

## WPLYW MIESZANEK PASZOWYCH Z UDZIAŁEM OLEJÓW Z NASION TRUSKAWEK LUB MALIN ORAZ WYTŁOKÓW Z TYCH OWOCÓW NA WYNIKI PRODUKCYJNE, PROFIL BIOCHEMICZNY KRWI I WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCI MIĘSA KURCZĄT BROJLERÓW\*

Sylvia Orczewska-Dudek, Mariusz Pietras

Instytut Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,  
32-083 Balice k. Krakowa

*Celem badań było określenie wpływu olejów z nasion truskawek lub malin oraz suszonych wytłoków z tych owoców na wyniki produkcyjne kurcząt brojlerów, parametry krwi, profil kwasów tłuszczowych lipidów mięsa, stabilność oksydacyjną lipidów oraz jakość sensoryczną mięsa. Badania przeprowadzono na 480 kurczętach Ross 308, utrzymywanych od 1. do 42. dnia życia w boksach grupowych. W 22. dniu życia kurczęta przydzielono losowo do 5 grup po 32 szt., w 3 powtórzeniach. Grupę kontrolną (I) żywiono standardową mieszanką paszową typu grower-finisher. Ptaki grup doświadczalnych (II–V) otrzymywały mieszanki zawierające w swoim składzie odpowiednio 3% oleju z nasion truskawek lub oleju z nasion malin, 3% suszonych wytłoków z truskawek lub suszonych wytłoków z malin. W 42. dniu odchowu kurcząt z każdej grupy ubito po 8 sztuk. W próbkach mięśni piersiowych wykonano oznaczenie składu chemicznego, kwasów tłuszczowych i aldehydu malonowego. Oceniano jakość sensoryczną i właściwości fizyko-chemiczne mięsa. Kurczęta żywione mieszanką zawierającą olej z nasion truskawek lub wytłoki z owoców truskawek lub malin, osiągały wyższe przyrosty masy ciała w porównaniu z kurczętami z grupy I. Zużycie paszy było istotnie niższe w grupie II, III, IV i V w porównaniu z grupą I. Wytłoki z malin zwiększyły istotnie wydajność rzeźną kurcząt brojlerów. Testowane dodatki doświadczalne nie wpłynęły istotnie na właściwości fizyko-chemiczne mięsa, natomiast wpłynęły na pogorszenie zapachu mięsa. Wytłoki z owoców pogorszyły także kruchość mięsa. Wartość TBA była istotnie niższa we wszystkich grupach doświadczalnych. Otrzymane wyniki wskazują, że zastosowanie wytłoków z owoców malin jako komponentu mieszanki paszowej, wpływa korzystnie na zdrowotność ptaków i ich wyniki produkcyjne oraz poprawia niektóre parametry rzeźne. Żywienie kurcząt brojlerów paszą z udziałem oleju z nasion malin oraz wytłoków z owoców truskawek lub malin może stanowić skuteczną metodę przedłużenia trwałości mięsa poprzez opóźnianie procesów utleniania lipidów.*

*Słowa kluczowe: kurczęta brojlery, oleje z nasion owoców, suszone wytłoki z owoców, jakość mięsa, naturalne antyoksydanty*

---

\*Praca finansowana z tematu nr 01-07-01-11.

Tłuszcze zwierzęce i oleje roślinne stosowane są w mieszankach paszowych w celu zwiększenia koncentracji energii oraz poprawy wyników produkcyjnych. Ponadto, tłuszcz poprawia absorpcję witamin rozpuszczalnych w tłuszczach, smakowość paszy, zwiększa wykorzystanie pobranej energii w dawce pokarmowej, a olej roślinny jest także znakomitym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych i witamin (Sanz i in., 2000; Bou i in., 2009). Szczególne znaczenie dla wartości odżywczej tłuszczu ma profil kwasów tłuszczowych, ponieważ kwasy te pełnią w organizmie kluczowe funkcje. Biorą udział w budowie błon fosfolipidowych, w transdukcji sygnału między komórkami, stanowią źródło eikozanoidów oraz regulują ekspresję genów odpowiedzialnych za metabolizm związków organicznych, a także wzrost i różnicowanie komórek.

