

EWELINA WĘSIERSKA, MAREK SZOŁTYSIK, MAŁGORZATA BĄCZKOWICZ,
ANETA PARYS, ANNA WRÓBLEWSKA

PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI WYBRANYCH SUROWYCH WĘDLIN DOJRZEWAJĄCYCH

Streszczenie

Celem pracy było porównanie podstawowego składu chemicznego, stopnia zaawansowania przemian proteolitycznych i lipolitycznych, składu jakościowego i ilościowego mikroflory oraz jakości sensorycznej wybranych wędzonek i kielbas surowych dojrzewających. Na podstawie różnic zawartości wolnych grup aminowych, wolnych kwasów tłuszczowych oraz odmiennych profili lotnych związków zapachowych stwierdzono dużą zmienność badanych wędlin. Rozwój bakterii kwasu mlekowego oraz kumulacja wolnych kwasów tłuszczowych wpłynęły na obniżenie pH wędlin. Prosciutto crudo oraz kumpia zawierały najwięcej pałeczek mlekowych (odpowiednio: 5,8 i 5,6 log jtk/g), ziarniaków mlekowych (odpowiednio: 7,8 i 7,3 log jtk/g) oraz wolnych kwasów tłuszczowych w grupie wędzonek (odpowiednio: 883 i 1400 mg/kg). Na skutek dynamicznie postępującej proteolizy pH kumpii (5,3) było wyższe niż pH prosciutto crudo (5,2). W grupie kielbas najniższym pH (od 5,14 do 5,26) oraz największą liczbą pałeczek mlekowych (od 5,00 do 5,90 log jtk/g), ziarniaków mlekowych (od 6,90 do 7,90 log jtk/g) oraz wolnych kwasów tłuszczowych (od 760 do 880 mg/kg) charakteryzowały się kindziuki. Lotne związki zapachowe, będące produktami fermentacji sacharydów (octan metylu, octan etylu) oraz przemian metabolicznych komórek (kwas octowy, kwas butanowy) potwierdziły dużą aktywność enzymatyczną mikroorganizmów w procesie dojrzewania badanych wędlin.

Słowa kluczowe: wyroby mięsne, dojrzewanie, proteoliza, lipoliza, lotne związki zapachowe, jakość sensoryczna, mikroflora

Wprowadzenie

Surowe wędliny dojrzewające stanowią ważny segment produktów regionalnych Suwalszczyzny, podobnie jak ma to miejsce we: Włoszech, Hiszpanii, Portugalii oraz Francji [2]. Podlaskie tradycje wędliniarskie związane są z mięsem wieprzowym. Wa-

Dr E. Węsierska, mgr inż. A. Parys, mgr inż. A. Wróblewska, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, dr M. Bączkiewicz, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr inż. M. Szoltysik, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chelmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław

runki środowiskowe, a przede wszystkim wielonarodowość i wielokulturowość pogranicza Polski, Litwy i Białorusi służyły wymianie doświadczeń i dopracowaniu receptur. Solenie na sucho utrzymywało, a dodatek ziół, takich jak: pieprz, ziele angielskie, liście laurowe, kolendra oraz goździki kształtował aromat wędlin dojrzewających nawet półtora roku. Wędzenie zimnym dymem trwa od 2 do 3 tygodni, z przerwami, 3 - 4 razy na dzień. Mniejsze sztuki wędlin wędzone są przez 10 - 12 dni. Do wędzenia używa się dymu jałowcowego, olchowego i z wiórów dębowych. Większość popularnych wędlin Podlasia może występować jako produkty wędzone lub niewędzone suszone [3]. Obecnie popyt na tradycyjne surowe wyroby mięsne w Polsce sukcesywnie wzrasta. W ofercie handlowej znajdują się wędliny o nazwach: „kumpiak”, „kumpia”, „kindziuk”, które pierwotnie wytwarzane były na terenach stanowiących zlewnię rzeki Niemen – na kresach suwalsko-wileńskich.

Celem pracy było porównanie podstawowego składu chemicznego, stopnia zaawansowania przemian proteolitycznych i lipolitycznych, składu jakościowego i ilościowego mikroflory oraz jakości sensorycznej wybranych wędzonek i kielbas surowych dojrzewających produkowanych w Polsce z produktami wytwarzanymi we Włoszech i Francji.

Material i metody badań

Materiałem do badań były wieprzowe wędzonki oraz kielbasy surowe dojrzewające, w tym wyroby tradycyjne lokalnych producentów województwa podlaskiego oraz wędliny dostępne w handlu detalicznym, produkowane przez uznanych na rynku europejskim producentów wędlin i wyrobów mięsnych (tab. 1). Badaniom poddano 3 batony każdego sortymentu.

Zakupione wędliny, przechowane w warunkach chłodniczych (4 - 6 °C), przesłano kurierem do partnerskich laboratoriów w ciągu do 24 h od momentu zakupu. Po wydzieleniu materiału do oceny sensorycznej, aseptycznie odważano 10 g każdego produktu, rozdrabniano (Stomacher 80, Seward), rozcieńczano i wykonywano posiewy mikrobiologiczne zgodnie z Polskimi Normami [16, 19]. Pozostałą część materiału rozdrabniano przy użyciu miksera kuchennego (Multiquick Professional, Braun) i przeznaczano do badań fizykochemicznych oraz biochemicznych.

