

EWA MALCZYK

WPLYW PASZY Z DODATKIEM OLEJÓW ROŚLINNYCH I ALFA-TOKOFEROLU NA PROCESY UTLENIANIA I ZMIANY CECH SENSORYCZNYCH MIĘSA KURCZĄT

Streszczenie

W pracy przeanalizowano procesy oksydacyjne, na podstawie zawartości nadtlenu, aldehydu malonowego i produktów utleniania cholesterolu, w lipidach mięsa oraz ich wpływ na cechy sensoryczne mięsa kurcząt żywionych paszą wzbogaconą w olej rzepakowy, nasiona lnu i alfa-tokoferol. Badania obejmowały ocenę akceptacji smaku i zapachu, uzupełnioną profilowaniem sensorycznym mięsa bezpośrednio po pieczeniu i przechowywanego w warunkach chłodniczych przez 4 i 6 dni.

Przeprowadzone badania wykazały, że czas chłodniczego przechowywania miał istotny wpływ na wyniki oceny sensorycznej mięsa. Ilość dodanego oleju roślinnego do paszy miała natomiast znaczący wpływ na dynamikę procesów oksydacyjnych zachodzących w lipidach mięsa kurcząt. Wykazano również zależność pomiędzy zmianami smaku i zapachu mięsa, a dynamiką procesów utleniania lipidów w mięśniach piersiowych i mięśniach nóg.

Wstęp

Jednym z podstawowych czynników kształtujących właściwości sensoryczne (smak, zapach) oraz wartość odżywczą mięsa drobiu jest jego skład chemiczny, w tym ilość i jakość tłuszczu [11].

Tłuszcze są głównym i najbardziej skoncentrowanym źródłem energii w żywieniu, ale przede wszystkim są nośnikiem wielu substancji biologicznie czynnych, m.in. witamin A, D, E i K oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych. Największe znaczenie spośród nienasyconych kwasów tłuszczowych mają polienowe kwasy tłuszczowe, które należą do dwóch odrębnych rodzin n-6 i n-3. Kwasy te spełniają ważną rolę we wszystkich etapach rozwoju i prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego [4, 13]. Organizmy ludzi i zwierząt, ze względu na brak odpowiednich układów

enzymatycznych, nie są w stanie syntetyzować kwasu linolowego (n-6) i kwasu alfa-linolenowego (n-3), stąd kwasy te muszą być dostarczane w pożywieniu.

Najistotniejszym źródłem polienowych kwasów tłuszczowych są ryby morskie oraz oleje roślinne, np. olej słonecznikowy, sojowy, lniany, rzepakowy. Spożycie ryb i ssaków morskich w Polsce jest niskie, dlatego też głównym źródłem polienowych kwasów tłuszczowych w diecie są oleje roślinne. W odniesieniu do takich produktów, jak mięso i jaja istnieje możliwość zmiany składu kwasów tłuszczowych na drodze żywieniowej, poprzez wprowadzenie do diety drobiu olejów roślinnych [13]. Podawanie jednak w paszy tłuszczów o zwiększonym stopniu nienasycenia może spowodować zwiększenie stopnia nienasycenia lipidów wbudowanych w błony komórkowe mięśni, a tym samym zwiększyć podatność lipidów mięsa na procesy utleniania.

Utlenianie lipidów mięsa jest niepożądanym procesem, w wyniku którego występują niekorzystne przemiany składników pokarmowych, prowadząc do powstawania związków o przykrym zapachu i smaku, wyczuwalnym zwłaszcza w mięsie drobiu po procesie obróbki cieplnej i przechowywaniu w warunkach chłodniczych. Nasilenie się nietypowych odchyłeń smaku i zapachu mięsa kurcząt można uznać za wystąpienie *warmed over flavour* (WOF) [23].

Modyfikacja składu mieszanek paszowych, ukierunkowana na wzrost stopnia nienasycenia kwasów tłuszczowych, wymaga zastosowania w diecie przeciwutleniaczy (najkorzystniej naturalnych, np. tokoferoli), które ograniczają nadmierną oksydację lipidów.

Celem niniejszej pracy była analiza procesów utleniania lipidów oraz ich wpływu na cechy sensoryczne mięsa kurcząt żywionych paszą wzbogaconą w olej rzepakowy, nasiona lnu i alfa-tokoferol.

Material i metody badań

Surowcem do badań były kurczęta brojlery mieszańce międzyliniowe Vedetta z firmy ISA, pochodzące z Zakładu Doświadczalnego SGGW w Brwinowie k. Warszawy, gdzie przeprowadzono również ubój kurcząt oraz obróbkę poubojową systemem półtechnicznym.

Doświadczenia przeprowadzono na 200 kurczętach, które zostały podzielone na 5 grup żywieniowych po 40 sztuk w każdej grupie (tab. 1). Ptaki żywiono przez cały okres wychowu, tj. od 1 do 42 dnia życia, mieszanką DKA-S AF. Skład surowcowy i wartość pokarmową mieszanki przedstawiono w tab. 2. Kurczęta były żywione *ad libitum*, a średnie zużycie paszy wynosiło 2,0 kg/kg masy ciała.

Podawana kurczętom pasza była zbilansowana pod względem energetycznym, a różniła się ilością dodawanego oleju rzepakowego (2,75%; 5,50%; 8,25%), nasion lnu (4%) oraz alfa-tokoferolu od 0,015% do 0,030%.

Tabela 1

Schemat doświadczenia.

Design of experiment.

Grupa Group	Energia metaboliczna Metabolizable energy [MJ/kg]	Zawartość białka Protein content [%]	Dodatek oleju Oil supplement [%]	Dodatek alfa-tokoferolu Alfa-tocopherol supplement [%]
I	12,17	20,20	olej rzepakowy 2,75	0,0150
II	12,23	20,23	olej rzepakowy 5,50	0,0225
III	12,30	20,27	olej rzepakowy 8,25	0,0300
IIa	12,22	20,26	olej rzepakowy 2,75 nasiona lnu 4,00	0,0225
K	12,47	21,06	-	-

Grupę kontrolną (grupa K) stanowiły kurczęta żywione mieszanką DKA-S AF bez wcześniej wymienionych dodatków (tab. 1).

Analizowano mięśnie piersiowe i mięśnie nóg kurcząt brojlerów, pobrane do badań po 24 godzinach *post mortem*. Materiał badawczy podzielono na dwie grupy. Pierwszą grupę stanowiło mięso surowe, a drugą mięso po obróbce cieplnej (pieczeniu) w temp. 180°C, do uzyskania w środku najgrubszych mięśni temp. 80°C. Próbkę mięsa pieczonego owinięto w folię aluminiową i przechowywano w temp. 4°C przez okres 4 i 6 dni. Po upływie określonego czasu przechowywania, po ponownym podgrzaniu próbek mięsa (do temperatury serwowania, tj. 70°C), przeprowadzano ocenę sensoryczną. Oceniano mięso nie przechowywane oraz po 4 i 6 dniach przechowywania chłodniczego. Analiza sensoryczna obejmowała ocenę akceptacji smaku i zapachu mięsa w skali 5-punktowej [2], uzupełnioną profilowaniem sensorycznym [3, 12]. Oceny sensorycznej jakości mięsa dokonał 10-osobowy zespół w Katedrze Technologii Surowców Zwierzęcych Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

Ponadto, w wyekstrahowanym tłuszczu [7] z mięsa surowego oraz z mięsa po obróbce cieplnej i przechowywaniu chłodniczym, analizowano zmiany oksydacyjne lipidów na podstawie zawartości nadtlenków [27], obecności aldehydu malonowego [25, 26], a także oznaczano produkty utleniania cholesterolu [6, 22].

Tabela 2

Skład mieszanek doświadczalnych.

Composition of experimental mixtures.

