

ANNA MILCZAREK, MARIA OSEK, BOGUSŁAW OLKOWSKI,
BARBARA KLOCEK

PORÓWNANIE SKŁADU CHEMICZNEGO ŚWIEŻYCH I ZAMRAŻALNICZO PRZECHOWYWANYCH MIĘŚNI KURCZĄT BROJLERÓW ŻYWIANYCH MIESZANKAMI PASZOWYMI Z RÓŻNĄ ILOŚCIĄ OLEJU SOJOWEGO, LNIANEGO I WITAMINY E

Streszczenie

Materiał badawczy stanowiło 100 rozdrobionych próbek mięśni (po 50 próbek mięśni piersiowych i mięśni nóg) pochodzących z kurcząt brojlerów żywionych mieszankami paszowymi z różną ilością oleju sojowego, lnianego i witaminy E. W mięśniach oznaczano zawartość składników podstawowych i profil kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej. Oznaczenia wykonano w materiale świeżym oraz w próbkach przechowywanych zamrażalniczo przez 10 miesięcy.

Wykazano istotny wpływ czasu przechowywania i stosowanych mieszanek na poziom tłuszczu surowego w analizowanych mięśniach. Dziesięciomiesięczny okres przechowywania wpłynął istotnie ($p \leq 0,01$) na profil kwasów tłuszczowych, zarówno lipidów mięśni piersiowych, jak i mięśni nóg. W porównaniu z próbkami świeżymi, w mięśniach zamrażalniczo składowanych (obu grup) zmniejszył się udział nasyconych kwasów tłuszczowych i równocześnie wzrósł udział kwasów nienasyconych, co wskazuje, że czas przechowywania mięśni nie spowodował zmniejszenia ich wartości odżywczej. W mięśniach kurcząt doświadczalnych stwierdzono więcej pożądanego kwasu linolenowego (C18:3), a jego ilość była tym większa, im więcej było w mieszankach paszowych oleju lnianego i witaminy E. Najkorzystniejszy stosunek PUFA n-6 do PUFA n-3 stwierdzono w mięśniach (świeżych i mrożonych) kurcząt brojlerów otrzymujących mieszanki natłuszczone mieszaniną oleju sojowego i lnianego w równym udziale po 3 % oraz zawierających $150 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ witaminy E.

Słowa kluczowe: kurczęta brojlery, mięśnie piersiowe, mięśnie nóg, kwasy tłuszczowe, olej sojowy, olej lniany, witamina E

Wprowadzenie

Oleje roślinne, bogate w długołańcuchowe kwasy tłuszczowe (linolowy, α -linolenowy), po dodaniu do paszy skutecznie modyfikują skład kwasów tłuszczo-

Dr inż. A. Milczarek, prof. dr hab. M. Osek, dr hab. B. Olkowski, prof. dr hab. B. Klocek, Katedra Żywności Zwierząt i Gospodarki Paszowej, Wydz. Przyrodniczy, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce

wych frakcji lipidowej produktów drobiowych [4, 18, 19, 20, 22]. Spośród wszystkich olejów roślinnych olej lniany jest najbogatszy w pożądane wielonienasycone kwasy tłuszczowe, a zwłaszcza kwas α -linolenowy (C18:3, n-3), który jest prekursorem kwasów eikozapentaenowego (EPA – C20:5) i dokozaheksaenowego (DHA – C20:6), niezbędnych do prawidłowego rozwoju oraz utrzymania zdrowia człowieka [10]. W oleju lnianym stosunek kwasów z rodziny n-6 do n-3 wynosi 1 : 0,5, a w oleju sojowym, stosowanym najczęściej do natłuszczania mieszanek paszowych dla drobiu, wynosi on około 10 : 1 [13, 19, 26]. Zwiększenie poziomu wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) w lipidach mięśni przez wprowadzenie do mieszanek dla kurcząt brojlerów oleju bogatego w te kwasy (np. oleju lnianego) zwiększa jednak podatność tłuszczów na utlenianie w trakcie przechowywania [11, 14, 15]. Aby zapobiec tym procesom, do mieszanek wzbogaconych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe wprowadza się przeciwutleniacze np. witaminę E. Według zaleceń Smulikowskiej i Rutkowskiego [23] w 1 kg paszy dla kurcząt brojlerów powinno być 35 mg witaminy E w mieszance Starter i 40 mg tej witaminy w mieszance Grower.