Stosowanie olejów o wysokiej zawartości podatnych na utlenianie PUFA *n*-3, jako komponentu mieszanki paszowej, wiąże się z pogorszeniem nie tylko trwałości mięsa (Bou i in., 2009), ale również jego jakości prozdrowotnej i sensorycznej, poprzez obecność niepożądanego zapachu i smaku, będącego rezultatem zachodzących procesów peroksydacji lipidów (Zouari i in., 2010). Produkty utleniania kwasów tłuszczowych akumulują się w mięsie i wywierają niekorzystny wpływ na jego teksturę, barwę, wartość odżywczą oraz bezpieczeństwo żywieniowe (Xiao i in., 2011), co może negatywnie wpływać na zdrowie człowieka. Substancje powstające w procesie utleniania wykazują silne działanie toksyczne, kancerogenne i mutagenne na organizm zwierząt i człowieka (Vejuh i Lizard, 2009). Stosowanie przeciwutleniaczy spowalniających procesy utleniania jest jednym z prostych, a przy tym dość efektywnych sposobów przedłużania trwałości mięsa i jego przetworów (Betti i in., 2009). Najczęściej stosowane w tym celu syntetyczne antyoksydanty budzą jednak wiele zastrzeżeń i obaw konsumentów ze względu na ich możliwe działanie kancerogenne oraz toksyczność niektórych z nich (Lanigan i Yamarik, 2002; Vejuh i Lizard, 2009).

Rosnące oczekiwania świadomych konsumentów, dotyczące naturalnej żywności pozbawionej dodatków syntetycznych, zmuszają producentów do opracowywania nowych metod przedłużania jej trwałości. Badania dowodzą, że najwyższą skutecznością antyoksydacyjną odznaczają się naturalne antyutleniacze, których źródłem są oleje i komponenty roślinne (Sklan i in., 2011; Loetscher i in., 2013). Antyoksydanty obecne w paszy lub do niej dodane absorbowane są w jelitach, dzięki czemu mogą pełnić swe funkcje na poziomie ustroju (Fellenberg i Speisky, 2006). Jest to związane z tym, iż naturalne antyoksydanty są efektywniej wbudowywane w lipidy tkanek i tym samym wpływają korzystnie na trwałość mięsa i jego właściwości sensoryczne oraz dietetyczne (Morrissey i in., 1997). Jednym z ważniejszych przeciwutleniaczy naturalnych jest tokoferol (witamina E), który występuje w produktach roślinnych (Sklan i in., 2011). Witamina ta, dzięki swoim właściwościom lipofilnym, wykazuje działanie ochronne w stosunku do fosfolipidów błonowych, chroniąc je przed oksydacją, co ma szczególne znaczenie dla struktur komórkowych zawierających znaczne ilości kwasów PUFA oraz tych narażonych na działanie tlenu (Sklan i in., 2011). Tokoferole wygaszają tlen singletowy oraz blokują tworzenie rodników nadtlenkowych, co w efekcie skutkuje zmniejszeniem poziomu uszkodzeń DNA (Wąsowicz i in., 2004). Witamina E jest wbudowywana głównie w części węglowodorowej dwuwarstwy lipidowej błony, chroniąc fosfolipidy przed utlenieniem (Wąsowicz i in., 2004).

Wysoką zawartością tokoferoli i tokotrienoli charakteryzują się oleje z nasion truskawki (*Fragaria ananassa* Duchesne) i maliny (*Rubus idaeus* L.) (Pieszka i in., 2010 a, 2013). Należą one do grupy olejów specjalnych, gdyż zawierają wysokie stężenie związków aktywnych, takich jak karotenoidy, flawonoidy, fitosterole o działaniu przeciwzapalnym, przeciwmiażdżycowym i antynowotworowym, jak również chroniącym organizm przed szkodliwym działaniem wolnych rodników (Obiedzińska i Waszkiewicz-Robak, 2012).