W wędlinach oznaczano zawartość: wody [21], białka [15], tłuszczu [20], soli [23] oraz składników mineralnych w postaci popiołu [22]. Wykonywano pomiar aktywności wody (LabMaster-a_w, Novasina) oraz mierzono pH (pH-metr CP-411 z elektrodą PP-3, Elmetron) w wodnym homogenacie (stosunek masy 1 : 3). Zawartość wolnych grup aminowych we frakcji wodnej i frakcji rozpuszczalnej w kwasie fosfowolframowym (PTA, Fluka) oznaczano przy użyciu kwasu 2,4,6-trinitrobenzenosulfonowego (TNBS, Sigma) [5]. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych oznaczano metodą chromatografii gazowej (Agilent Technologies 6890N, detektor

Tabela 1

Wybrane wyroby surowe dojrzewające.
Selected ripening raw meat products.

Materiał / Material					
Wędzonki / Smoked products			Kiełbasy / Sausages		
Product Product	Surowce mięsne Raw meat materials	Symbol	Produkt Product	Surowce mięsne Raw meat materials	Symbol
Kumpiak 1	schab / pork loin	KM 1	Kindziuk 1	schab, szynka, karkówka, boczek pork loin, pork ham, pork neck, bacon	KD 1
Kumpiak 2	szynka / pork ham	KM 2	Kindziuk 2	schab, szynka, karkówka, boczek pork loin, pork ham, pork neck, bacon	KD 2
Kumpia wieprzowa	łopatka / pork shoulder	KM 3	Kindziuk 3	schab, szynka, łopatka pork loin, pork ham, pork shoulder	KD 3
Prosciutto crudo 1	szynka / pork ham	PRC 1	Saucisson 1	wieprzowina, tłuszcz wieprzowy pork meat, pork fat	SCS 1
Prosciutto crudo 2	szynka / pork ham	PRC 2	Saucisson 2	wieprzowina, tłuszcz wieprzowy pork meat, pork fat	SCS 2

Agilent Technologies 5973), w warunkach: kolumna 60 m × 250 μm × 0,25 μm, temp. 140 °C (5 min) do 240 °C (4 °C/min), gaz nośny hel (20 cm³/s), split 100 : 1. Lotne związki zapachowe ekstrahowano z wodnego homogenatu (1 : 1 m/v), inkubowanego w temp. 50 °C techniką mikroekstrakcji do fazy stałej (SPME), wykorzystując dwie fazy stacjonarne Carboxen/polidimetylosiloksan (CAR/PDMS) i Carbowax/diwinylobenzen (CW/DVB). Termiczną desorpcję analizowanych substancji prowadzono w dozowniku chromatografu gazowego, eksponując włókno mikrostrzykawki przez 3 min w temp. 240 °C. Rozdział wykonywano metodą chromatografii gazowej w następujących warunkach: kolumna 60 m × 250 μm × 0,25 μm, temp. 40 °C (5 min) do 240 °C (4 °C/min), gaz nośny hel (20 cm³/s), split 100 : 1. Identyfikację substancji wykonywano na podstawie analizy porównawczej widm masowych z komercyjną biblioteką widm NIST. Wędliny oceniano za pomocą 5-punktowej skali, przyjmując następujące poziomy jakości: 4,51 - 5,00 (bardzo dobry); 3,51 - 4,50 (dobry); 2,51 - 3,50 (dostateczny); 1,00 - 2,50 (niedostateczny). Ocenę przeprowadzał przeszkolony panel sensoryczny składający się z 10 osób. Ocenianym wyróżnikom przypisano następujące współczynniki ważkości: 0,08 (wygląd ogólny), 0,08 (barwa), 0,08 (struktura), 0,08 (związanie plastrów), 0,1 (zapach - natężenie), 0,1 (zapach - pożądalność), 0,08 (so-

czystość), 0,1 (kruchość), 0,1 (słoność) oraz 0,1 (smak – natężenie) i 0,1 (smak – pożądalność). W badanych produktach oznaczano następujące grupy mikroorganizmów: drobnoustroje tlenowe mezofilne, pałeczki mlekowe, paciorkowce mlekowe, gronkowce koagulazo-ujemne i mikrokokki oraz *Bacillus cereus*.

Wyniki badań, jako średnie z trzech powtórzeń, opracowano statystycznie w programie Statistica 8,0, przeprowadzając jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testami Scheffe'a i Duncan na poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Badane produkty spełniały wymagania Polskich Norm [17, 18] dotyczących surowych wędlin dojrzewających pod względem zawartości wody, białka oraz tłuszczu (tab. 2).

Wędzonki zawierały od 48,9 do 65,9 % wody, a kielbasy od 43,6 do 51,8 %. Zawartość białka badanych wyrobów w wędzoncek wynosiła od 22 do 29,8 % a w kielbasach od 28,2 do 29,6 %. W większości badanych produktów stwierdzono małą zawartość tłuszczu, tj. w szynkach poniżej 18,1%, w polędwicach poniżej 8,2 % i w kielbasach surowych poniżej 19,8 %. Wędzonki charakteryzowały się dużą zawartością soli (3,1 - 7,0 %), zbliżonymi wartościami a_w (0,89 - 0,92) oraz pH (5,2 - 5,4). W kielbasach, przy zawartości soli rzędu 3,9 - 5,9 %, a_w utrzymywała się na poziomie 0,85 - 0,94 a pH 5,1 - 5,3. Najniższe wartości a_w oznaczono w kielbasie saucisson 2. Niska a_w była wynikiem podsuszania, dużej zawartości soli oraz przemian biochemicznych, zmieniających mikrostrukturę wyrobów [7]. Rozkład niektórych niskocząsteczkowych składników tkankowych w reakcjach enzymatycznych przy odpowiednio niskim pH mógł być dodatkowym czynnikiem obniżającym a_w [7, 14].