Mieszanka Mixture	Grupy doświadczalne / Experimental group (udział %, percentage)				
	I	II	III	IIa	K
<u>Surowce:</u>					
Kukurydza (śruta)	44,815	33,3175	12,92	48,9575	51,56
Pszenica (gruba)	12,00	12,00	24,00	-	12,00
LEN (NASIONA)	-	-	-	4,00	-
Otręby pszenne	5,00	14,00	20,00	10,00	-
Śruta paszowa sojowa 46%	24,80	24,50	25,00	23,60	22,00
Mączka mięsna 55% DAKA	1,00	1,00	-	1,00	5,00
Mączka mięsna 55%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
OLEJ RZEPAKOWY	2,75	5,50	8,25	2,75	-
Fosforan 2-wapniowy	0,60	0,60	0,70	0,60	-
Grys wapienny	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
Prem. DL-metionina 20%	0,66	0,68	0,72	0,66	0,62
Olej sojowy	-	-	-	-	1,00
Prem. L-lizyna 50%	0,16	0,13	0,10	0,16	0,17
Sól (NaCl)	0,20	0,25	0,28	0,25	0,15
Optamix DKA-S	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ALFA-TOKOFEROL	0,015	0,0225	0,03	0,0225	-
Humokarbovit	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Razem	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<u>Składniki bilansowane:</u>					
Energia metaboliczna [kcal/kg]	2906,323	2920,980	2937,918	2918,274	2977,064
Energia metaboliczna [MJ/kg]	12,171	12,233	12,303	12,221	12,468
Białko ogólne [%]	20,201	20,233	20,266	20,260	21,060
Energia [kcal]/Białko [%]	143,870	144,367	144,968	144,041	141,361
Energia [MJ]/Białko [%]	0,602	0,605	0,607	0,603	0,592
Włókno surowe [%]	3,775	4,276	4,636	4,315	3,310

Wyniki i ich omówienie

Analiza procesu utleniania lipidów

Wzbogacenie paszy dla drobiu tłuszczami bogatymi w polienowe kwasy tłuszczowe, tj. nasionami lub olejami roślinnymi, olejami z ryb, powoduje wzrost zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 i n-6 w mięsie [20, 34]. Stwarza to możliwość uzyskania mięsa o lepszej wartości odżywczej. Wzrost stopnia nienasylenia kwasów tłuszczowych, zawartych w lipidach mięśni, ma jednak znaczący

wpływ na przyspieszenie procesów utleniania lipidów mięsa, a tym samym na jego jakość podczas przechowywania.

Przebieg procesów utleniania lipidów mięsa kurcząt w przeprowadzonych badaniach określono na podstawie liczby nadtlenkowej i zawartości aldehydu malonowego (tab. 3, 4). Wykazano istotne różnice ($P \leq 0,05$) pomiędzy przebiegiem tworzenia nadtlenków w lipidach badanych mięśni piersiowych, a ilością i rodzajem dodanego do paszy tłuszczu roślinnego. Najwyższą zawartość nadtlenków w lipidach wyekstrahowanych z surowych mięśni jasnych oznaczono w grupie, w której dodatek oleju rzepakowego stanowił 8,25%, a także w grupie, w której kurczęta żywiono paszą z dodatkiem oleju rzepakowego i nasion lnu (tab. 3). Analizując wyniki liczby nadtlenkowej mięśni nóg kurcząt zauważono, że w grupach, w których dodatek oleju wynosił od 2,75 do 8,25% wartości liczby nadtlenkowej były niższe ($P \leq 0,05$) w porównaniu z grupą kontrolną (tab. 3). Wynika z tego, że dodatek alfa-tokoferolu do paszy wpłynął stabilizująco na zachodzące procesy utleniania w lipidach mięśni ciemnych.

Tabela 3

Wartości liczby nadtlenkowej.*
Peroxide values.*

Grupa Group	Mięśnie piersiowe / Breast muscles			Mięśnie nóg / Leg muscles		
	Surowe Raw	Czas przechowywania w 4°C po pieczeniu Time of storage (4°C) after ro- asting		Surowe Raw	Czas przechowywania w 4°C po pieczeniu Time of storage (4°C) after ro- asting	
		4 dni/days	6 dni/days		4 dni/days	6 dni/days
I	1,10 ^a	31,06 ^b	42,44 ^b	0,35 ^{ab}	17,72 ^a	30,15 ^{ab}
II	1,53 ^b	45,22 ^c	61,16 ^c	0,11 ^a	19,76 ^{ab}	37,55 ^{ab}
III	3,59 ^d	64,86 ^e	72,31 ^c	0,61 ^b	34,38 ^c	42,79 ^b
IIa	2,80 ^c	54,07 ^d	63,43 ^d	2,15 ^d	25,28 ^b	50,54 ^b
K	1,20 ^{ab}	17,66 ^a	18,17 ^a	0,94 ^c	13,84 ^a	16,16 ^a

*- [$\text{cm}^3 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 / \text{g}$ tłuszczu]

*- [$\text{cm}^3 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 / \text{g}$ fat]

a, b, c, d, e... – różne litery przy wartościach średnich w kolumnie oznaczają różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,05$

a, b, c, d, e... – means with different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0,05$

Obróbka cieplna oraz czas przechowywania w temp. 4°C mięsa badanych kurcząt miały statystycznie istotny wpływ na dynamikę przyrostu liczby nadtlenkowej we wszystkich grupach doświadczalnych (tab. 3). Proces utleniania był intensywniejszy w lipidach mięśni piersiowych aniżeli w lipidach mięśni nóg. Wpływ na to ma niewąt-

pliwie wyższa zawartość fosfolipidów w lipidach mięśni piersiowych, a w konsekwencji wyższy poziom polienowych kwasów tłuszczowych w porównaniu z lipidami mięśni ciemnych [24].

Tabela 4

Zawartość aldehydu malonowego.*

TBA values.*

Grupa Group	Mięśnie piersiowe / Breast muscles			Mięśnie nóg / Leg muscles		
	Surowe Raw	Czas przechowywania w 4°C po pieczeniu Time of storage (4°C) after roasting		Surowe Raw	Czas przechowywania w 4°C po pieczeniu Time of storage (4°C) after roasting	
		4 dni/days	6 dni/days		4 dni/days	6 dni/days
I	35,7 ^a	91,6 ^a	111,4 ^a	39,4 ^a	41,3 ^a	121,0 ^a
II	39,5 ^b	92,3 ^a	116,6 ^a	37,6 ^a	47,4 ^b	125,1 ^a
III	98,8 ^d	110,4 ^b	136,0 ^b	39,0 ^a	110,1 ^c	148,0 ^b
IIa	44,3 ^c	100,8 ^{ab}	156,9 ^c	42,0 ^a	92,3 ^c	153,8 ^b
K	36,1 ^a	107,3 ^{ab}	109,7 ^a	39,9 ^a	97,8 ^d	115,5 ^a

* - [μg aldehydu malonowego/g tłuszczu]

* - [μg malonaldehyde/g fat]

a, b, c, d, e... – różne litery przy wartościach średnich w kolumnie oznaczają różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,05$

a, b, c, d, e... - means with different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0,05$

Mimo progresywnego dodatku alfa-tokoferolu, wzrost udziału oleju rzepakowego w paszy (grupy I, II i III) spowodował istotny statystycznie przyrost nadtlenków, zarówno po 4, jak i po 6 dniach przechowywania mięsa. Najwyższe wartości liczby nadtlenkowej oznaczono w 6. dniu przechowywania chłodniczego, w lipidach mięśni piersiowych kurcząt żywionych mieszanką paszową o największym udziale oleju rzepakowego (8,25%). Dodatek do paszy nasion lnu wraz z olejem rzepakowym przyczynił się do obniżenia stabilności lipidów podczas przechowywania mięsa. W lipidach mięśni ciemnych, pochodzących od kurcząt żywionych paszą z dodatkiem oleju rzepakowego i nasion lnu (grupa IIa), wartości nadtlenków po 6 dniach przechowywania osiągnęły najwyższy poziom spośród analizowanych grup.