W ostatnich latach zwrócono także szczególną uwagę na możliwość zastosowania wytlóków owocowych w żywieniu zwierząt ze względu na zawartość wielu cennych składników, takich jak sacharydy, białka, związki mineralne, kwasy organiczne, lipidy, a szczególnie witamin i naturalnych antyoksydantów (Fotschki i in., 2014; Pieszka i in., 2010 b, 2015 a, b, 2017). Badania dowodzą, że suszone wytlóki owocowe zwiększają wartość żywieniową mieszanki paszowej dla zwierząt monogastrycznych, wpływając korzystnie na wyniki produkcyjne (Sehm i in., 2011; Pieszka i in., 2017). W świetle najnowszych badań, wytlóki z owoców bądź ekstrakty z nich otrzymane mogą stanowić obiecującą alternatywę dla syntetycznych antyutleniaczy, skutecznie chroniąc przewód pokarmowy oraz tkanki przed szkodliwym działaniem procesów oksydacji, jak również mogą działać stymulująco na rozwój prawidłowej mikroflory jelit (Juśkiewicz i in., 2015 a; Pieszka i in., 2017). Ponadto, związki polifenolowe zawarte w tych dodatkach wykazują właściwości antibakteryjne (Pieszka i in., 2015 b).

Dotychczas przeprowadzone badania wskazują, że wprowadzenie do mieszanki paszowej dla kurcząt brojlerów olejów z nasion truskawek bądź malin lub wytlóków z tych owoców, o korzystnym składzie kwasów tłuszczowych i zasobnych w naturalne antyutleniacze, może wpłynąć korzystnie na poprawę wyników produkcyjnych ptaków oraz profilu kwasów tłuszczowych lipidów mięsa, poprzez zwiększenie w nim zawartości PUFA. Jednocześnie może w znacznym stopniu ograniczyć procesy oksydacji i tym samym przedłużyć okres przechowywania mięsa oraz poprawić jego właściwości dietetyczne i sensoryczne.

Celem badań było określenie wpływu olejów z nasion truskawek lub malin oraz suszonych wytlóków z tych owoców na wyniki produkcyjne kurcząt brojlerów, parametry krwi, profil kwasów tłuszczowych, stabilność oksydacyjną lipidów oraz jakość sensoryczną mięśni piersiowych (*pectoralis major*).

## Material i metody

Badania przeprowadzono na 480 kurczętach brojlerach linii Ross 308 (kurki i kogutki), utrzymywanych od 1. do 42. dnia życia w boksach grupowych, na ściółce, ze stałym dostępem do paszy i wody. W pierwszym okresie odchowu wszystkie kurczęta żywiono jednakową mieszanką typu starter. W 22. dniu życia ptaki przydzielono losowo do 5 grup po 32 szt. w 3 powtórzeniach. Przy rozpoczęciu okresu doświadczalnego, początkowa średnia masa ptaków w każdej grupie wynosiła 780 g. Kurczęta grupy kontrolnej (I) żywiono standardową mieszanką kukurydziano-pszenno-sojową typu grower-finisher. Ptaki grup doświadczalnych otrzymywały mieszanki kukurydziano-pszenno-sojowe zawierające w swoim składzie odpowiednio: II – 3% oleju

z nasion truskawek, III – 3% oleju z nasion malin, IV – 3% suszonych wytlóków z owoców truskawek i V – 3% suszonych wytlóków z owoców malin. Stosowane w doświadczeniu mieszanki paszowe zostały przygotowane zgodnie z zaleceniami zawartymi w Normach Żywienia Drobiu (2005) z wykorzystaniem programu WinPasze Pro (2006), z uwzględnieniem składu chemicznego stosowanych komponentów doświadczalnych. Oleje oraz wylki owocowe użyte w doświadczeniu żywieniowym pochodziły z firmy Mega-Sort zajmującej się suszeniem wylóków owocowych, powstałych w procesie produkcji soków owocowych. Skład i wartość pokarmową mieszanek paszowych typu grower-finisher umieszczono w tabeli 1.

W trakcie doświadczenia kontrolowano indywidualną masę ciała ptaków w wieku 1, 21 i 42 dni, notowano liczbę ptaków padłych, jak również grupowo dla każdego boksu określano pobranie paszy. Na podstawie zebranych danych doświadczalnych obliczono, w poszczególnych okresach odchowu, podstawowe wskaźniki produkcyjne, takie jak przyrost masy ciała, zużycie paszy na kilogram przyrostu masy ciała oraz odsetek ptaków padłych.