Przeprowadzone badania miały na celu porównanie składu chemicznego mięśni rozdrobnionych świeżych i zamrażalniczo przechowywanych, pochodzących z kurcząt żywionych mieszankami z różnym udziałem oleju sojowego, lnianego oraz witaminy E.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były mięśnie piersiowe i mięśnie nóg (z ud i podudzi) pochodzące z kurcząt brojlerów ROSS 308, z 5 grup żywieniowych (K, D-1, D-2, D-3, D-4). Przez pierwsze 3 tygodnie kurczęta doświadczalne żywiono mieszankami typu Starter (12,69 MJ EM, 224 g białka ogólnego, 12,5 g lizyny), a przez kolejne 3 tygodnie mieszankami Grower (12,95 MJ EM, 202 g białka ogólnego, 11,4 g lizyny). Mieszanki sporządzano we własnym zakresie z surowców zakupionych w wytwórni pasz (z wyjątkiem oleju lnianego), położonej w województwie mazowieckim. Olej lniany uzyskano z nasion zakupionych w centrali nasiennej, które poddano tłoczeniu na zimno (temp. do 70 °C). W skład mieszanek (Starter i Grower) wchodziły takie same surowce: pszenica i kukurydza (1 : 1), poekstrakcyjna śruta sojowa, premiks (Starter/Grower) oraz dodatki paszowe. Czynnikiem różnicującym mieszanki poszczególnych grup były dodatki oleju sojowego, lnianego oraz witaminy E, które stosowano w ilości [w kg mieszanki]:

- K – próba kontrolna: 60 g oleju sojowego + 45 mg witaminy E w mieszance Starter; 40 mg witaminy E w mieszance Grower (ilość z premiksu);
- D-1 – 40 g oleju sojowego + 20 g oleju lnianego + 100 mg witaminy E;
- D-2 – 30 g oleju sojowego + 30 g oleju lnianego + 150 mg witaminy E;
- D-3 – 20 g oleju sojowego + 40 g oleju lnianego + 200 mg witaminy E;

– D-4 – 60 g oleju lnianego + 250 mg witaminy E.

Duży (ponad 55 % sumy kwasów) udział kwasu linolenowego w oleju lnianym powoduje, że jest on podatny na utlenianie, dlatego do mieszanek doświadczalnych wprowadzano większą ilość witaminy E, jako naturalnego przeciwutleniacza. Przyjęto zasadę, że w miarę zwiększania udziału oleju lnianego i zmniejszania udziału oleju sojowego w mieszankach zwiększano w nich proporcjonalnie (o 50 mg) poziom witaminy E.

Po zakończeniu odchowu kurcząt z każdej grupy żywieniowej wybierano po 5 kurtek i 5 kogutów (w celu wyeliminowania czynnika zmienności, jakim jest płeć) o masie ciała zbliżonej do wartości średniej ptaków danej płci w grupie. Kurczęta ubijano przez dekapitację, skubano i patroszono. Po 24 h chłodzenia w temp. 0 - 4 °C z każdej tuszki preparowano mięśnie piersiowe i mięśnie nóg, które następnie oddzielnie rozdrabniano w wilku laboratoryjnym o średnicy oczek siatki 2,7 mm. Rozdrabnianie mięśni stosowano w celu ujednoczenia próbek. Dzięki temu badania chemiczne wykonywano w jednorodnych próbkach, różnicowanych jedynie założonymi czynnikami technologicznymi. Po rozdrobnieniu każdą próbkę dzielono na 2 części. Pierwszą grupę (50 próbek) analizowano w stanie świeżym. Drugą (50 próbek) przechowywano przez 10 miesięcy w temp. -22 °C w szczelnie zamkniętych torebkach foliowych przeznaczonych do zamrażalniczego przechowywania produktów spożywczych. Po okresie przechowywania zamknięte w torebkach foliowych próbki wyjmowano z zamrażarki i przekładano do chłodziarki (temp. 4 °C) na 24 h w celu ich rozmrożenia. Zarówno w próbkach świeżych, jak i po zamrażalniczym przechowywaniu oznaczano (w 3 powtórzeniach) zawartość składników podstawowych według AOAC [1] oraz skład i udział poszczególnych kwasów tłuszczowych. Skład kwasów tłuszczowych w lipidach mięśni, jak też w stosowanych olejach oznaczano metodą chromatografii gazowej estrów metylowych. Używano chromatografu gazowego CHROM-5 wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizujący (powietrze – wodór). Zastosowano kolumnę szklaną o długości 2,5 m z wypełnieniem Silar 5 CP. Temp. komory nastrzykowej i detektora wynosiła 250 °C, a kolumny 192 °C. Jako gazu nośnego używano azotu, którego przepływ wynosił 30 ml na min.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji, a w celu stwierdzenia istotności różnic między wartościami średnimi głównych składowych zmienności zastosowano test Tukeya [24].