Wskaźnik TBA, czyli test z kwasem 2-tiobarbiturowym, jest jednym z najbardziej miarodajnych wskaźników oceny zaawansowania zmian oksydacyjnych lipidów mięsa drobiu. Wyniki przeprowadzonego testu TBA przedstawiono w tab. 4. Uzyskane wartości wskaźnika TBA surowych mięśni piersiowych były w dużym stopniu zróżnicowane ($P \leq 0,05$), w zależności od ilości dodawanego do paszy oleju rzepakowego, nasion lnu i alfa-tokoferolu. Zaobserwowano zależność pomiędzy wzrostem

dotatku oleju rzepakowego do paszy, a zwiększeniem dynamiki procesów utleniania lipidów mięśni piersiowych. Oznaczone wartości wskaźnika TBA w lipidach mięśni badanych kurcząt ściśle korelowały z zawartością nadtlenków (dotatkowo wyliczono korelację, której współczynnik wynosi $r = 0,94$). Wyniki oznaczania liczby nadtlenkowej oraz zawartości aldehydu malonowego wskazują, że procesy utleniania, po przeprowadzonej obróbce cieplnej mięsa, zachodziły najintensywniej w lipidach mięśni jasnych kurcząt, którym podawano najwyższą ilość (tj. 8,25%) oleju rzepakowego w paszy.

Wprowadzenie do mieszanki paszowej nasion lnu wraz z olejem rzepakowym (grupa IIa), spowodowało również wysoki, bo ponad 20% wzrost ($P \leq 0,05$) wskaźnika TBA w lipidach mięśni piersiowych w porównaniu z grupą kontrolną. Nasiona lnu, będąc źródłem kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 i n-3 (głównie kwasu alfa-linolenowego), przyczyniły się do zwiększenia nienasycenia kwasów tłuszczowych, co z kolei doprowadziło do obniżenia stabilności oksydacyjnej lipidów mięsa. W swoich badaniach Lin i wsp. [14] i Ajuhan i wsp. [1] również dowiedli, że wprowadzenie do paszy dodatkowych ilości tłuszczu, w postaci nasion lub oleju lnianego, przyczynia się do wzrostu wartości wskaźnika TBA.

Natomiast w lipidach wyekstrahowanych z surowych mięśni nóg nie odnotowano progresywnego wpływu dodatku oleju rzepakowego i nasion lnu do paszy na zawartość aldehydu malonowego (tab. 4). Świadczyć to może o bardziej efektywnym, niż w mięśniach piersiowych, przeciwutleniającym działaniu alfa-tokoferolu. Wpływ dodatku alfa-tokoferolu do paszy na dynamikę zachodzących procesów utleniania w lipidach mięśni kurcząt był obserwowany również przez wielu innych badaczy [14, 18, 30, 36].

Proces obróbki cieplnej, a także czas przechowywania chłodniczego w temp. 4°C statystycznie istotnie wpłynął na zaawansowanie procesów oksydacyjnych, zarówno w lipidach mięśni piersiowych, jak i mięśni nóg (tab. 4). Po 4 dniach przechowywania mięsa w warunkach chłodniczych, pozyskanego z części piersiowej i nóg kurcząt wykazano różnice statystycznie istotne w oznaczonych wartościach wskaźnika TBA pomiędzy grupami doświadczalnymi ($P \leq 0,05$). Najwyższe wartości oznaczono w lipidach mięśni jasnych i ciemnych kurcząt z grupy III. Pozostałe grupy charakteryzowały się niższymi wartościami wskaźnika TBA. Wpływ na to miał dodatek alfa-tokoferolu do paszy kurcząt. Korzystne działanie witaminy E potwierdziły również badania Millera i Huanga [19], którzy zaobserwowali redukcję utleniania lipidów mięsa stosując dodatek witaminy E równocześnie z dodatkiem bogatego w polienowe kwasy tłuszczowe oleju rybiego do paszy. Inni autorzy [29, 31] stwierdzili, że zawartość aldehydu malonowego w gotowanych mięśniach nóg kurcząt i w mięśniach piersiowych indyków, obniża się wraz ze wzrostem ilości alfa-tokoferolu dodawanego do paszy. W trzecim, ostatnim okresie badawczym, tj. po 6 dniach przechowywania, zawartość

aldehydu malonowego w lipidach mięśni piersiowych kurcząt grupy I i II kształtowała się na tym samym poziomie jak w grupie kontrolnej, natomiast w lipidach mięśni jasných, jak również w lipidach ciemnych mięśni kurcząt z pozostałych grup doświadczalnych dynamika zmian oksydacyjnych była wyższa (tab. 4).

Jęłczenie lipidów mięsa zachodzi na skutek utleniania nienasyconych kwasów tłuszczowych,* głównie polienowych występujących w znacznych ilościach w fosfolipidach [17]. Podatność polienowych kwasów tłuszczowych na procesy utleniania jest stosunkowo dobrze poznana [10, 16]. Natomiast mniej jest wiadomo na temat procesów oksydacji cholesterolu w mięsie drobiu i powstawania produktów jego utleniania. Według Sheehy i wsp. [28], proces utleniania cholesterolu zachodzi na drodze powstawania wolnych rodników, które są w dużym stopniu produktami szkodliwymi dla zdrowia ludzi. Dlatego w ostatnim czasie wzrasta zainteresowanie powstawaniem w produktach mięsnych i jajach produktów utleniania cholesterolu. Chen i wsp. [5] wykazali, że zarówno dynamika utleniania cholesterolu, jak i rodzaj tworzących się produktów utleniania są również zależne od metody ogrzewania części anatomicznych tuszek. W nieprzetworzonych surowcach pochodzenia zwierzęcego, zawartość produktów utleniania cholesterolu (PUC) jest minimalna. Procesy technologiczne, głównie termiczne oraz niewłaściwe przechowywanie żywności (podwyższona temperatura, dostęp powietrza i światła), sprzyjają powstawaniu w niej PUC [35].

W lipidach surowych mięśni kurcząt nie wykazano różnic statystycznie istotnych pomiędzy grupami (tab. 5). Suma produktów utlenienia cholesterolu we wszystkich grupach doświadczalnych była na jednakowym poziomie, czyli można sądzić, że w tym czasie dynamika procesów oksydacji cholesterolu była zbliżona. Pie i wsp. [22], badając obecność PUC w mięsie dużych zwierząt rzeźnych, oznaczyli zawartość 7 β -hydroksycholesterolu w świeżej wieprzowinie i cielęcinnie (0,21 μ g-0,28 μ g/g) na zbliżonym poziomie, jak w badaniach własnych. Inni badacze [37] również wykazali obecność 5,6 β -epoksycholesterolu i 7-ketocholesterolu w lipidach z mięśni kurcząt, ale o nieco większej zawartości niż w badanych mięśniach, tj. odpowiednio 0,058 μ g/g, 0,129 μ g/g.

W prezentowanych badaniach zaobserwowano zależność pomiędzy zawartością PUC, a rodzajem i ilością dodawanego tłuszczu roślinnego do paszy, obróbką cieplną mięsa i czasem chłodniczego przechowywania. Najmniejszą zawartością PUC w lipidach mięśni piersiowych i mięśni nóg, wyekstrahowanych z mięsa po obróbce cieplnej charakteryzowała się grupa kontrolna i grupa, w której kurczęta żywiono paszą z dodatkiem 2,75% oleju rzepakowego, a największą grupa z 8,25% dodatkiem tego oleju do paszy (tab. 5). Wzrostowi zawartości wtórnych produktów utleniania w lipidach towarzyszył równoczesny przyrost produktów utleniania cholesterolu (tab. 6). Podobną zależność wykazali w badaniach Galvin i wsp. [8].