Po zakończeniu doświadczenia, w 42. dniu odchowu kurcząt, z każdej grupy przeznaczono do uboju po 8 ptaków (4 kurki oraz 4 kogutki), w celu przeprowadzenia uproszczonej analizy rzeźnej tuszek po ich 24-godz. schłodzeniu w temp. +4°C (Ziołocki i Doruchowski, 1989) oraz pobrania próbek mięśnia piersiowego do dalszych analiz. W trakcie uboju pobrano krew z żyły jarzmowej do probówek z heparyną, którą następnie odwirowano w wirówce MPW Med Instruments 6K15, w temp. +4°C przez 15min., przy 3000 obr./min. W otrzymanym osoczu krwi, przy użyciu zestawów diagnostycznych firmy Pointe Scientific, oznaczono stężenie glukozy, trójglicerydów i cholesterolu całkowitego. Oznaczenia wykonano w czytniku spektrofotometrycznym firmy Beckman DU640.

Hormony tarczycy: tyroksynę (T4) i trójiodotyroninę (T3) określono metodą radioimmunologiczną, wykorzystując komercyjne zestawy (RIA) firmy Diasource, przy użyciu czytnika minigamma firmy LKB Wallac.

W mieszankach paszowych oznaczono profil kwasów tłuszczowych, tokoferoli oraz tokotrienoli. Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczono zmodyfikowaną metodą Loor i Herebain (2001) na podstawie normy ISO 12966-2:2011. Rozdział i oznaczenie kwasów tłuszczowych w postaci estrów metylowych przeprowadzono w chromatografii gazowej VARIAN 3400, z wykorzystaniem detektora płomieniowo-jonizacyjnego (250°C, Range = 11; gaz nośny: HeI, 3 ml/min; nastrzyk gazu: 0,7 ml), stosując kolumnę kapilarną Rtx 2330 o wymiarach 105m x 0,32 mm, 0,2 mikron. Oznaczenie tokoferoli i tokotrienoli przeprowadzono metodą chromatografii cieczowej, według metody Manz i Philip (1981) z użyciem aparatury Merck-Hitachi HPLC z wyposażeniem LiChroCART 250-4, Superspher 100 RP-18 na kolumnie 4 µm i detektorem FL, Ex. 295 nm i EM. 350 nm.

W pobranych próbkach mięśni piersiowych (*musculus pectoralis major*) wykonano oznaczenia podstawowego składu chemicznego (zawartość suchej masy, białka i tłuszczu), profil kwasów tłuszczowych, parametrów sensorycznych oraz aldehydu dimalonowego (TBARS) po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożenia (-20 °C). Oznaczenie wskaźnika TBARS w mięśniach piersiowych wykonano metodą kolorymetryczną w obecności kwasu 2-tiobarbiturowego według zmodyfikowanej metody opisanej przez Pikula (1993).

Tabela 1. Skład komponentowy i wartość pokarmowa mieszanek paszowych typu grower-finisher  
 Table 1. Ingredient composition and nutritive value of grower-finisher diets

Komponent (%) Ingredient (%)	Grupa Group				
	I	II	III	IV	V
Śruta kukurydziana Ground maize	28,00	28,00	28,00	48,21	47,21
Śruta pszenna Ground wheat	30,46	30,46	30,46	5,00	6,00
Poekstrakcyjna śruta sojowa (46 b. ogólnego) Soybean meal (46% CP)	31,50	31,50	31,50	34,00	34,00
Olej rzepakowy Rapeseed oil	6,00	3,00	3,00	6,00	6,00
Olej z nasion truskawek Strawberry seed oil	-	3,00	-	-	-
Olej z nasion malin Raspberry seed oil	-	-	3,00	-	-
Suszone wytloki z owoców truskawek Dried strawberry pomace	-	-	-	3,00	-
Suszone wytloki z owoców malin Dried raspberry pomace	-	-	-	-	3,00
Kreda pastewna Ground limestone	1,15	1,15	1,15	1,20	1,20
Fosforan 2-Ca Dicalcium phosphate	1,70	1,70	1,70	1,40	1,40
NaCl	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
DL-Metionina DL-Methionine	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
L-Lizyna HCL L-Lysine HCL	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Premiks wit.-min. (0,5%)* Vit-min premix (0.5%)*	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