Wyniki i dyskusja

Skład kwasów tłuszczowych olejów roślinnych jest uzależniony m.in. od: rodzaju surowca, sposobu pozyskania oleju, czasu i warunków przechowywania. Zastosowany w doświadczeniu olej lniany (tab. 1), wyprodukowany we własnym zakresie, zawierał ponad 72 % niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (linolowy i linoleno-

wy). Z tej sumy ponad 55 % stanowił kwas linolenowy (C18:3 n-3) i była to ilość z przedziału 50 - 58,35 %, który jest podawany także przez innych autorów [6, 13, 18]. W oleju sojowym było stosunkowo mało tego kwasu (4,69 %), chociaż jego ilość może wynosić nawet 11 % sumy wszystkich kwasów [5, 12].

Tabela 1

Profil kwasów tłuszczowych w olejach roślinnych [% sumy kwasów tłuszczowych].

Profile of fatty acids in plant oils [% of total of fatty acids].

Wyszczególnienie / Itemisation	Olej / Oil	
	Sojowy / Soybean	Lniany / Linseed
C14:0	0,04	0,02
C16:0	10,81	4,56
C16:1	0,04	0,02
C18:0	2,43	2,86
C 18:1	23,57	20,11
C18:2 (n-6)	57,83	16,46
C18:3 (n-3)	4,69	55,68
C20:0	0,16	0,07
C20:1	0,15	0,07
C20:2	0,05	0,01
C22:0	0,16	0,05
Inne / Others	0,07	0,09
Nasycone / Saturated (SFA)	13,60	7,56
Nienasycone / Unsaturated (UFA)	86,33	92,35
jednonienasycone / monounsaturated (MUFA)	23,76	20,20
wielonienasycone / polyunsaturated (PUFA)	62,57	72,15
Neutralne i hipocholesterolemiczne Neutral and hipocholesterolemic fatty acids (DFA)	88,76	95,21
Hipercholesterolemiczne Hypercholesterolemic fatty acids (OFA)	10,85	4,58
PUFA n-6 / n-3	12,33	0,30

DFA (UFA + C18:0); OFA (C14:0 + C16:0)

Zamrażalnicze przechowywanie próbek przez 10 miesięcy nie miało istotnego wpływu na zawartość w nich suchej masy, związków mineralnych w postaci popiołu surowego i białka ogólnego (tab. 2). Wykazano jedynie zwiększenie zawartości tłuszczu surowego w próbkach mięśni nóg ($p \leq 0,01$). Zawartość tłuszczu w próbkach obu analizowanych mięśni zależała natomiast w sposób istotny ($p \leq 0,01$) od rodzaju stosowanych mieszanek paszowych. Najmniej tego składnika stwierdzono w próbkach mięśni piersiowych kurcząt żywionych mieszanką zawierającą 20 g oleju sojowego,

Tabela 2

Zawartość składników podstawowych w mięśniach kurcząt brojlerów [%].
Content of basic nutrients in muscles of broiler chickens [%].