Tabela 5

Zawartość produktów utleniania cholesterolu (PUC).*
Content of cholesterol oxidation products (COP).*

PUC COP	Mięśnie piersiowe / Breast muscles										Mięśnie nóg / Leg muscles									
	Surowe Raw					Pieczone i przechowywane przez 6 dni w temp. 4°C Roasted broiler muscles, after 6 days of storage at 4°C					Surowe Raw					Pieczone i przechowywane przez 6 dni w temp. 4°C Roasted broiler muscles, after 6 days of storage at 4°C				
	I	II	III	IIa	K	I	II	III	IIa	K	I	II	III	IIa	K	I	II	III	IIa	K
5, 6 α -epoksycholesterol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5, 6 β -epoksycholesterol	-	-	-	-	-	10,5 ^a	16 ^{ab}	25 ^b	15 ^{ab}	10,8 ^a	-	-	-	-	-	3,7 ^a	3,8 ^a	4,8 ^b	3,9 ^a	3,8 ^a
7 β -hydroksycholesterol	0,20 ^a	0,25 ^a	0,22 ^a	0,24 ^a	0,20 ^a	9,4 ^a	15 ^b	17 ^b	16 ^b	9,5 ^a	0,25 ^a	0,24 ^a	0,24 ^a	0,23 ^a	0,24 ^a	3,5 ^a	5,5 ^b	10 ^c	5,4 ^b	3,5 ^a
7-ketocholesterol	-	-	-	-	-	10,7 ^a	18 ^b	36 ^c	21 ^b	11,0 ^a	-	-	-	-	-	5,9 ^a	7,0 ^a	10 ^b	6,5 ^a	6,3 ^a
20-hydroksycholesterol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25-hydroksycholesterol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 α ,6 β -triol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PUC	0,20 ^a	0,25 ^a	0,22 ^a	0,24 ^a	0,20 ^a	30,6 ^a	49 ^b	78 ^c	52 ^b	31,3 ^a	0,25 ^a	0,24 ^a	0,24 ^a	0,23 ^a	0,24 ^a	13,1 ^a	16,3 ^b	24,8 ^c	15,8 ^b	13,6 ^a

*-[μ g PUC/g tuszszu]

*-[μ g COP/g fat]

a, b, c... – różne litery przy wartościach średnich w wierszu oznaczają różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,05$
a, b, c... – means with different letters within the same row are significantly different at $P \leq 0,05$

Zawartość PUC w lipidach badanych mięśni jasnych i ciemnych w grupach kurcząt żywionych z 5,50% dodatkiem oleju rzepakowego oraz kurcząt żywionych z dodatkiem oleju rzepakowego i nasion lnu (odpowiednio 2,75%, 4%) była na zbliżonym poziomie.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że ilość powstałych produktów utleniania cholesterolu w lipidach mięśni jasnych kurcząt była wyższa aniżeli w lipidach mięśni ciemnych. W lipidach mięśni ciemnych nóg, poddanych obróbce cieplnej, również procesy oksydacji lipidów były wolniejsze i nasilały się stopniowo w miarę przechowywania chłodniczego, by osiągnąć najwyższy poziom po 6 dniach przechowywania. W mięśniach piersiowych procesy utleniania lipidów były bardziej dynamiczne i zaczynały się już w mięśniach surowych nie poddanych ogrzewaniu. Zaobserwowano zależność dynamiki procesów oksydacyjnych od ilości i rodzaju dodanego oleju do paszy. Przy dawce oleju rzepakowego 8,25% dynamika procesów utleniania była najintensywniejsza, a najwyższe wartości wskaźnika TBA i liczby nadtlenkowej oraz sumy produktów utleniania cholesterolu (78 µg/g) wykazano w mięsie po 6 dniach chłodniczego przechowywania.

Tabela 6

Korelacja pomiędzy wartościami wskaźnika TBA a sumą produktów utleniania cholesterolu (PUC)
Correlation between TBA value and total of cholesterol oxidation products (COP)

Korelacja Correlation	Mięśnie piersiowe Breast muscles	Mięśnie nóg Leg muscles
	Współczynniki korelacji / Coefficient of correlation	
Wskaźnik TBA a Σ PUC TBA value and Σ COP	- 0,86 P ≤ 0,05	- 0,95 P ≤ 0,05

Sensoryczne wyróżniki jakości mięsa kurcząt

Proces utleniania się lipidów mięsa doprowadza nieuchronnie do zmian smaku i zapachu. Procesy jęłczenia oksydacyjnego zachodzą jeszcze intensywniej, gdy przechowuje się w warunkach chłodniczych mięso uprzednio poddane obróbce cieplnej. Przyspieszenie procesów utleniania lipidów może być również spowodowane specyficzną dietą, np. przez wzbogacenie mieszanek paszowych w oleje i/lub nasiona roślin olejowych bogatych w polienowe kwasy tłuszczowe [15, 19].

W niniejszej pracy podjęto próbę wykazania wpływu progresywnego dodatku oleju rzepakowego oraz mieszaniny tego oleju z nasionami lnu na jakość pozyskanego mięsa kurcząt. Uzyskane wyniki oceny akceptacji smaku i zapachu mięsa wzbogacone analizą profilowania sensorycznego przedstawiono w tabelach 7 oraz 9–12. Oceniając mięso badanych kurcząt bezpośrednio po pieczeniu nie stwierdzono statystycznie

istotnego ($P > 0,05$) wpływu składu paszy na akceptację smaku i zapachu. Mięso z wszystkich grup doświadczalnych charakteryzowało się pożądanym smakiem i zapachem. Oceny były bardzo zbliżone do ocen jakie uzyskała grupa kontrolna i mieściły się w przedziale od 3,7 pkt. do 4,0 pkt. (tab. 7). W badaniach Świerczewskiej i wsp. [34] nie wykazano również różnicy pomiędzy oceną smaku i zapachu mięsa pochodzącego od kurcząt żywionych paszą z 8% udziałem nasion rzepaku a ocenami mięsa kurcząt żywionych paszą zawierającą olej słonecznikowy, smalec lub tłuszcz techniczny. Natomiast Gardzielewska i wsp. [9] stwierdzili, że dieta zawierająca 12% nasion rzepaku powoduje pogorszenie smakowitości mięśni nóg kurcząt po obróbce cieplnej.

Tabela 7

Ocena sensoryczna smaku i zapachu (skala 5 pkt.).
Sensory evaluation of meat (5-point scale).