Największą zawartością wolnych grup aminowych rozpuszczalnych w wodzie i PTA charakteryzowały się kumpia (3467,7 i 457,0 $\mu\text{M Gly}/100\text{ g}$) w grupie wędzonek oraz kindziuki 2 i 3 (18875,7 i 239,7 $\mu\text{M Gly}/100\text{ g}$ oraz 1744,0 i 212,3 $\mu\text{M Gly}/100\text{ g}$) w grupie kielbas (tab. 3). Wolne grupy aminowe rozpuszczalne w wodzie wskazały na obecność produktów proteolizy białek mięsa. Grupy rozpuszczalne w PTA wyszczególniły frakcję niskocząsteczkową, krótkie peptydy i wolne aminokwasy [5]. Zaawansowanie przemian proteolitycznych w kumpii oraz w obu kindziukach potwierdził stosunek azotu rozpuszczalnego do ogólnego, odpowiednio: 19,6; 12,4 i 11,6 % (tab. 3).

Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych przedstawiono w tab. 4. Najbardziej zaawansowane zmiany lipolityczne w grupie wędzonek stwierdzono w kumpii (suma wolnych kwasów tłuszczowych wyniosła 1400,0 mg/kg) oraz w prosciutto crudo 2 (883,0 mg/kg).

Tabela 2

Zawartość podstawowych składników oraz właściwości fizykochemiczne surowych wędlin dojrzewających.
Content of basic components in and physicochemical properties of ripening raw meat products.

Produkt Product	Właściwości fizykochemiczne / Physicochemical properties Chemical composition [%], a_w , and pH													
	Woda / Water [%]		Białko / Protein [%]		Tłuszcz / Fat [%]		Sól / Salt [%]		Popiół / Ash [%]		a_w		pH	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	SD
	Wędzonki / Smoked meat products													
KM 1	61,84 ^a	0,25	22,02 ^a	0,07	8,20 ^a	0,05	6,51 ^a	0,10	8,73 ^a	0,07	0,92 ^a	0,01	5,37 ^a	0,13
KM 2	65,93 ^b	0,10	23,82 ^b	0,11	3,49 ^b	0,33	4,88 ^b	0,14	7,14 ^b	0,23	0,91 ^b	0,01	5,40 ^a	0,07
KM 3	48,91 ^c	0,16	25,34 ^c	0,28	17,55 ^c	0,38	6,86 ^c	0,13	8,87 ^a	0,14	0,89 ^c	0,01	5,27 ^b	0,04
PRC 1	46,26 ^d	0,23	29,78 ^d	0,21	15,99 ^d	0,02	6,97 ^c	0,05	8,42 ^a	0,50	0,92 ^a	0,01	5,32 ^c	0,01
PRC 2	49,48 ^e	0,25	27,54 ^e	0,15	18,13 ^e	0,05	3,08 ^d	0,08	4,99 ^c	0,01	0,90 ^e	0,01	5,21 ^d	0,01
Kiełbasy / Sausages														
KD 1	45,36 ^a	0,21	31,34 ^a	0,23	16,99 ^a	0,19	5,31 ^a	0,10	7,04 ^a	0,07	0,91 ^a	0,02	5,26 ^a	0,01
KD 2	46,76 ^b	0,20	27,40 ^b	0,65	18,88 ^b	0,13	5,87 ^b	0,08	7,72 ^b	0,11	0,91 ^a	0,01	5,22 ^b	0,02
KD 3	51,77 ^c	0,37	29,64 ^b	0,41	12,37 ^c	0,22	4,92 ^c	0,04	6,91 ^c	0,01	0,94 ^b	0,01	5,14 ^c	0,18
SCS 1	47,52 ^d	0,39	28,19 ^c	0,11	18,32 ^b	0,20	3,93 ^d	0,12	6,00 ^d	0,01	0,90 ^a	0,01	5,12 ^c	0,12
SCS 2	43,65 ^e	0,53	28,29 ^c	0,27	19,79 ^d	0,20	3,90 ^d	0,11	7,83 ^b	0,02	0,85 ^c	0,01	5,03 ^d	0,06

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia / mean value, s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation ; n = 3;

a, b, c – różne litery w tej samej kolumnie oznaczają statystycznie istotne różnice pomiędzy wartościami średnimi przy $p < 0,05$ w grupie wędzonek oraz w grupie kiełbas / different letters in the same column indicate statistically significant differences between means at $p < 0,05$ in the group of smoked meat products, as well as in the group of sausages.

Tabela 3

Wolne grupy aminowe oraz stosunek azotu rozpuszczalnego do ogólnego w surowych wędlin dojrzewających.
Free amino groups and water-soluble nitrogen/total nitrogen ratio in ripening raw meat products.

Produkt Product	Grupy aminowe rozpuszczalne w wodzie Water-soluble free amine groups [μM Gly/100 g]		Grupy aminowe rozpuszczalne w PTA PTA-soluble free amino groups [μM Gly/100 g]		N rozpuszczalny/N ogólny N solubl/N total [%]	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Wędzonki / Smoked meat products						
KM 1	602,67 ^a	1,15	-	-	5,25 ^a	0,03
KM 2	687,67 ^b	4,16	-	-	5,75 ^b	0,08
KM 3	3467,67 ^c	18,93	457,00 ^a	4,58	19,65 ^c	0,32
PRC 1	686,00 ^b	2,00	56,00 ^b	1,02	6,18 ^d	0,04
PRC 2	1345,33 ^d	1,53	199,33 ^c	1,53	10,16 ^c	0,03
Kielbasy / Sausages						
KD 1	753,33 ^a	1,53	75,33 ^a	1,53	7,57 ^a	0,04
KD 2	1875,67 ^b	3,05	239,67 ^b	3,05	12,42 ^b	0,16
KD 3	1744,00 ^c	1,00	212,33 ^c	1,53	11,57 ^c	0,38
SCS 1	945,00 ^d	3,00	123,67 ^d	1,53	9,66 ^d	0,04
SCS 2	985,33 ^e	3,05	149,33 ^e	1,53	9,97 ^e	0,04

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

(-) nie wykryto / not detected.