Wyszczególnienie Itemisation	Grupa / Group										SEM	Wpływ Effect		
	A1					A2						P	M	P/M
	K	D-1	D-2	D-3	D-4	K	D-1	D-2	D-3	D-4				
Mięśnie piersiowe / Breast muscles														
Sucha masa Dry matter	25,80	25,89	25,89	25,65	25,94	25,90	26,06	25,60	25,64	25,97	0,348	ns	ns	ns
Związki mineralne Mineral compounds	1,19	1,19	1,18	1,23	1,21	1,16	1,14	1,20	1,22	1,19	0,022	ns	**	ns
Białko ogólne Total protein	23,19	23,70	22,94	23,15	23,50	22,78	23,50	22,88	23,23	23,31	0,264	ns	**	ns
Tłuszcz surowy Crude fat	1,23	1,06	1,75	1,05	1,29	1,74	1,34	1,54	1,13	1,13	0,174	ns	**	*
Mięśnie nóg / Leg muscles														
Sucha masa Dry matter	26,49	26,84	26,02	25,65	25,85	26,35	25,88	26,33	25,52	26,54	0,405	ns	*	ns
Związki mineralne Mineral compounds	1,07	1,06	1,08	1,09	1,08	1,11	1,07	1,05	1,07	1,03	0,018	ns	ns	*
Białko ogólne Total protein	19,81	19,19	19,32	19,57	19,22	19,42	19,24	18,83	19,45	19,17	0,264	ns	*	ns
Tłuszcz surowy Crude fat	4,93	5,42	4,83	4,46	5,10	5,73	5,45	6,15	4,78	6,35	0,341	**	**	*

Objaśnienia: / Explanatory notes:

n = 10; ** – $p \leq 0,01$; * – $p \leq 0,05$; ns – $p > 0,05$;

A1 – wyniki analizy próbek mięśni świeżych / analysis results of fresh muscle samples; A2 – wyniki analizy próbek mięśni zamrażalniczo przechowywanym / analysis results of frozen-stored muscle samples;

P – przechowywanie / storage; M – rodzaj mieszanki / mixture kind.

40 g oleju lnianego oraz 200 mg witaminy E w 1 kg paszy (D-3), a najwięcej ($p \leq 0,01$) w próbkach mięśni piersiowych ptaków z grupy D-2. Również w próbkach mięśni nóg kurcząt z grupy D-3 było najmniej tłuszczu, niezależnie czy było to mięso świeże, czy przechowywane zamrażalniczo. W konsekwencji stwierdzono statystycznie istotną ($p \leq 0,05$) interakcję przechowywania oraz rodzaju mieszanki w przypadku zawartości tłuszczu surowego w próbkach obu analizowanych mięśni. Zawartość białka w próbkach była ściśle związana z zawartością tłuszczu. Im więcej było tłuszczu, tym mniej białka w obu rodzajach mięśni. Jedynie rodzaj mieszanki paszowej wpływał w sposób istotny na zawartość tych składników.

Według Zelenki i wsp. [27] dodatek (1, 3, 5 i 7 %) oleju lnianego do mieszanek paszowych dla kurcząt brojlerów nie wpływa na zawartość tłuszczu surowego w obu grupach mięśni, ale znaczna jego ilość (7 %) wpływa istotnie ($p \leq 0,05$) na zmniejszenie zawartości białka w mięśniach piersiowych. Osek i wsp. [18] wskazują na istotny wpływ rodzaju oleju, którym natłuszcza się mieszanki dla kurcząt, na zawartość tłuszczu w mięsie, bowiem zarówno w mięśniach piersiowych, jak i w mięśniach nóg kurcząt żywionych mieszanką natłuszczoną olejem lnianym stwierdzono mniej tego składnika niż w mięśniach ptaków żywionych mieszanką z olejem rzepakowym lub sojowym.

Po 10 miesiącach zamrażalniczego przechowywania próbek mięśni kurcząt stwierdzono istotne zmiany profilu kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej (tab. 3). Uzyskane w badaniach własnych wyniki dotyczące zmniejszenia ($p \leq 0,01$) zawartości kwasu palmitynowego (C16:0) i zwiększenia ($p \leq 0,05$) kwasu stearynowego (C18:0) tylko w mięśniach piersiowych i arachidonowego (C20:4) w obu mięśniach są zbieżne z danymi Koreleskiego i Świątkiewicza [11].

Po przeanalizowaniu wpływu rodzaju mieszanki paszowej na profil kwasów tłuszczowych w próbkach mięśni piersiowych stwierdzono, że mięśnie kurcząt żywionych paszą zawierającą olej lniany i zwiększoną dawkę witaminy E cechowały się mniejszą ($p \leq 0,01$) zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych oraz większym udziałem ($p \leq 0,01$) kwasów nienasyconych we frakcji lipidowej tych mięśni. Proporcjonalnie do wzrostu udziału oleju lnianego i witaminy w mieszankach paszowych zwiększała się ilość nienasyconych kwasów tłuszczowych, a malała nasyconych. Ponadto, zastąpienie w mieszankach większej ilości (40 lub 60 g) oleju sojowego olejem lnianym wpłynęło na zmniejszenie w lipidach mięśni piersiowych zawartości kwasów: oleinowego (C18:1) i linolowego (C18:2), a zwiększenie – α -linolenowego (C18:3 n-3). W porównaniu z kurczętami otrzymującymi mieszanki z samym olejem sojowym lub tylko z 20 g oleju lnianego w paszy, różnica w profilu kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej była statystycznie istotna ($p \leq 0,01$). Wyniki te korespondują z rezultatami uzyskanymi przez innych autorów [19, 21], którzy po wprowadzeniu oleju lnianego do mieszanek dla kurcząt rzeźnych stwierdzili w lipidach mięsa zwiększenie udziału