Grupa Group	Mięśnie piersiowe / Breast muscles						Mięśnie nóg / Leg muscles					
	Smak / Taste			Zapach / Odour			Smak / Taste			Zapach / Odour		
	Czas przechowywania w 4°C po pieczeniu Time of storage (4°C) after roasting			Czas przechowywania w 4°C po pieczeniu Time of storage (4°C) after roasting			Czas przechowywania w 4°C po pieczeniu Time of storage (4°C) after roasting			Czas przechowywania w 4°C po pieczeniu Time of storage (4°C) after roasting		
	0 dni	4 dni	6 dni	0 dni	4 dni	6 dni	0 dni	4 dni	6 dni	0 dni	4 dni	6 dni
I	3,8 ^a	3,7 ^a	3,5 ^c	3,9 ^a	3,8 ^b	3,7 ^c	3,9 ^a	3,7 ^a	3,5 ^b	4,0 ^a	3,8 ^b	3,7 ^c
II	3,8 ^a	3,6 ^a	3,2 ^{bc}	3,9 ^a	3,7 ^{ab}	3,2 ^b	3,9 ^a	3,6 ^a	3,0 ^a	3,9 ^a	3,6 ^a	3,2 ^b
III	3,7 ^a	3,4 ^a	2,8 ^a	3,9 ^a	3,4 ^a	2,8 ^a	3,9 ^a	3,4 ^a	3,0 ^a	3,8 ^a	3,6 ^a	2,8 ^a
IIa	3,7 ^a	3,4 ^a	3,0 ^{ab}	3,7 ^a	3,5 ^{ab}	3,0 ^{ab}	3,8 ^a	3,4 ^a	3,0 ^a	3,8 ^a	3,6 ^a	3,0 ^{ab}
K	3,9 ^a	3,6 ^a	3,2 ^{bc}	4,0 ^a	3,6 ^{ab}	3,2 ^b	4,0 ^a	3,5 ^a	3,2 ^{ab}	4,0 ^a	3,5 ^a	3,2 ^b

a, b, c... – różne litery przy wartościach średnich w kolumnie oznaczają różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,05$

a, b, c... – means with different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0,05$

Stopniowe pogarszanie się cech sensorycznych mięsa odnotowano po przechowywaniu w warunkach chłodniczych. Przyczyną obniżania się wartości ocen sensorycznych były dynamicznie zachodzące procesy utleniania w lipidach mięśni, wyrażone wartościami wskaźnika TBA. Obliczone korelacje pomiędzy wartościami tego wskaźnika, a smakiem i zapachem mięsa potwierdziła powyższą zależność (tab. 8), tzn. im wyższa była oznaczona wartość wskaźnika TBA, tym niższe oceny sensoryczne smaku i zapachu otrzymywało analizowane mięso.

Po 4 dniach przechowywania nie odnotowano podobnych zależności ocen smaku i zapachu od udziału oleju rzepakowego i nasion lnu w paszy, jaką kurczęta były żywione. Jedynie zaobserwowano istotną różnicę ($P \leq 0,05$) pomiędzy wartościami śred-

nimi oceny zapachu mięsa, pozyskanego z części piersiowej kurcząt z grupy III a grupą I. W grupie III mięso otrzymało niższą (o 0,4) ilość punktów niż mięso grupy I (tab. 7). Podobnie mięso pozyskane z nóg kurcząt grupy I uzyskało najwyższą ocenę akceptacji w porównaniu z pozostałymi grupami doświadczalnymi. Tendencję zmian w kierunku pogarszania zapachu w czasie przechowywania chłodniczego odnotowali w swoich badaniach Smolińska i Abdul-Halim [33].

Tabela 8

Korelacja pomiędzy wartościami wskaźnika TBA a oceną smaku i zapachu mięsa.
Correlation between TBA value and sensory scores of meat taste and odour.

Korelacja Correlation	Mięśnie piersiowe Breast muscles	Mięśnie nóg Leg muscles
	Współczynnik korelacji Coefficient of correlation	
Wskaźnik TBA a smak TBA value and taste	- 0,88	- 0,82
	P≤0,05	P≤0,05
Wskaźnik TBA a zapach TBA value and odour	- 0,84	- 0,82
	P≤0,05	P≤0,05

Dopiero sześciodniowe przechowywanie mięsa wykazało różnicę pomiędzy grupami doświadczalnymi w zależności od zastosowanej diety ($P \leq 0,05$). Najbardziej preferowane przez oceniających były mięśnie piersiowe i mięśnie nóg kurcząt grupy I, w której ptaki żywiono paszą z dodatkiem 2,75% oleju rzepakowego i 150 mg alfa-tokoferolu na kg paszy. Grupa II i IIa oraz grupa kontrolna uzyskały wyniki w ocenie sensorycznej na granicy pożądalności konsumenckiej (3,0–3,2 pkt.). Natomiast mięso z grupy III charakteryzowało się niepożądanym smakiem i zapachem. W grupie tej bowiem oznaczono również najwyższą wartość liczby nadtlenkowej, wskaźnika TBA oraz sumy produktów utleniania cholesterolu.

Z dodatkiem oleju rzepakowego i nasion lnu do paszy, w niniejszych badaniach wprowadzono również alfa-tokoferol. Korzystny efekt działania tego związku witaminowo-E aktywnego odnotowano w grupie I aż do 6. dnia przechowywania. Wartości ocen smaku i zapachu mięsa pozyskanego z części piersiowej i z nóg kurcząt zawierały się w przedziale 3,5–3,7 pkt. W pozostałych grupach (II, III, IIa) wpływ przeciwutleniacza był widoczny do 4. dnia przechowywania (3,4–3,7 pkt.). Dalsze chłodnicze przechowywanie mięsa, mimo dodatku alfa-tokoferolu, spowodowało wzrost niekorzystnych wyróżników jakości, a w konsekwencji obniżenie akceptacji smaku i zapachu mięsa (2,8–3,2 pkt.).

Metodą profilowania sensorycznego oceniono występowanie wybranych wyróżników smaku i zapachu, takich jak: jełkiego, chłodniczego, rybiego, obcego, metalicz-

nego oraz olejowego (tab. 9-12), których nasilenie świadczy o powstawaniu *warmed over flavour* (WOF) [29]. Dodatek oleju rzepakowego lub mieszaniny tego oleju i nasion lnu do paszy kurcząt nie wpłynął statystycznie istotnie ($P > 0,05$) na analizowane wyróżniki smaku i zapachu mięsa. Badane mięso wykazywało tendencję do zmian

Tabela 9

Profilowanie sensoryczne smaku mięśni piersiowych kurcząt.
Sensory profile of taste of chicken breast muscles.

Okres badawczy Time of research	Grupa Group	Wyróżniki / Factors					
		Jelki Rancid	Chłodniczy Refrigerating	Rybi Fishy	Obej Unfamiliar	Metaliczny Metallic	Olejowy Oily
Nie przechowywane Unstored	I	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	II	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	III	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
	IIa	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	K	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Przechowywane 4 dni Stored 4 days	I	0,2	0,2	0,1	0,2	0,5	0,1
	II	0,2	0,1	0,1	0,2	0,5	0,1
	III	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2
	IIa	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2
	K	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,1
Przechowywane 6 dni Stored 6 days	I	0,7	1,1	0,2	0,8	0,6	0,3
	II	1,0	1,1	0,2	0,8	0,6	0,3
	III	1,0	1,0	0,3	1,0	0,5	0,4
	IIa	1,1	1,0	0,2	0,8	0,6	0,4
	K	1,1	1,0	0,2	1,0	0,6	0,3
Grupy / Group							
	I	0,3	0,4	0,1	0,3	0,4	0,1
	II	0,5	0,5	0,2	0,3	0,4	0,1
	III	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,3
	IIa	0,5	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3
	K	0,5	0,5	0,1	0,5	0,3	0,1
Czas przechowywania [dni] / Time of storage [days]							
	0	0,1 ^a	0,1 ^a	0,1 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a
	4	0,2 ^a	0,2 ^a	0,1 ^a	0,2 ^b	0,4 ^b	0,1 ^{ab}
	6	1,0 ^b	1,0 ^b	0,2 ^a	0,9 ^c	0,6 ^b	0,3 ^b

Brak liter oznacza brak różnic statystycznie istotnych przy $P \leq 0,05$

Lack of letters means lack of statistically significant difference at $P \leq 0,05$

a, b, c... – różne litery przy wartościach średnich w kolumnie oznaczają różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,05$

a, b, c... – means with different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0,05$

w smaku i zapachu w kierunku jełkim, chłodniczym, obcym i metalicznym, na podobnym poziomie jak mięso z grupy kontrolnej, w której kurczęta były żywione dietą bez dodatków (tab. 9-12). Analizując otrzymane wyniki, z profilowania sensorycznego

Tabela 10

Profilowanie sensoryczne smaku mięśni z nóg kurcząt.
Sensory profile of taste of chicken leg muscles.