**Zawartość składników pokarmowych w 1 kg mieszanki**  
**Nutrient content per kg mixture**

Energia metaboliczna (MJ) Metabolizable energy (MJ)	13,0
Białko ogólne (%) Crude protein (%)	20,00
Lizyna (%) Lysine (%)	1,15
Metionina (%) Methionine (%)	0,52
Ca (%)	0,92
P przyswajalny (%) P available (%)	0,40

\*Premiks witaminowo-mineralny w 1 kg mieszanki paszowej dostarczał: witaminę A – 10,000 IU; witaminę D<sub>3</sub> – 2,000 IU; witaminę E – 40 mg; witaminę K<sub>3</sub> – 2,0 mg; witaminę B<sub>1</sub> – 1,5 mg; witaminę B<sub>2</sub> – 5 mg; witaminę B<sub>6</sub> – 3 mg; witaminę B<sub>12</sub> – 0,02 mg; pantotenian Ca – 12 mg; kwas foliowy – 1 mg; biotynę – 1 mg; niacynę – 25 mg; cholinę – 400 mg; Mn – 100 mg; J – 0,8 mg; Zn – 65 mg; Se – 0,2 mg; Co – 0,4 mg.

\*Vitamin-mineral premix provided per kg of feed mixture: vitamin A – 10,000 IU; vitamin D<sub>3</sub> – 2,000 IU; vitamin E – 40 mg; vitamin K<sub>3</sub> – 2,0 mg; vitamin B<sub>1</sub> – 1,5 mg; vitamin B<sub>2</sub> – 5 mg; vitamin B<sub>6</sub> – 3 mg; vitamin B<sub>12</sub> – 0,02 mg; Ca pantothenate – 12 mg; folic acid – 1 mg; biotin – 1 mg; niacin – 25 mg; choline – 400 mg; Mn – 100 mg; I – 0,8 mg; Zn – 65 mg; Se – 0,2 mg; Co – 0,4 mg.

Podstawowy skład chemiczny mięśni piersiowych określono metodą AOAC (2000). Oznaczenie kwasów tłuszczowych w lipidach mięśni piersiowych przeprowadzono metodą chromatografii gazowej. Z próbki wyekstrahowano tłuszcz za pomocą mieszaniny chloroformu i metanolu (2/1) według zmodyfikowanej metody Folcha i in. (1957), po czym ekstrakt odparowano w 65°C. Pozostałość zmydlno z 0,5 NaOH w metanolu (20 min. 80°C), a następnie zestryfikowano z BF<sub>3</sub> w metanolu (Morrison i Smith, 1964) – 10 min. 80°C i dodano *n*-heksanu. Po wysoleniu nasyconym roztworem NaCl pobrano warstwę heksanową do fiolki chromatograficznej i oznaczono w chromatografii gazowej VARIAN 3400 (kolumna Rtx2330, 105 m, 0,32 mm, 0,2m, detektor Range=11, 250°C; gaz nośny HeI, 3ml/min), z użyciem autosamplera 8200 CX i programu komputerowego obróbki danych Varian Star 4.5.

Analizy organoleptycznej mięśni piersiowych dokonała grupa złożona z 8 osób, która oceniła natężenie i pożądalność zapachu, soczystość, kruchość i smakowość mięsa gotowanego w skali 1–5 punktów, zgodnie z metodą podaną przez Baryłko-Pikielną (1975).

Określono właściwości fizyko-chemiczne mięsa piersi. Kwasowość mięśni mierzono za pomocą przenośnego pH-metru CyberScan10 wyposażonego w elektrodę szklaną do badania mięsa. Pomiarów dokonano w 15. minucie po uboju (pH<sub>15min</sub>) oraz po 24-godzinnym schłodzeniu tuszek w temperaturze +4°C (pH<sub>24h</sub>). Wyciek wymuszony określono metodą opisaną przez Grau i Hamm (1953). Wyciek swobodny określono po 24- i 48-godzinnym przechowywaniu mięsa w temperaturze +4°C.