kwasów nienasyconych, a szczególnie kwasu α -linolenowego. Poziom tego kwasu w mięśniach zwiększał się w miarę zwiększenia udziału oleju lnianego w paszy.

Tabela 3

Udział najważniejszych kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej mięśni piersiowych [% sumy kwasów tłuszczowych].

Profile of fatty acids in lipid fraction of breast muscles [% of total of fatty acids].

Wyszczególnienie Itemisation	Grupa / Group										SEM	Wpływ Effect		
	A1					A2						P	M	P/ M
	K	D-1	D-2	D-3	D-4	K	D-1	D-2	D-3	D-4				
C14:0	0,06	0,08	0,08	0,11	0,09	0,20	0,22	0,18	0,19	0,18	0,015	**	ns	*
C16:0	22,77	21,62	21,86	22,49	18,91	19,87	19,68	18,64	18,74	17,51	0,977	**	**	ns
C18:0	5,81	4,89	4,90	5,60	4,74	6,00	5,80	5,97	6,35	5,60	0,433	**	*	ns
C18:1	30,90	31,01	30,98	29,30	29,26	30,64	30,41	29,46	28,38	27,86	0,741	**	**	ns
C18:2 (n-6)	37,01	34,42	32,22	30,96	25,71	37,46	33,28	32,25	30,34	25,87	0,932	ns	**	ns
C18:3 (n-3)	1,32	5,66	7,98	11,13	19,35	2,38	7,01	10,29	12,65	20,11	0,773	**	**	ns
C20:3 (n-3)	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,06	0,07	0,07	0,10	0,10	0,013	**	ns	*
C20:4 (n-6)	0,51	0,22	0,26	0,22	0,09	0,87	0,66	0,58	0,68	0,38	0,101	**	**	ns
SFA	28,71	26,74	27,02	26,53	23,87	26,17	25,88	24,97	25,47	23,46	0,979	**	**	ns
UFA	71,18	73,15	72,88	73,18	75,99	73,64	73,96	74,82	74,32	76,34	0,977	**	**	ns
MUFA	32,26	32,78	32,36	30,82	30,80	32,69	32,79	31,50	30,43	29,78	0,828	ns	**	ns
PUFA	38,92	40,37	40,52	42,36	45,19	40,95	41,17	43,32	43,89	46,54	1,435	**	**	ns
PUFA n-6/n-3	27,59	6,10	4,05	2,80	1,33	15,71	4,79	3,17	2,43	1,30	1,081	**	**	**

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

Analogicznie jak w mięśniach piersiowych, po zamrażalniczym przechowywaniu próbek mięśni nóg (tab. 4) wykazano istotne ($p \leq 0,01$) zmniejszenie udziału kwasów tłuszczowych nasyconych (SFA), zwłaszcza kwasu palmitynowego (C16:0) i oleinowego (C18:1) we frakcji lipidowej. Zwiększył się natomiast udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) i kwasu mirystynowego (C14:0).

Tabela 4

Udział najważniejszych kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej mięśni nóg [% sumy kwasów tłuszczowych].

Profile of fatty acids in lipid fraction of leg muscles [% of total of fatty acids].