Okres badawczy Time of research	Grupa Group	Wyróżniki / Factors					
		Jełki Rancid	Chłodniczy Refrigerating	Rybi Fishy	Obcy Unfamiliar	Metaliczny Metalic	Olejowy Oily
Nie przechowywane Unstored	I	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	II	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
	III	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
	IIa	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	K	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Przechowywane 4 dni Stored 4 days	I	0,2	0,2	0,0	0,4	0,3	0,2
	II	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2
	III	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,3
	IIa	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3
	K	0,3	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2
Przechowywane 6 dni Stored 6 days	I	1,2	1,0	0,1	0,6	0,4	0,3
	II	1,2	1,0	0,3	1,1	0,3	0,2
	III	0,9	0,8	0,3	1,1	0,3	0,3
	IIa	1,2	0,8	0,2	0,9	0,4	0,3
	K	0,9	0,8	0,2	0,8	0,5	0,2
Grupy / Group							
	I	0,5	0,4	0,0	0,3	0,4	0,2
	II	0,5	0,5	0,2	0,5	0,4	0,1
	III	0,4	0,3	0,2	0,5	0,4	0,3
	IIa	0,4	0,3	0,1	0,4	0,5	0,3
	K	0,4	0,4	0,1	0,4	0,4	0,1
Czas przechowywania [dni] / Time of storage [days]							
	0	0,0 ^a	0,1 ^a	0,1 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a
	4	0,2 ^a	0,2 ^a	0,1 ^a	0,4 ^b	0,3 ^b	0,2 ^b
	6	1,0 ^b	0,9 ^b	0,2 ^a	0,9 ^c	0,4 ^b	0,3 ^b

Brak liter oznacza brak różnic statystycznie istotnych przy $P \leq 0,05$

Lack of letters means lack of statistically significant difference at $P \leq 0,05$

a, b, c... – różne litery przy wartościach średnich w kolumnie oznaczają różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,05$

a, b, c... – means with different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0,05$

mięsa pozyskanego z części piersiowej i nóg kurcząt bezpośrednio po obróbce cieplnej, można stwierdzić brak występowania niekorzystnych wyróżników smaku i zapachu. Zauważono jedynie pojawienie się w mięśniach jasnych, jak i ciemnych z grupy

Tabela 11

Profilowanie sensoryczne zapachu mięśni piersiowych kurcząt
Sensory profile of odour of chicken breast muscles

Okres badawczy Time of research	Grupa Group	Wyróżniki / Factors			
		Jełki Rancid	Chłodniczy Refrigerating	Rybi Fishy	Obcy Unfamiliar
Nie przechowywane Unstored	I	0,0	0,0	0,1	0,1
	II	0,0	0,1	0,1	0,1
	III	0,0	0,1	0,0	0,1
	IIa	0,1	0,0	0,1	0,1
	K	0,1	0,1	0,0	0,1
Przechowywane 4 dni Stored 4 days	I	0,2	0,2	0,2	0,3 ^a
	II	0,2	0,1	0,1	0,2 ^a
	III	0,1	0,2	0,1	0,2 ^a
	IIa	0,2	0,1	0,1	0,2 ^a
	K	0,2	0,2	0,1	0,3 ^a
Przechowywane 6 dni Stored 6 days	I	0,6	1,0	0,2	0,7
	II	0,9	1,0	0,2	0,7
	III	1,0	0,9	0,3	0,9
	IIa	0,8	1,0	0,2	1,0
	K	1,0	0,9	0,2	1,0
Grupy / Group					
	I	0,3	0,4	0,2	0,4
	II	0,4	0,4	0,1	0,3
	III	0,4	0,4	0,1	0,4
	IIa	0,4	0,4	0,1	0,4
	K	0,4	0,4	0,1	0,5
Czas przechowywania [dni] / Time of storage [days]					
	0	0,0 ^a	0,1 ^a	0,1 ^a	0,1 ^a
	4	0,2 ^a	0,2 ^a	0,1 ^{ab}	0,2 ^a
	6	0,9 ^b	1,0 ^b	0,2 ^b	0,9 ^b

Brak liter oznacza brak różnic statystycznie istotnych przy $P \leq 0,05$

Lack of letters means lack of statistically significant difference at $P \leq 0,05$

a, b, c... – różne litery przy wartościach średnich w kolumnie oznaczają różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,05$

a, b, c... - means with different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0,05$

III, smaku rybiego, który znacząco nie wpłynął na ogólną ocenę mięsa w skali 5-punktowej (tab. 9, 10). Dodatek nasion lnu do mieszanki paszowej kurcząt nie przyczynił się do pogorszenia walorów smakowo-zapachowych mięsa bezpośrednio po obróbce cieplnej i po przechowywaniu chłodniczym.

Tabela 12

Profilowanie sensoryczne zapachu mięśni z nóg kurcząt.
Sensory profile of odour of chicken leg muscles.

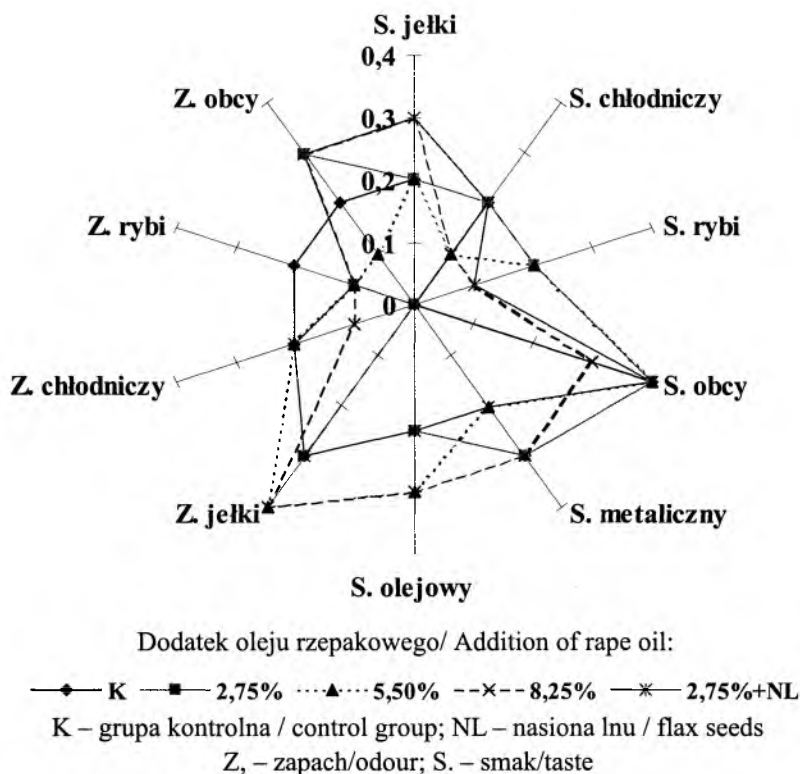
Okres badawczy Time of research	Grupa Group	Wyróżniki / Factors			
		Jełki Rancid	Chłodniczy Refrigerating	Rybi Fishy	Obcy Unfamiliar
Nie przechowywane Unstored	I	0,1	0,1	0,1	0,1
	II	0,2	0,1	0,1	0,2
	III	0,2	0,0	0,1	0,1
	IIa	0,2	0,1	0,1	0,2
	K	0,1	0,1	0,1	0,1
Przechowywane 4 dni Stored 4 days	I	0,3	0,2	0,2	0,2
	II	0,3	0,0	0,1	0,3
	III	0,4	0,2	0,1	0,1
	IIa	0,4	0,1	0,1	0,3
	K	0,3	0,2	0,1	0,3
Przechowywane 6 dni Stored 6 days	I	1,1	1,0	0,3	0,8
	II	1,1	0,7	0,2	0,9
	III	0,8	0,9	0,2	0,8
	IIa	1,2	0,7	0,2	1,0
	K	0,7	0,6	0,4	1,0
Grupy / Group					
	I	0,5	0,4	0,2	0,4
	II	0,5	0,3	0,1	0,5
	III	0,5	0,4	0,1	0,3
	IIa	0,6	0,3	0,1	0,5
	K	0,4	0,3	0,2	0,5
Czas przechowywania [dni] / Time of storage [days]					
	0	0,2 ^a	0,1 ^a	0,1 ^a	0,1 ^a
	4	0,3 ^a	0,1 ^a	0,1 ^a	0,2 ^a
	6	1,0 ^b	0,8 ^b	0,3 ^a	0,9 ^b