Straty termiczne określono na podstawie ubytku masy mięśni piersiowych podczas gotowania. Próbkę o masie około 80 g umieszczono indywidualnie w woreczkach foliowych i gotowano w łaźni wodnej w temp. 100°C przez ok. 15 min., do chwili osiągnięcia wewnętrznej temperatury 78°C w najgrubszym miejscu próbki. Po zakończeniu gotowania próbkę schładzano w temperaturze pokojowej przez 30 minut, a następnie przez 45 min w chłodni w temperaturze +4°C. Schłodzone próbki ważono i obliczano straty termiczne.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji. Istotność różnic pomiędzy grupami doświadczalnymi szacowano stosując test wielokrotnego rozstępu Duncana. Różnice uznawano za statystycznie istotne przy poziomie istotności P<0,05. Wymienione procedury wykonano przy użyciu pakietu statystycznego SAS wersja 9.2.

## Wyniki

Wprowadzenie do mieszanek paszowych dla kurcząt brojlerów olejów z nasion truskawek lub malin, jak również suszonych wytlóków z truskawek lub malin, zmieniło proporcje kwasów tłuszczowych mieszanki paszowej (tabela 2). Oleje zwiększyły w mieszankach zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych PUFA, w porównaniu z grupą kontrolną, o 9,6 i 12,8 punktów procentowych. Mieszanki paszowe z ich udziałem charakteryzowały się najwyższym poziomem wielonienasyconych kwasów PUFA *n*-3 (około 19%) oraz PUFA *n*-6 (34–37%), natomiast w mieszankach zawierających suszone wytlóki z truskawek i malin stwierdzono najwyższy udział jednonienasyconych kwasów tłuszczowych MUFA.

Tabela 2. Profil kwasów tłuszczowych w mieszankach paszowych stosowanych w żywieniu kurcząt brojlerów (% sumy kwasów tłuszczowych)

Table 2. Fatty acid profile of the diets fed to broiler chickens (% of total fatty acids)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Grupa – Group				
	I	II	III	IV	V
C14:0	0,067	0,058	0,062	0,087	0,087
C16:0	7,103	6,210	5,732	6,504	6,260
C16:1	0,164	0,145	0,102	0,138	0,136
C18:0	2,105	1,559	1,352	1,572	1,524
C18:1	45,273	36,744	34,682	50,135	50,082
C18:2	27,436	34,366	37,261	28,613	28,356
C20:0	0,815	1,223	0,837	0,985	1,015
C18:3	16,589	19,319	19,685	11,468	11,109
CLA	0,188	0,113	0,099	0,235	0,147
SFA	10,156	9,115	8,029	9,192	8,961
UFA	89,844	90,885	91,971	90,808	91,039
MUFA	45,447	36,905	34,784	50,280	50,218
PUFA	44,396	53,980	57,188	40,528	39,641
PUFA-6	27,583	34,517	37,403	28,780	28,356
PUFA-3	16,625	19,350	19,685	11,513	11,139
DFA	91,948	92,443	93,324	92,380	92,563
OFA	8,052	7,557	6,676	7,620	7,437
UFA/SFA	8,846	9,970	11,455	9,879	10,159
DFA/OFA	11,420	12,233	13,978	12,123	12,447
UFA/SFA	4,475	4,049	4,332	5,470	5,604
PUFA/SFA	4,371	5,922	7,123	4,409	4,424
PUFA 6/3	1,659	1,784	1,900	2,500	2,546

Tabela 3. Zawartość tokoferoli i tokotrienoli w mieszankach paszowych stosowanych w żywieniu kurcząt brojlerów (mg/kg)

Table 3. Content of tocopherols and tocotrienols in the diets fed to broiler chickens (mg/kg)

Forma tokoferolu Form of tocopherol	Grupa – Group				
	I	II	III	IV	V
$\alpha$ -tokoferol $\alpha$ -tocopherol	56,41	55,8	51,96	63,15	92,89
$\beta$ -tokoferol $\beta$ -tocopherol	1,05	1,28	0,95	0,69	1,08
$\gamma$ -tokoferol $\gamma$ -tocopherol	25,98	33,1	51,7	53,31	73,18
$\delta$ -tokoferol $\delta$ -tocopherol	4,25	3,82	7,2	3,19	8,03
$\alpha$ -tokotrienol $\alpha$ -tocotrienol	1,35	3,95	1,50	1,70	2,20
$\beta$ -tokotrienol $\beta$ -tocotrienol	5,29	10,20	4,08	3,27	4,68
$\gamma$ -tokotrienol $\gamma$ -tocotrienol	2,53	2,82	1,81	2,21	2,96
$\delta$ -tokotrienol $\delta$ -tocotrienol	0,13	0,24	0,01	0,07	0,10