Wyszczególnienie Itemisation	Grupa / Group										SEM	Wpływ Effect		
	A1					A2						P	M	P/M
	K	D-1	D-2	D-3	D-4	K	D-1	D-2	D-3	D-4				
C14:0	0,06	0,07	0,12	0,22	0,17	0,18	0,19	0,17	0,19	0,15	0,017	**	**	**
C16:0	21,49	21,83	20,45	20,40	19,65	19,05	18,92	17,73	17,60	16,11	0,567	**	**	ns
C18:0	4,05	3,53	4,86	5,16	5,29	4,48	4,36	4,60	4,40	4,39	0,279	ns	**	**
C18:1	34,04	34,89	31,69	31,82	32,42	30,30	29,82	29,23	29,29	28,65	0,782	**	**	ns
C18:2 (n-6)	37,06	31,82	31,06	27,85	22,76	40,05	35,37	33,70	31,02	26,27	0,986	**	**	ns
C18:3 (n-3)	1,23	5,31	9,16	11,47	16,90	2,62	7,65	11,44	14,30	21,56	0,449	**	**	**
C20:3 (n-3)	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05	0,011	**	ns	*
C20:4 (n-6)	0,10	0,04	0,07	0,10	0,09	0,42	0,49	0,29	0,35	0,26	0,048	**	*	**
SFA	25,65	25,49	25,52	25,88	25,25	23,81	23,57	22,59	22,29	20,81	0,653	**	**	*
UFA	74,23	74,42	74,37	73,97	74,61	75,93	76,19	77,19	77,60	78,98	0,663	**	**	*
MUFA	35,84	37,21	34,07	34,45	34,77	32,69	32,68	31,63	31,81	30,79	0,898	**	**	ns
PUFA	38,39	37,20	38,68	39,53	39,84	43,24	43,67	45,56	45,79	48,19	1,480	**	**	ns
PUFA n-6/n-3	29,97	5,99	3,39	2,43	1,35	15,10	4,65	2,95	2,19	1,23	0,764	**	**	**

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

Poziom kwasu oleinowego w lipidach zmniejszał się, a linolowego i linolenowego – zwiększał się w miarę wzrostu ilości oleju lnianego i witaminy E w mieszankach paszowych. Prawdopodobnie jest to rezultat przemian enzymatycznych, w wyniku których, według Calviello i wsp. [3], z kwasu oleinowego pod wpływem działania Δ^{12} -desaturazy powstaje kwas linolowy, który następnie pod wpływem Δ^{15} -desaturazy może być przekształcony w kwas α -linolenowy.

Obserwowane zmiany udziału kwasów tłuszczowych w lipidach mięśni nóg po zamrażalniczym przechowywaniu nie zawsze przebiegały tak, jak w lipidach mięśni piersiowych. Dotyczy to głównie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA),

których udział zmniejszył się istotnie, a w mięśniach piersiowych pozostał na zbliżonym poziomie. Może to być spowodowane różną zawartością i składem tłuszczu w obu analizowanych mięśniach. Na obniżenie poziomu MUFA, a zwiększenie udziału wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (zwłaszcza kwasu C18:3) we frakcji lipidowej mięśni nóg zamrażalniczo przechowywanych istotny wpływ miał także rodzaj mieszanek paszowych stosowanych w żywieniu kurcząt. Im więcej było w nich oleju lnianego i witaminy E, tym w lipidach mięśni nóg było więcej kwasu linolenowego. Podobnie Bou i wsp. [2] oraz Haug i wsp. [7] po zastosowaniu oleju lnianego w dietach kurcząt brojlerów stwierdzili zmniejszenie ilości MUFA, a zwiększenie ($p \leq 0,05$) kwasu linolenowego. Zwiększenie udziału kwasu α -linolenowego z rodziny n-3 w lipidach analizowanych mięśni jest zjawiskiem korzystnym, ponieważ prowadzi do zrównoważenia stosunku kwasów z rodziny n-6 do n-3, zawartych w diecie, który powinien wynosić (4 - 5) : 1, a zwykle jest znacznie większy – nawet (20 - 30) : 1. Z kwasu α -linolenowego powstają bowiem długołańcuchowe kwasy z rodziny n-3 (EPA i DHA), które zdaniem Naruszewicz i wsp. [16] są niezbędne do życia, jako główny składniki fosfolipidów błon komórkowych, stanowiący 36 % sumy kwasów tłuszczowych mózgu, siatkówki oka i plemników. Mają one także potwierdzone działanie przeciwnowotworowe [3, 9]. W celu zmniejszenia proporcji kwasów n-6 do n-3 w diecie człowieka zaleca się spożywanie 2 g kwasu α -linolenowego i 200 mg LC-PUFA n-3 na dobę [8, 25].