Brak liter oznacza brak różnic statystycznie istotnych przy $P \leq 0,05$

Lack of letters means lack of statistically significant difference at $P \leq 0,05$

a, b, c... – różne litery przy wartościach średnich w kolumnie oznaczają różnice istotne statystycznie przy $P \leq 0,05$

a, b, c... – means with different letters within the same column are significantly different at $P \leq 0,05$



Rys. 1. Profilogram smaku i zapachu mięśni z nóg kurcząt – po 4 dniach przechowywania.

Fig. 1. Sensoric profile of taste and odour of chicken leg muscles - after 4 days of storage.

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała niekorzystny wpływ ($P \leq 0,05$) czasu przechowywania na cechy smakowo-zapachowe mięsa. Zaobserwowano statystycznie istotny przyrost, szczególnie po 4 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych, wszystkich niekorzystnych wyróżników smaku i zapachu, za wyjątkiem smaku i zapachu rybiego, bez względu na ilość oleju dodanego do paszy kurcząt (rys. 1). W okresie do 4. dnia przechowywania zaznaczył się pozytywny wpływ dodawanego do paszy alfa-tokoferolu. Podobny, redukujący wpływ dodatku alfa-tokoferolu na powstawanie niekorzystnych zmian smaku i zapachu w mięsie i jego produktach odnotowali również inni badacze [21, 32]. W mięśniach piersiowych i mięśniach nóg, po obróbce cieplnej i 6-dniowym przechowywaniu, szczególnie wzrosło natężenie smaku i zapachu jełkiego, obcego oraz chłodniczego (tab. 9-12). Smak i zapach jełki świadczą o nasilających się zmianach oksydacyjnych, ponieważ prekursorami smaku i zapachu jełkiego są nadtlenki (pierwotne produkty utleniania). Przechowywanie chłodnicze spowodowało nasilenie smaku i zapachu chłodniczego w badanych mięśniach.

Wybrane wyróżniki smaku i zapachu miały istotnie statystyczny wpływ na ogólną ocenę smaku i zapachu mięsa (tab. 13). Wzrost intensywności występowania niekorzystnych wyróżników spowodował stopniowe obniżanie się walorów smakowo-zapachowych mięsa.

Tabela 13

Korelacja pomiędzy oceną punktową smaku i zapachu, a natężeniem wyróżników profilowania smaku i zapachu.

Correlation between sensory scores of meat taste and odour and intensity of sensoric profile factors of taste and odour.

Wyróżniki: Factors:	Mięśnie piersiowe Breast muscles		Mięśnie nóg Leg muscles	
	Smak Taste	Zapach Odour	Smak Taste	Zapach Odour
	Współczynniki korelacji / Coefficient of correlation			
Jełki Rancid	- 0,88 P ≤ 0,05	- 0,84 P ≤ 0,05	- 0,91 P ≤ 0,05	- 0,92 P ≤ 0,05
Chłodniczy Refrigerating	- 0,80 P ≤ 0,05	- 0,78 P ≤ 0,05	- 0,82 P ≤ 0,05	- 0,81 P ≤ 0,05
Rybi Fishy	- 0,82 P ≤ 0,05	- 0,84 P ≤ 0,05	- 0,78 P ≤ 0,05	- 0,80 P ≤ 0,05
Obcy Unfamiliar	- 0,87 P ≤ 0,05	- 0,87 P ≤ 0,05	- 0,76 P ≤ 0,05	- 0,82 P ≤ 0,05
Metaliczny Metallic	- 0,72 P ≤ 0,05	- -	- 0,74 P ≤ 0,05	- -
Olejowy Oily	- 0,84 P ≤ 0,05	- -	- 0,84 P ≤ 0,05	- -

Wnioski

1. Dodatek oleju rzepakowego i mieszaniny tego oleju z nasionami lnu do paszy nie miał wpływu na przyrost wartości niepożądanych wyróżników smaku i zapachu (takich, jak: jełkiego, chłodniczego, rybiego, obcego, metalicznego i olejowego), a tym samym na ogólną ocenę sensoryczną mięsa. Natomiast istotny wpływ na przyrost wartości ww. wyróżników smaku i zapachu, szczególnie jełkiego, obcego oraz chłodniczego, miał czas chłodniczego przechowywania i stopień utlenienia lipidów.
2. Zaobserwowano, że mięso z wszystkich grup badawczych, za wyjątkiem mięsa z grupy III (dodatek 8,25% oleju rzepakowego), do 6. dnia przechowywania charakteryzowało się pożądanym smakiem i zapachem, pomimo że w lipidach mięsni

- oznaczano duże wartości liczby nadtlenkowej i wskaźnika TBA. Po 6 dniach przechowywania tylko mięso pochodzące od kurcząt żywionych paszą z największym dodatkiem oleju rzepakowego (grupa III) zostało ocenione jako nietypowe, słabo akceptowane przez oceniających. Ponadto w lipidach mięśni kurcząt z tej grupy oznaczono największą ilość produktów utleniania cholesterolu.
3. Wyliczone współczynniki korelacji pomiędzy wartościami wskaźnika TBA, a wartościami ocen smaku i zapachu, potwierdziły zależność pomiędzy zmianami sensorycznymi mięsa, a dynamiką zmian utleniania w badanym mięsie kurcząt.
 4. Dodatek alfa-tokoferolu do paszy miał korzystny wpływ na zwolnienie procesów utleniania w lipidach mięśni kurcząt z grupy I i II i z najniższym dodatkiem oleju rzepakowego. Szczególnie widoczne było to w mięśniach nóg poddanych obróbce cieplej i przechowywanych chłodniczo przez okres 4 dni.
 5. Przy wyższym dodatku oleju rzepakowego i nasion lnu (grupy III i IIa), nie zaobserwowano wpływu dodatku przeciwutleniacza (alfa-tokoferolu) do paszy na ograniczenie szybko przebiegającego utleniania, skorelowanego z tworzeniem niepożądanego zapachu i smaku w mięsie badanych kurcząt.