Zwiększyła się także zawartość naturalnych tokoferoli i tokotrienoli. Najwyższą zawartością witaminy E (tokoferole i tokotrienole) (tabela 3) charakteryzowały się mieszanki zawierające wytloki z owoców truskawek (grupa IV) i malin (grupa V). W mieszankach tych zaobserwowano wysoki poziom izomerów  $\alpha$ - i  $\gamma$ -tokoferolu w porównaniu z grupą kontrolną.

Zawartość  $\alpha$ - i  $\gamma$ - tokoferolu w mieszankach dla grup II i III, w których zastosowano oleje z nasion truskawek lub malin, była niższa w porównaniu z grupami zawierającymi w paszy wytloki z tych owoców, odpowiednio o 11,6 i 38% oraz 44 i 29%. Spośród produktów pochodzących z dwóch gatunków owoców, większą zawartością antyutleniaczy naturalnych cechowały się produkty z malin. Różnica ta była bardziej widoczna w przypadku wytlóków owocowych niż olejów. Mieszanka paszowa dla grupy kontrolnej, pozbawiona dodatków doświadczalnych, charakteryzowała się niższą zawartością witaminy E (tokoferole i tokotrienole) w porównaniu z mieszankami zawierających wytloki z owoców.

Wyniki produkcyjne odchowu kurcząt brojlerów przedstawiono w tabeli 4. Stwierdzono korzystny ( $P < 0.05$ ) wpływ oleju z nasion truskawek oraz wytlóków z owoców truskawek lub malin na przyrost masy ciała kurcząt brojlerów. Najwyższy przyrost, jak również najniższe zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała ( $P < 0.05$ ) odnotowano w grupie IV, żywionej mieszanką paszową z 3% udziałem wytlóków z truskawek.

Tabela 4. Wyniki produkcyjne kurcząt brojlerów w okresie doświadczalnym (22.–42. dzień życia)  
Table 4. Production results of broiler chickens during the experimental period (22–42 days of age)

Parametr Parameter	Wiek (dni) Age (days)	Grupy Groups					SEM
		I	II	III	IV	V	
Przyrost masy ciała (g) Body weight gain (g)	22–42	2128 c	2242 b	2153 c	2411 a	2293 b	28,56
Pobranie paszy (g/szt) Feed consumption (g/bird)	22–42	3921 a	3771 b	3626 b	4000 a	3974 a	32,38
Zużycie paszy (kg/1 kg przyrostu m.c.) Feed conversion (kg/kg gain)	22–42	1,84 a	1,68 c	1,68 c	1,66 c	1,73 b	0,02
Padnięcia (%) Mortality (%)	22–42	1,02	0	1,02	0	0	-

a, b, c –  $P < 0,05$ .

Kurczęta grupy kontrolnej osiągnęły natomiast najniższe przyrosty masy ciała w porównaniu z pozostałymi grupami doświadczalnymi. Najniższe pobranie paszy ( $P < 0.05$ ) stwierdzono w grupie kurcząt żywionych mieszanką z udziałem oleju z nasion malin. Stosowanie dodatków doświadczalnych miało korzystny wpływ ( $P < 0.05$ ) na efektywność wykorzystania paszy przez kurczęta. Zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała kurcząt w grupach doświadczalnych było istotnie niższe ( $P < 0.05$ ) w porównaniu z grupą kontrolną. Wartość tego parametru dla grupy IV była najniższa. W gru-



pie ptaków otrzymujących w mieszance olej z nasion truskawek lub suszone wytloki z truskawek lub malin nie stwierdzono przypadków padnięć w trakcie drugiego okresu odchowu.

