*. W: Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt. Red. E.R. Grela. Stowarzyszenie Rozwoju Regionalnego i Lokalnego „PROGRESS” Dzierżniówka - Lublin 2008, T. 3, ss. 39-48.

- [29] Zanardi E., Ghidini S., Battaglia A., Chizzolini R.: Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Sci.*, 2004, **66**, 415-423.
- [30] Zhao L., Jin Ye, Ma C., Song H., Li H., Wang Z., Xiao S.: Physico-chemical characteristics and free fatty acid composition of dry fermented mutton sausages as affected by the use of various combinations of starter cultures and spices. *Meat Sci.*, 2011, **88**, 761-766.
- [31] Rozporządzenie (WE) nr 1831/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 sierpnia 2003 r. w sprawie dodatków stosowanych w żywieniu zwierząt. *Dz. Urz. UE L 268*, 18/10/2003 poz. 0029-0043.

USING PORK MEAT FROM PORKERS FED PASTURE BLEND WITH ADDED PROTEIN-XANTHOPHYLLS CONCENTRATE OF ALFALFA TO PRODUCE POTENTIALLY PROBIOTIC DRY-FERMENTED SAUSAGES

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the possibilities of using pork meat from the porkers fed a pasture blend with the addition of protein-xanthophylls concentrate of alfalfa to produce potentially probiotic dry-fermented sausages. In the experiment, the meat and pork back fat were used from pigs grouped in two feeding groups: control (C) and experimental (EX). The control group comprised the sows fed a standard pasture blend, whereas in the experimental group contained the sows fed a pasture blend enriched with a protein-xanthophylls concentrate of alfalfa. Four variants of dry-fermented sausage were produced using the meat and back fat from the animals in the C and EX groups. Both the control and the experimental sausages were fermented traditionally, i.e. with the use of natural meat microflora, and, also, using a starter probiotic strain of *Lb. casei* LOCK 0900; the size of the added strain was 6.3 log cfu/g. The sausages matured during a 21 day period, at a temperature of 18° C and at a relative humidity of 75-85%. After maturing, the samples were vacuum-packed and stored at a temperature of 4 ° C.

The research study included the determination of a pH value, oxidative-reduction potential (ORP), peroxide number, content of free fat acids (FFA), TBARS value after the maturation process (0), and after 3 and 6 months of chilling storage. The count of Lactic Acid Bacteria (LAB) was determined after the maturation process. The level of sausage acidification (pH) was between 4.6 and 5.2. Significantly higher peroxide values were determined in the samples with the probiotic added regardless of the meat and fat used as raw materials to make sausages; those values were 3.5 and 3.8 meq O₂/g, respectively. During the entire period of chilling storage, the value of TBARS in the samples was not higher than 1.5 mg MDA/kg. Based on the results, it was proved that the raw materials from meat and fat from animals fed the pasture with the protein-xanthophylls (PX) concentrate of alfalfa added could be used to produce potentially probiotic dry-fermented sausages. The products were characterized by a high oxidative stability and optimal physical-chemical qualities during the entire 6 month period of chilling storage.

Key words: protein-xanthophylls concentrate of alfalfa, feeding pigs, pork, probiotic, dry-fermented sausage, quality ☒