W przeprowadzonych badaniach własnych, najkorzystniejszy pod względem żywieniowym stosunek PUFA n-6 do PUFA n-3 stwierdzono w lipidach mięśni kurcząt, które żywiono mieszankami natłuszczonymi mieszaniną oleju sojowego i lnianego w równych ilościach (po 3 %) i dodatkiem 150 mg·kg⁻¹ witaminy E, natomiast najmniej korzystny – w lipidach mięśni ptaków grupy kontrolnej. Powyższe wyniki są zbieżne z uzyskanymi przez innych autorów, którzy stosowali różne dodatki tłuszczów, oceniając ich wpływ na profil kwasów tłuszczowych w mięśniach, skórze z tłuszczem podskórnym lub w tłuszczu sadelkowym [4, 17, 18].

Wnioski

1. Mięso kurcząt brojlerów, żywionych mieszankami z różnym udziałem oleju sojowego, lnianego i witaminy E, może być zamrażalniczo przechowywane przez 10 miesięcy bez ujemnego wpływu na jego wartość odżywczą mierzoną zawartością składników podstawowych oraz składem i udziałem kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej mięśni.
2. Sugeruje się wprowadzanie do mieszanek paszowych dla kurcząt brojlerów: 30 g oleju sojowego, 30 g oleju lnianego i 150 mg witaminy E w przeliczeniu na 1 kg paszy, gdyż wówczas uzyskuje się w lipidach mięsa najkorzystniejszy pod względem żywieniowym stosunek kwasów tłuszczowych PUFA n-6 do PUFA n-3.

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 1990.
- [2] Bou R., Guardiola F., Barroeta A.C., Codony R.: Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poultry Sci.*, 2005, **84** (7), 1129-1140.
- [3] Calviello G., Palozza P., Picionni F., Maggiano N., Frattucci A., Franceschelli P., Bartoli G.M.: Dietary supplementation with eicosapentaenoic and docosaxaenoic acid inhibits growth of Morris hepatocarcinoma 3924A in rats: effects of proliferation and apoptosis. *Inter. J. Cancer.*, 1998, **75**, 699-705.
- [4] Ferrini G., Baucells M.D., Esteve-Garcia E., Barroeta A.C.: Dietary polyunsaturated fat reduces skin fat as well as abdominal fat in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 2008, **87** (3), 528-535.
- [5] Gordon M.H.: Oils and fats authentication. Ed. Jee M., Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK, 2003.
- [6] Gunstone F.D.: Vegetable Oils, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Ed. Fereidoon Shahidi. John Wiley & Sons, Inc. 2005, pp. 213-267.
- [7] Haug A., Eich-Greatorex S., Bernhoft A., Wold J.P., Hetland H., Christophersen O.A., Sogn T.: Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. *Lipids in Health and Disease*, 2007, **6**, 29.
- [8] Jarosz M., Bułhak-Jachymczyk B.: Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2008.
- [9] Jelińska M.: Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe. *Biul. Wyd. Farm. AMW*, 2005, **1**, 1-14.
- [10] Kolanowski W., Świdorski F.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n-3 PUFA). Korzystne działanie zdrowotne, zalecenia spożycia, wzbogacanie żywności. *Żyw. Czł. Met.*, 1997, **24**, 49-63.
- [11] Koreleski J., Świątkiewicz S.: Effect of dietary supplementation of vitamin E, antioxidants and a synthetic carotenoid on changes in chicken breast meat quality during storage. *Ann. Anim. Sci.*, 2008, **8** (2), 167-174.
- [12] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2005.
- [13] Matyka S.: Towaroznawstwo materiałów paszowych i dodatków paszowych. Wydział Inżynierii Produkcji AR, Lublin 2007.
- [14] Morrissey P.A., Brandon S., Buckley D.J., Sheehy P.J.A., Frigg M.: Tissue content of α -tocopherol and oxidative stability of broilers receiving dietary α -tocopherol acetate supplement for various periods pre-slaughter. *Br. Poult. Sci.*, 1997, **38**, 84-88.
- [15] Narciso-Gaytán C., Shin D., Sams A.R., Bailey C.A., Miller R.K., Smith S.B., Leyva-Ovalle O.R., Sánchez-Plata M.X.: Soybean, palm kernel, and animal-vegetable oils and vitamin E supplementation effect on lipid oxidation stability of sous vide chicken meat. *Poultry Sci.*, 2010, **89**, 721-728.
- [16] Naruszewicz M., Kozłowska-Wojciechowska M., Kornacewicz-Jach Z., Członkowska A., Januszewicz A., Steciwko A.: Rekomendacje Grupy Ekspertów dotyczące spożycia i suplementacji diety kwasami omega 3 w populacji ludzi dorosłych. *Family Med.&Prim. Care Rev.*, 2007, **9** (1), 175-177.
- [17] Nguyen C.V., Smulikowska S., Mieczkowska A.: Effect of linseed and rapeseed or linseed and rapeseed oil on performance, slaughter yield and fatty acid deposition in edible parts of the carcass in broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.*, 2003, **12**, 271-288.
- [18] Osek M., Wasiłowski Z., Janocha A.: Wpływ różnych olejów roślinnych na skład podstawowy i profil kwasów tłuszczowych mięsa kurcząt brojlerów. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.*, 2004, **20**, 235-238.