LITERATURA

- [1] Ajuyah A.O., Hardin R.T., Sim J.S.: Effect of dietary full-fat flax seed with and without antioxidant on the fatty acid composition of major lipid classes of chicken meats. *Poultry Sci.* 72, 1993, 125.
- [2] Baryłko-Pikielna N.: *Zarys analizy sensorycznej żywności*. WNT, Warszawa 1975.
- [3] Baryłko-Pikielna N., Bykowska M.: Zastosowanie metody profilowej do analizy jakości sensorycznej margaryn. *Przem. Spoż.* 38, 1984, 357.
- [4] Baryłko-Pikielna N., Osucha N.I.: Aktualne poglądy na optymalny skład i profilaktyczną rolę kwasów tłuszczowych w żywieniu człowieka. *Przem. Spoż.*, 45, 1991, 88.
- [5] Chen K.H., Yang S.C., Su J.D.: The cholesterol oxidation products contents of chicken meat as affected by different heating methods. *Proceed. 11th Europ. Symp. Quality Poultry Meat. Tours*, 1993, 412.
- [6] Dionosi F., Golay P.A., Aeschlimann J.M., Fay L.B.: Determination of cholesterol oxidation products in milk powders: methods comparison and validation. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1998, 2227.
- [7] Folch J., Lees M., Stanley G.H.S.: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 1957, 497.
- [8] Galvin K., Morrissey P.A., Buckley D.J.: Cholesterol oxides in processed chicken muscle as influenced by dietary alpha-tocopherol supplementation. *Meat Sci.*, 48, 1998, 1.
- [9] Gardzielewska J., Kortz J., Uziębło L., Tarasiewicz Z., Karamucki T.: The effect of feeding triticale and rape seed products on sensory characteristics of broiler meat. *J. Anim. Feed Sci.*, 1, 1992, 59.
- [10] Hamilton R.J., Kalu C., Prisk E., Padley F.B., Pierce H.: Chemistry of free radicals in lipids. *Food Chem.*, 60, 1997, 193.
- [11] Kijowski J.: Wartość żywieniowa mięsa drobiowego. *Gosp. Mięsna*, 49, 1997, 26.
- [12] Komosa J.: Metody profilowania w sensorycznej analizie żywności. *Przem. Spoż.*, 48, 1994, 15.

- [13] Kulasek G., Krasicka B., Świerczewska E.: Jaja i tuszki drobiowe wzbogacone w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe – nowe kierunki produkcji drobiarskiej. *Drobiarstwo*, **5**, 1996, 5.
- [14] Lin C.F., Gray J.I., Asghar A., Buckley D.J., Booren A.M., and Flegal C.J.: Effects of dietary oils and lipid composition and stability of broiler meat. *J. Food Sci.*, **54**, 1989, 1457.
- [15] López-Ferrer S., Baucells M.D., Barroeta A.C., Blanch A., Grashorn M.A.: ω -3 enrichment of chicken meat: use of fish, rapeseed and linseed oils. *Proceed. 13th Europ. Symp. Quality Poultry Meat. Poznań, 1997*, 74.
- [16] McMillin K.W.: Initiation of oxidative processes in muscle foods. *Proceed. 49th Recip. Meat Conf. AMSA, Chicago, 1996*, 53.
- [17] Melton S.L.: Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technol.*, **6**, 1993, 105.
- [18] Mercier Y., Gatellier P., Viau M., Remignon H., Renner M.: Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. *Meat Sci.*, **48**, 1998, 301.
- [19] Miller E.L., Huang Y.X.: Improving the nutritional value of broiler meat through increased n-3 fatty acid and vitamin E content. *Proceed. 11th Europ. Symp. Quality Poultry Meat. Tours, 1993*, 404.
- [20] Mossab A., Lessire M., Hallouis J.M., Hermier D.: Using dietary fats to improve polyunsaturated fatty acid content of poultry meat. *Proceed. 14th Europ. Symp. Quality Poultry Meat. Bologna, 1999*, 159.
- [21] O'Neill L.M., Galvin K., Morrissey P.A., Buckley D.J.: Comparison of effects of dietary olive oil, tallow and vitamin E on the quality of broiler meat and meat products. *British Poultry Sci.*, **39**, 1998, 365.
- [22] Pie J.E., Spahis K., Seillan Ch.: Cholesterol oxidation in meat products during cooking and frozen storage. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 1991, 250.
- [23] Pikul J.: Powstawanie obcego, niepożądanego zapachu i smaku w mięsie ogrzanym i przechowywanym w warunkach chłodniczych. *PTTŻ Oddz. Wielkopolski, nr 4, Poznań 1991*.
- [24] Pikul J.: Lipidy mięsa drobiu. *Gosp. Mięsna*, **48**, 1996, 28.
- [25] Pikul, J., Leszczyński, D.E., Kummerow, F.A.: The elimination of sample autoxidation by butylated hydroxytoluene additions before thiobarbituric acid assay for malonaldehyde in fat from chicken meat. *J. Agric. Food Chem.*, **31**, 1983, 1338.
- [26] 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.*, **37**, 1989, 1309.
- [27] PN-ISO 3960:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- [28] Sheehy P.J.A., Morrissey P.A., Buckley D.J.: Advances in research and application of vitamin E as an antioxidant for poultry meat. *Proceed. 12th Europ. Symp. Quality Poultry Meat. Zaragoza, 1995*, 425.
- [29] Sheehy P.J.A., Morrissey P.A., Flynn A.: Effect of dietary α -tocopherol level on susceptibility of chicken tissues to lipid peroxidation. *Proceed. Nutrit. Soc.*, **49**, 1990, 28A.
- [30] Sheehy P.J.A., Morrissey P.A., Flynn A.: Consumption of thermally-oxidized sunflower oil by chicks reduces α -tocopherol status and increases susceptibility of tissues to lipid oxidation. *British J. Nutrit.*, **71**, 1994, 53.
- [31] Sheldon B.W.: Effect of dietary tocopherol on the oxidative stability of turkey meat. *Poultry Sci.*, **63**, 1984, 673.
- [32] Sheldon B.W., Curtis P., Dawson P.L., Ferket P.R.: Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability, flavor, color, and volatile profiles of refrigerated and frozen turkey breast meat. *Poultry Sci.*, **76**, 1997, 634.

- [33] Smolińska T., Abdul-Halim F.: The effect of refrigeration method on meat quality and ultrastructural on broiler carcasses stored at 1°C. *Arch. Geflügelk.*, **2**, 1992, 36.
- [34] Świerczewska E., Mroczek J., Niemiec J., Słowiński M., Jurczak M., Siennicka A., Kawka P.: Broiler chick performance and meat quality depending on the type of fat in feed mixtures. *J. Anim. Feed Sci.*, **6**, 1997, 379.
- [35] Wąsowicz E.: Produkty utleniania cholesterolu. Wykrywanie w żywności i ich biologiczne znaczenie. PTTŻ Oddz. Wielkopolski, nr 17, Poznań 1997.
- [36] Wen J., Morrissey P.A., Buckley D.J., Sheehy P.A.J.: Oxidative stability and α -tocopherol retention in turkey burgers during refrigerated and frozen storage as influenced by dietary α -tocopheryl acetate. *British Poultry Sci.*, **37**, 1996, 787.
- [37] Zubillaga M.P., Maerker G.: Quantification of three cholesterol oxidation products in raw meat and chicken. *J. Food Sci.*, **56**, 1991, 1194.

Fragment pracy doktorskiej wykonanej w ramach grantu KBN 5P06G00612

Promotor: Prof. dr hab. Teresa Smolińska, Akademia Rolnicza Wrocław

Recenzenci: Prof. dr hab. Ewa Świerczewska, SGGW Warszawa,

Prof. dr hab. Jan Pikul, Akademia Rolnicza Poznań

INFLUENCE OF DIETARY SUPPLEMENT WITH VEGETABLE OILS AND ALFA- TOCOPHEROL ON OXIDATIVE PROCESSES OF FAT AND SENSORICAL CHANGES OF BROILER CHICKEN MEAT

S u m m a r y

In the research work the oxidative processes of lipids (content of peroxides, malonaldehyde and cholesterol oxidation products) and their influence on sensoric evaluation of chicken meat of chicken fed with the diet supplemented with rape oil, flax seeds and alfa-tocopherol were analysed. Sensoric analysis of taste and odour supplemented with sensory profile of meat after roasting and 4 and 6 days of refrigerated storage was carried out.

Passed analysis proved that cooling storage time had significant influence on sensoric evaluation of chicken meat. Amount of vegetable oil added to fodder had significant influence on dynamics of oxidative processes in meat lipids.

The relationship between changes in taste and odour and dynamics of oxidative processes of lipids in breast and leg muscles has been confirmed in our experiment. ❖