Tabela 4

Wolne kwasy tłuszczowe surowych wędlin dojrzewających.
Free fatty acids in ripening raw meat products.

Produkt Product	Wolne kwasy tłuszczowe / Free fatty acids [mg/kg]													
	C _{14:0}		C _{16:0}		C _{16:1}		C _{18:0}		C _{18:1}		C _{18:2}			
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD		
	Wędzonki / Smoked meat products													
KM 1	-	-	55,67 ^a	0,58	-	-	45,33 ^a	0,58	79,00 ^a	1,00	7,00 ^a	1,00		
KM 2	-	-	39,00 ^b	1,00	-	-	38,33 ^b	1,15	61,67 ^b	1,53	9,33 ^b	1,53		
KM 3	38,33 ^a	3,51	375,67 ^c	6,11	48,67 ^a	0,58	233,33 ^c	2,08	644,67 ^c	2,52	63,33 ^c	1,15		
PRC 1	15,33 ^b	0,58	164,67 ^d	0,58	5,33 ^b	0,58	87,67 ^d	2,08	280,00 ^d	4,00	19,67 ^d	2,08		
PRC 2	28,00 ^c	2,65	190,33 ^e	1,53	11,67 ^c	1,53	112,67 ^e	1,53	484,67 ^e	2,08	55,67 ^e	1,53		
	Kiełbasy / Sausages													
KD 1	6,67 ^a	0,58	212,33 ^a	1,53	5,33 ^a	0,58	105,33 ^a	0,58	427,00 ^a	2,08	29,33 ^a	1,53		
KD 2	12,67 ^b	1,53	195,30 ^b	1,53	25,33 ^b	0,58	125,30 ^b	0,58	387,67 ^b	0,11	18,33 ^b	1,53		
KD 3	22,33 ^c	1,53	237,67 ^c	1,53	11,33 ^c	0,58	165,67 ^c	3,21	410,67 ^c	1,53	32,00 ^c	1,00		
SCS 1	7,33 ^a	0,58	90,33 ^d	1,53	4,00 ^a	1,00	72,33 ^d	1,53	105,00 ^d	1,00	28,33 ^a	1,53		
SCS 2	8,33 ^a	0,58	128,00 ^e	2,65	4,00 ^a	0,58	63,00 ^e	1,00	178,00 ^e	2,65	38,67 ^d	2,08		

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. . .

(-) nie wykryto / not detected.

Najwięcej wolnych kwasów tłuszczowych oznaczono w kindziuku 3 (879,7 mg/kg), a w pozostałych kindziukach od 764,0 do 786,0 mg/kg. We wszystkich wędlinach dominowały kwasy: oleinowy, palmitynowy, stearynowy, następnie linolowy, mirystynowy i palmitooleinowy. Kwasów o krótszych $C < 6$ oraz dłuższych $C > 20$ łańcuchach nie stwierdzono. Podobną tendencję opisali Patrignani i wsp. [14] oraz Martín-Sánchez i wsp. [7]. Według Ansorena i wsp. [1] oraz Lücke [6] obecne w wędlinach kwasy o dłuższych łańcuchach (C14 - C18) stają się prekursorami lotnych związków zapachowych w czasie dojrzewania. Korzystając z opracowań Meynier i wsp. [9], Olivares i wsp. [13] Schmidt i wsp. [24] oraz Spazziani i wsp. [25], oznaczone lotne związki zapachowe pogrupowano zgodnie z ich prawdopodobnym źródłem pochodzenia. Produktami degradacji, a następnie utlenienia kwasów tłuszczowych badanych wędlin dojrzewających były: aldehydy (pentanal, 2-pentanal, heksanal, oktanal), ketony (2-butanon, 2-pentanon, 2-heptanon) oraz kwas butanowy, który mógł powstać również w procesach katabolizmu sacharydów (tab. 5). Produktami degradacji aminokwasów były przede wszystkim alkohole, m.in. 3-metylo-1-butanol oraz 2-metylo-1-butanol. Octan metylu, octan etylu, 3-hydroksy-2-butanon to produkty fermentacji sacharydów, które wraz z kwasem octowym i butanowym potwierdziły aktywność metaboliczną drobnoustrojów. Estry mogły powstać w reakcji przekształcania alkoholi w aldehydy, a następnie w kwasy. Stahnke [26] oraz Montel i wsp. [12] dowiedli, że obecność 1-propanolu, 3-metylobutanalu oraz 1-butanolu kształtuje charakterystyczny aromat wędlin fermentowanych. Wymienione 3 związki występowały tylko w kumpii.