- [19] Osek M., Milczarek A., Janocha A.: Wpływ różnych proporcji oleju sojowego i lnianego w mieszankach dla kurcząt brojlerów na ich wzrost, wartość tuszki i cechy jakościowe mięsa. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, 2008, **XXIX**, 255-266.
- [20] Pietras M., Barowicz T., Gąsior R.: The effect of vegetable fat supplements on carcass quality and profile of meat in broiler chickens. *Ann. Anim. Sci.*, 2000, **27 (4)**, 209-219.
- [21] Rymer C., Givens D.I.: Effect of species and genotype on the efficiency of enrichment of poultry meat with n-3 polyunsaturated fatty acids. *Lipids*, 2006, **41 (5)**, 445-451.
- [22] Schneiderová, J., Zelenka D., Mrkvicová E.: Poultry meat production as a functional food with a voluntary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids ratio. *Czech J. Anim. Sci.*, 2007, **52**, 203-213.
- [23] Smulikowska S., Rutkowski A.: Normy żywienia drobiu. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Wyd. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego PAN, Jabłonna 2005.
- [24] StatSoft, Inc.: 2001, STATISTICA (data analysis software system), ver. 6.
- [25] Labeling reference intake values for n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids. *The EFSA J.*, 2009, **1176**, 1-11.
- [26] Wang Y.W., Sunwoo H., Cherian G., Sim S.J.: Maternal dietary ratio of linoleic acid to α -linolenic acid affects the passive immunity of hatching chicks. *Poultry Sci.*, 2004, **83**, 2039-2043.
- [27] Zelenka J., Schneiderová D., Mrkvicová E.: Linseed oils with different fatty acid patterns in the diet of broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 2006, **51 (3)**, 117-121.

COMPARISON BETWEEN CHEMICAL COMPOSITION OF FRESH AND FROZEN-STORED MUSCLES OF BROILER CHICKENS FED MIXTURES CONTAINING VARIOUS AMOUNTS OF SOYBEAN OIL, LINSEED OIL, AND VITAMIN E

S u m m a r y

The research material comprised 100 samples of minced muscles (50 samples of breast and 50 samples of leg muscles) derived from broiler chickens fed mixtures with various contents of soybean oil, linseed oil, and vitamin E. The contents of basic components and the profile of fatty acids in the lipid fraction were determined. The determination was made in the raw material as well as in the samples that were frozen-stored for 10 months.

It was proved that the storage time and the feed mixtures applied had a significant effect on the level of crude fat in the muscles analyzed. The 10-month storage period significantly impacted ($p \leq 0.01$) the profile of fatty acids in both the breast muscle lipids and the leg muscle lipids. In the frozen-stored muscles (of the two groups), the content of saturated fatty acids decreased and the content of unsaturated fatty acids increased compared to the fresh samples; this indicated that the storage time of muscles did not cause their nutritive value to decrease. It was found that the muscles of experimental chickens contained a higher amount of desirable linolenic acid (C18:3), and the more linseed oil and vitamin E in the feed mixture the more the linoleic acid in the muscles of the chickens. The most favourable PUFA n-6 to PUFA n-3 ratio was found in the muscles (fresh and frozen) of broiler chickens that were fed mixtures with soybean and linseed oils the content of which was equal and amounted to 3 %, and with 150 mg·kg⁻¹ of vitamin E.

Key words: broiler chicken, breast muscles, leg muscles, fatty acids, linseed oil, soybean oil, vitamin E 