Opinii na temat dynamiki powstawania lotnych związków zapachowych w czasie dojrzewania wędlin jest wiele. Ansorena i wsp. [1], Mateo i wsp. [8], Misharina i wsp. [10] oraz Sunesen i wsp. [27] udowodnili, że stężenie większości lotnych związków zwiększa się w czasie dojrzewania sukcesywnie, a ich skład, szczególnie związków powstałych z przekształcenia aminokwasów rozgałęzionych (leucyny, izoleucyny, waliny), jest zależny od metody produkcji. Olivares i wsp. [13] wykazali jednak, że związki, takie jak: 3-metylobutanal, 2-metylobutanal, oktanal oraz diacetyl powstają w początkowej fazie dojrzewania. Natomiast propanal, pentanal, heksanal, nonanal, kwas 3-metylobutanowy oraz 2-metylopropanowy są identyfikowane dopiero pod koniec produkcji. Węsierska i wsp. [29] wykazali, że większość wymienionych powyżej związków powstaje po pierwszych 4 tygodniach tradycyjnego dojrzewania kumpii, a ich udział procentowy w puli związków identyfikowanych zwiększa się do 12. tygodnia, czyli do momentu zakończenia produkcji.

Wyniki oceny sensorycznej potwierdziły wysoki udział lotnych związków w kształtowaniu smaku i zapachu kumpii (tab. 6).

Tabela 5

Lotne związki zapachowe surowych wędlin dojrzewających (n = 1).

Volatile aromatic compounds in ripening raw meat products (n = 1).

Związki lotne Volatile compounds	Produkt / Product									
	KM 1	KM 2	KM 3	PRC 1	PRC 2	KD 1	KD 2	KD 3	SCS 1	SCS 2
Aldehydy / Aldehydes										
propanal / propanal	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+
3-metylobutanal 3-methylbutanal	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+
pentanal / pentanal	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
2-pentanal / 2-pentanal	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
hexanal / hexanal	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
octanal / octanal	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
nonanal / nonanal	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
Ketony / Ketones										
2-butanon / 2-butanone	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
2-pentanon / 2-pentanone	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
3-hydrokso-2-butanon 3-hydroxy-2-butanone	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+
2-heptanon / 2-heptanone	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
2-nonanon / 2-nonanone	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
Alkohole / Alcohols										
1-propanol / 1-propanol	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
2-butanol / 2-butanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
1-butanol / 1-butanol	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+
1-penten-3-ol / 1-penten-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+
2-pentanol / 2-pentanol	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+
3-metylobutanol-1 3-methyl-3-buten-1-ol	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
3-metylobutanol-1 3-methyl-1-butanol	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
2-metylobutanol-1 2-methyl-1-butanol	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+
2-metylo-2-buten-1-ol 2-methyl-2-buten-1-ol	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-
1,3-butanodiol / 1,3-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+
Kwasy / Acids										
kwasy octowy / acetic acid	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+
kwasy butanowy / butanoic	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+
Estry / Esters										
octan metylu / methyl ace-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+
octan etylu / ethyl acetate	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+

Objaśnienie: / Explanatory note: (-) nie wykryto / not detected.

Tabela 6

Jakość sensoryczna surowych wędlin dojrzewających.
Sensory quality of ripening raw meat products.

Wyróżniki Distinguishing features	Produkt / Product																													
	Wędzonki / Smoked meat products									Kiełbasy / Sausages																				
	KM 1			KM 2			KM 3			PRC 1			PRC 2			KD 1			KD 2			KD 3			SCS 1			SCS 2		
	\bar{x}	SD		\bar{x}	SD		\bar{x}	SD		\bar{x}	SD		\bar{x}	SD		\bar{x}	SD		\bar{x}	SD		\bar{x}	SD		\bar{x}	SD		\bar{x}	SD	
Wygląd ogólny Overall appearance	4,30 ^a	0,35		4,70 ^b	0,35		3,60 ^c	0,66		3,90 ^d	0,57		3,70 ^e	0,48		3,95 ^a	0,37		3,45 ^b	0,44		3,75 ^c	0,26		3,65 ^d	0,41		4,00 ^e	0,62	
Barwa na przekroju Cross-section colour	4,40 ^a	0,46		4,20 ^b	0,35		3,50 ^c	0,41		3,95 ^d	0,37		3,85 ^e	0,41		4,00 ^a	0,33		3,50 ^b	0,41		3,75 ^c	0,26		3,85 ^d	0,24		3,85 ^d	0,24	
Struktura na przekroju Cross-section structure	4,00 ^a	0,53		4,35 ^b	0,58		3,55 ^c	0,50		4,08 ^a	0,49		4,20 ^d	0,48		3,85 ^a	0,47		3,60 ^b	0,46		3,50 ^c	0,41		3,65 ^d	0,41		3,50 ^c	0,41	
Związanie / Binding	4,45 ^a	0,44		4,50 ^b	0,41		4,00 ^c	0,53		3,60 ^d	0,66		3,70 ^e	0,75		4,20 ^a	0,48		4,30 ^b	0,48		4,15 ^c	0,34		3,60 ^d	0,66		3,70 ^e	0,75	
Zapach Odour	3,65 ^a	0,412		3,25 ^b	0,35		4,40 ^c	0,32		4,20 ^d	0,35		3,90 ^e	0,32		3,75 ^a	0,26		4,30 ^b	0,35		3,90 ^c	0,46		4,10 ^d	0,46		4,45 ^e	0,44	
Pożądalność Desirability	4,65 ^a	0,41		3,70 ^b	0,59		3,85 ^c	0,24		3,75 ^d	0,26		3,85 ^e	0,24		4,50 ^a	0,41		4,35 ^b	0,34		4,35 ^b	0,34		4,25 ^c	0,35		2,60 ^d	0,46	
Soczyłość / Juiciness	4,20 ^a	0,35		4,60 ^b	0,32		3,80 ^c	0,48		3,65 ^d	0,41		3,80 ^e	0,48		4,30 ^a	0,35		4,30 ^a	0,35		4,35 ^b	0,34		4,35 ^b	0,34		3,35 ^c	0,34	
Kruchość / Tenderness	4,35 ^a	0,34		4,25 ^b	0,35		3,60 ^c	0,57		3,70 ^d	0,48		3,85 ^e	0,24		3,90 ^a	0,46		3,80 ^b	0,48		4,40 ^c	0,32		4,30 ^d	0,35		3,25 ^e	0,35	
Słoność / Saltiness	2,75 ^a	0,26		3,70 ^b	0,59		2,10 ^c	0,46		3,60 ^d	0,32		3,70 ^e	0,35		3,85 ^a	0,24		3,45 ^b	0,44		4,00 ^c	0,53		4,20 ^d	0,48		2,90 ^e	0,46	
Smak Flavour	3,30 ^a	0,35		3,30 ^a	0,35		4,00 ^b	0,41		3,50 ^c	0,63		3,30 ^d	0,35		4,35 ^a	0,55		4,85 ^b	0,24		4,05 ^c	0,44		3,90 ^d	0,46		4,80 ^e	0,35	
Pożądalność Desirability	3,20 ^a	0,35		3,30 ^b	0,35		4,15 ^c	0,34		3,90 ^d	0,66		3,65 ^e	0,41		4,70 ^a	0,35		4,50 ^b	0,41		4,75 ^c	0,26		4,15 ^d	0,34		3,25 ^e	0,35	
Ocena ogólna / Overall evaluation	3,90			3,94			3,34			3,80			3,76			4,13			4,06			4,10			4,02			3,55		

Objasnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2. n = 10.

W grupie wędzonek kumpia była produktem o najintensywniejszym zapachu (4,4 pkt) oraz smaku (4,0 pkt). Równie wysoko oceniona została kielbasa saucisson 2, odpowiednio 4,4 i 4,8 pkt. Pożądalność zapachu obu wędlin oraz pożądalność smaku kielbasy saucisson 2 oceniono nisko, prawdopodobnie ze względu na swoisty zapach kultur drożdży obecnych na powierzchni wyrobów. Ciemna barwa, intensywny zapach, a także duża słoność kumpii oraz kielbasy saucisson 2 obniżyły ocenę ogólną obu wędlin, odpowiednio do wartości 3,3 pkt oraz 3,5 pkt. Najwyższe oceny w grupie wędzonek przyznano kumpiakowi (3,9 pkt), a w grupie kielbas kindziukom (4,1 pkt).

Tabela 7

Liczba drobnoustrojów surowych wędlin dojrzewających.
Count of microflora in ripening raw meat products.

Produkt Product	Skład mikroflory / Composition of microflora [log cfu/g]											
	Ogólna liczba drobnoustrojów Total count of bacteria		Drożdże Yeasts		Pałeczki kwasu mlekowego Lactic acid rod-shaped bacteria		Paciorkowce mlekowe Lactic acid cocci		Gronkowce koagulazo-ujemne Coagulase-negative staphylococci		<i>Bacillus cereus</i>	
	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD
Wędzonki / Smoked meat products												
KM 1	7,70 ^a	0,09	2,97 ^a	0,11	2,66 ^a	0,06	6,79 ^a	0,12	4,25 ^a	0,10	<100	<100
KM 2	7,68 ^a	0,13	2,07 ^b	0,12	1,34 ^b	0,19	6,61 ^a	0,09	1,76 ^b	0,06	<100	<100
KM 3	7,89 ^b	0,10	3,00 ^a	0,08	5,61 ^c	0,10	7,28 ^b	0,24	4,27 ^a	0,14	<100	<100
PRC 1	7,60 ^c	0,12	2,36 ^c	0,05	5,28 ^d	0,06	7,17 ^b	0,18	3,66 ^c	0,06	2,48 ^a	0,08
PRC 2	8,14 ^d	0,07	1,26 ^d	0,23	5,83 ^e	0,19	7,84 ^c	0,22	5,63 ^d	0,12	3,85 ^b	0,06
Kielbasy / Sausages												
KD 1	8,60 ^a	0,11	<10	<10	5,13 ^a	0,09	6,91 ^a	0,07	2,06 ^a	0,09	2,71 ^a	0,03
KD 2	8,77 ^b	0,06	<10	<10	5,02 ^b	0,12	7,04 ^a	0,15	5,47 ^b	0,06	2,82 ^a	0,02
KD 3	8,93 ^c	0,11	<10	<10	5,91 ^c	0,13	7,94 ^b	0,16	<100	<100	2,11	0,01
SCS 1	6,81 ^d	0,09	<10	<10	3,95 ^d	0,05	7,15 ^c	0,04	3,24 ^c	0,09	<100	<100
SCS 2	8,76 ^b	0,06	4,82	0,17	4,25 ^e	0,10	6,94 ^a	0,34	5,05 ^d	0,08	5,61 ^b	0,11

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Wyniki analizy mikrobiologicznej przedstawiono w tab. 7. Najliczniejszą populację bakterii mezofilnych, w tym pałeczek i ziarniaków mlekowych oraz gronkowców koagulazo-ujemnych, oznaczono w kindziuku 3 (odpowiednio: 8,9; 5,9 i 7,9 log jtk/g). Największą liczbę drożdży określono w kielbasie saucisson 2 (4,8 log jtk/g). Obecność

tlenowych laseczek przetrwalnikujących stwierdzono w długo dojrzewających szynkach prosciutto crudo (2,5 i 3,8 log jtk/g) oraz w kindziukach (od 2,1 do 2,8 log jtk/g). W pozostałych produktach, za wyjątkiem saucisson 2, liczbę *Bacillus cereus* oznaczono na poziomie mniej niż 100 jtk/g.

Rozwój bakterii kwasu mlekowego oraz kumulacja wolnych kwasów tłuszczowych w czasie dojrzewania wpłynęły na obniżenie pH badanych wyrobów. Prosciutto crudo 2 i kumpia charakteryzowały się najliczniejszymi populacjami pałeczek mlekowych (odpowiednio: 5,8 i 5,6 log jtk/g) i ziarniaków mlekowych (odpowiednio: 7,8 i 7,3 log jtk/g), jak również największą liczbą wolnych kwasów tłuszczowych (odpowiednio: 1400,0 i 883,0 mg/kg). Na skutek dynamicznie postępującej proteolizy i nagromadzenia produktów o charakterze zasadowym pH kumpii było wyższe niż pH prosciutto crudo 2. Podobne zależności zaobserwowano w grupie kielbas. W kindziukach 2 i 3 oznaczono liczniejsze populacje pałeczek mlekowych (odpowiednio: 5,2 i 5,9 log jtk/g) i ziarniaków mlekowych (odpowiednio: 7,0 i 7,9 log jtk/g) oraz większą liczbę wolnych kwasów tłuszczowych (odpowiednio: 764,6 i 879,7 mg/kg). Liczba wolnych grup aminowych była też ponad 2-krotnie większa w kindziukach 2 i 3 w porównaniu z pozostałymi kielbasami, co ostatecznie mogło wpływać na wartości pH obu wyrobów (tab. 2). Według Lücke [6] moment przerwania tendencji spadkowej pH i rozpoczęcie jego wzrostu jest zależny od surowca, technologii oraz dynamiki rozwoju mikroorganizmów. Spaziani i wsp. [25] dowiedli, że fermentacja po pierwszych tygodniach dojrzewania wędlin w niskich temperaturach jest hamowana i na dalszych etapach pH może zmienić się jedynie o około 0,2 - 0,4 jednostki. Mikroorganizmy aktywnie uczestniczą w obu fazach zmian pH. Toldrá [28] oraz Hughes i wsp. [4] podkreślili szczególną rolę enzymów pochodzenia mikrobiologicznego w dalszej degradacji krótkołańcuchowych peptydów i uwalnianiu wolnych aminokwasów. Molly i wsp. [11] udowodnili istotny udział gronkowców koagulazo-ujemnych w procesach degradacji białek oraz aminokwasów rozgałęzionych do aldehydów, alkoholi i kwasów na przykładzie kielbas typu saucisson oraz salami.

Skład chemiczny, a_w oraz pH polskich wędlin były typowe dla fermentowanych suszonych wyrobów mięsnych i na pewno znalazłyby uznanie u zachodnioeuropejskich nabywców. Konsumenci krajów basenu Morza Śródziemnego nie akceptują bowiem wędlin o zbyt kwaśnym posmaku (pH 4,6 - 5,2), związanym ze średnio- lub krótkoterminowym dojrzewaniem. Poszukują wędlin tradycyjnych, dojrzewających przez minimum 6 - 8 tygodni, o końcowym pH wyższym od 5,3. Za wyjątkiem kumpii, o zaawansowanych zmianach proteolitycznych i lipolitycznych, wszystkie pozostałe miały zbliżoną jakość, która kształtowała się na poziomie dobrym. Zaniżoną średnią ocenę ogólną można tłumaczyć brakiem akceptacji u polskich konsumentów zapachu kultur drożdży obecnych na powierzchni wyrobów, wysokim udziałem tłuszczu podle-

gającego oksydacji w czasie dojrzewania, dużej zawartości soli, dominacji pieprzu w zestawie przypraw oraz wyczuwalności kwasu mlekowego i octowego.

Wnioski

1. Wędliny surowo dojrzewające odpowiadały wymaganiom PN-A-82007:1996/Az1:1998 pod względem zawartości wody, białka oraz tłuszczu. Zawartość soli kuchennej w polskich produktach przekraczała poziom określony normą średnio o 2 %.
2. Produkty degradacji kwasów tłuszczowych stanowiły największą grupę lotnych związków zapachowych surowych wędlin dojrzewających.
3. Lotne związki zapachowe będące produktami fermentacji sacharydów (octan metylu, octan etylu) oraz aktywności metabolicznej komórek (kwas octowy, kwas butanowy) wskazują na dużą aktywność enzymatyczną mikroorganizmów w procesie dojrzewania kumpii, kindziuków oraz kiełbas typu saucisson.

Praca badawcza finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu nr N N312305740.

Literatura

- [1] Ansorena D., Astiasarán I., Bello J.: Changes in volatile compounds during ripening of chorizo de Pamplona elaborated with *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus carnosus*. *Food Sci. Technol. Int.*, 2000, **6**, 439-447.
- [2] Produkty regionalne i tradycyjne. [online]. MRiRW [dostęp: 10.02.2012.]. Dostępna w Internecie: <http://www.minrol.gov.pl/pol/Jakosc-zywnosci/Produkty-regionalne-i-tradycyjne>
- [3] Fiedoruk A.: *Kuchnia podlaska*. Zysk i S-ka Wyd., Poznań 2006, ss. 25-30.
- [4] Hughes M.C., Kerry J.P., Arendt E.K., Kenneally P.M., Mc Sweeney P.L.H., O'Neill E.E.: Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages. *Meat Sci.*, 2002, **62**, 205-216.
- [5] Kuchroo C.V., Ramilly I.P., Fox P.F.: Assessment of proteolysis in cheese by reaction with trinitrobenzenesulphonic acid. *J. Food Technol.*, 1983, **7**, 129-133.
- [6] Lücke F.K.: Utilization of microbes to process and preserve meat (Review). *Meat Sci.*, 2000, **56**, 105-115.
- [7] 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.
- [8] Mateo J., Zumalacárregui J.M.: Volatile compounds in chorizo and their changes during ripening. *Meat Sci.*, 1996, **44**, 255-273.
- [9] Meynier A., Novelli E., Chizzolini R., Zanardi E., Gandemer E.: Volatile compounds of commercial Milano salami. *Meat Sci.*, 1999, **51**, 175-183.
- [10] Misharina T.A., Andreenkov V.A., Vashchuk E.A.: Changes in the composition of volatile compounds during aging of dry-cured sausages. *Appl. Biochem. Microbiol.*, 2001, **37**, 413-418.

- [11] Molly K., Demeyer D., Johansson G., Raemaekers M., Ghistelinck M., Geenen I.: The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages. First results of European project. Food Chem., 1997, **59** (4), 539-545.
- [12] Montel M.C., Reitz J., Talon R., Berdague J.L., Rousset-Akrim S.: Biochemical activities of Micrococccaceae and their effects on the aromatic profiles and odours of a dry sausage model. Food Microbiol., 1996, **13**, 489-499.
- [13] Olivares A., Navarro J.L., Flores M.: Establishment of the contribution of volatile compounds to the aroma of fermented sausages at different stages of processing and storage. Food Chem., 2009, **115**, 1464-1472.
- [14] Patrignani F., Lucci L., Vallicelli M., Guerzoni M.E., Gardini F., Lanciotti R.: Role of surface-inoculated *Debaryomyces hansenii* and *Yarrowia lipolytica* strains in dried fermented sausage manufacture. Part 1: Evaluation of their effects on microbial evolution, lipolytic and proteolytic patterns. Meat Sci., 2007, **75**, 676-686.
- [15] PN-75-A-04018/Az3:2002. Oznaczenie azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
- [16] PN-A-82055-6,16,17:1994. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne.
- [17] PN-A-82007:1996/Az1:1998. Przetwory mięsne. Wędliny.
- [18] PN-A-82031:2005. Wędliny. Połędwica wędzona.
- [19] PN-EN ISO 6888:2001/A1:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków). Część 1: Metoda z zastosowaniem pożywki agarowej Baird-Parkera.
- [20] PN ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości tłuszczu wolnego.
- [21] PN ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości wody.
- [22] PN ISO 396:2000 Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie popiołu całkowitego.
- [23] PN ISO 1841-1:2002. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości soli kuchennej.
- [24] Schmidt S., Berger R.G.: Aroma compounds in fermented sausages of different origins. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 1998, **31**, 559-567.
- [25] Spaziani M., Del Torre M., Stecchini M.L.: Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles. Meat Sci., 2009, **81**, 77-85.
- [26] Stahnke L.H.: Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosum* at different temperatures and with different ingredient levels-Part II. Volatile compounds. Meat Sci., 1995, **41**, 193-209.
- [27] Sunesen L.O., Dorigoni V., Zanardi E. and Stahnke L.: Volatile compounds released during ripening in Italian dried sausage. Meat Sci., 2001, **58**, 93-97.
- [28] Toldrá F.: The enzymology of dry-curing of meat products. In: New technologies for meat and meat products. Eds. F.J.M. Smulders, F. Toldrá, J. Flores, M. Prieto. ECCEAMST, Utrecht 1992, pp. 209-231.
- [29] Węsierska E., Szoltyś M., Palka K., Lipczyńska A, Lipczyńska-Szlaur E.: Physico-chemical, biochemical and microbiological changes of "Kumpia wieprzowa" during ripening. Br. Food J. 2012, w druku.

COMPARISON OF PROPERTIES OF SELECTED RIPENING RAW MEAT PRODUCTS

S u m m a r y

The objective of the study was to compare the basic chemical composition, the proteolytic and lipolytic transformations progress level, the qualitative and quantitative composition of microflora, as well as the sensory quality of selected ripening raw meat products. Based on the differences in the contents of free

amino groups and free fatty acids, and on the diverse profiles of volatile aromatic compounds, it was found that the meat products analyzed highly varied. The effect of the development of lactic acid bacteria and the accumulation of free fatty acids caused the pH value of the meat products to decrease. In the group of smoked meat products, prosciutto crudo and kumpia contained the highest counts of lactobacilli (5.8 and 5.6 log cfu/g, respectively), lactococci (7.8 and 7.3 log cfu/g, respectively), as well as the highest quantity of free fatty acids (883 and 1400 mg/kg, respectively). Owing to the dynamically progressing proteolysis, the pH value of pork kumpia (5.3) was higher than that of prosciutto crudo (5.2). In the group of sausages, the kindziuk meat products were characterized by the lowest pH (from 5.14 to 5.26), the highest counts of lactobacilli (from 5.00 to 5.90 log cfu/g) and lactococci (from 6.90 to 7.90 log cfu/g), as well as the most abundant free fatty acids (from 760 to 880 mg/kg). The volatile aromatic compounds, saccharide fermentation (methyl acetate, ethyl acetate) and cell metabolism transformations products (acetic acid, butanoic acid), confirmed a high enzymatic activity of microorganisms during the ripening process of the meat products under study.

Key words: meat products, ripening, proteolysis, lipolysis, volatile aromatic compounds, sensory quality, microflora ✕