Tabela 5. Wyniki analizy rzeźnej kurcząt brojlerów  
Table 5. Results of slaughter analysis of broiler chickens

Parametr Parameter	Grupa Group					SEM
	I	II	III	IV	V	
Masa tuszki świeżej (g) Fresh carcass weight (g)	1967 B	2362 AB	2187 AB	2254 AB	2420 A	49,16
Masa tuszki po schłodzeniu (g) Chilled carcass weight (g)	1924 B	2330 A	2147 AB	2214 AB	2340 A	46,90
Wydajność rzeźna (%) Dressing percentage	72,8 bc	75,0 ab	74,1 abc	72,3 bc	75,4 a	0,33
Udział mięśni (%) Percentage of						
piersiowych breast muscles	28,5	29,0	27,4	28,4	28,7	0,30
nóg leg muscles	20,4	21,0	20,7	20,6	20,8	0,30
Udział wątroby (%) Liver percentage	2,50 Aa	1,94 Bb	2,32 ABa	2,16 ABab	1,95 Bb	0,16
Udział tłuszczu sadelkowego (%) Percentage of abdominal fat	1,58	1,59	1,51	1,56	1,54	0,25
Udział skóry z tłuszczem podskórnym (%) Percentage of skin with subcutaneous fat	6,50 Aa	6,16 Aa	5,80 ABab	6,00 ABa	5,01 Bb	0,18

a, b, c –  $P < 0.05$ ; A, B, C –  $P < 0.01$ .

Wyniki analizy rzeźnej wykazały, że masa tuszki świeżej kurcząt pochodzących z grupy V, żywionej mieszanką zawierającą suszone wytloki z owoców malin, była znacząco ( $P < 0.01$ ) wyższa w odniesieniu do grupy kontrolnej, a różnica ta wynosiła 23% (tabela 5). Masa tuszki po schłodzeniu była wyższa w grupie II i V ( $P < 0.01$ ) w porównaniu z grupą kontrolną. Najwyższą wydajność rzeźną odnotowano w grupie V (75,4%) i była ona istotnie wyższa ( $P < 0.05$ ) w porównaniu z grupą I (72,8%) i IV (72,3%). Procentowy udział mięśni piersiowych i mięśni udowych w tuszkach kurcząt brojlerów, we wszystkich grupach, kształtował się na zbliżonym poziomie. Zaobserwowano istotne procentowe obniżenie udziału masy wątroby ( $P < 0.01$ ) w grupie II oraz V. Najniższy udział skóry z tłuszczem podskórnym obserwowano w grupie otrzymującej suszone wytloki z malin ( $P < 0.05$ ).

W grupach doświadczalnych II oraz III obserwowano obniżenie się udziału jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) w lipidach mięśni piersiowych (*pectoralis major*) (tabela 6). Oleje z nasion truskawek i malin charakteryzowały się

najwyższą efektywnością w redukowaniu ( $P<0.01$ ) poziomu MUFA. Udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z grupy  $n-3$  (PUFA  $n-3$ ) w sumie kwasów tłuszczowych w mięśniach piersiowych (*pectoralis major*) kurcząt brojlerów z grupy II i III był istotnie ( $P<0.01$ ) wyższy niż w mięśniach piersiowych kurcząt kontrolnych oraz otrzymujących wytloki z truskawek oraz malin. W porównaniu z grupą I, w lipidach mięśni piersiowych u kurcząt z grupy II i III odnotowano istotny ( $P<0.01$ ) wzrost kwasu  $\alpha$ -linolenowego (ALA) oraz linolowego (LA), jak również kwasów tłuszczowych PUFA  $n-3$  i PUFA  $n-6$ .

Tabela 6. Wpływ oleju z nasion truskawek lub malin oraz wytlóków z tych owoców na profil kwasów tłuszczowych lipidów mięśni piersiowych (*pectoralis major*) kurcząt brojlerów (% sumy kwasów tłuszczowych)

Table 6. Effect of strawberry or raspberry seed oil and pomaces from these fruit on fatty acid profile of breast muscle (*pectoralis major*) lipids of broiler chickens (% of total fatty acids)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Grupa Group					SEM
	I	II	III	IV	V	
C16:0	16,57	16,03	16,40	15,81	15,26	2,057
C16:1	2,1 Aa	1,36 Bb	1,53 ABb	1,29 Bb	1,42 Bb	0,154
C18:0	6,79 ab	7,48 a	7,27 ab	7,10 ab	6,40 b	0,546
C18:1	41,44 AB	32,98 C	31,70 C	40,78 B	43,49 A	2,373
C18:2	19,66 Bb	25,33 Aa	26,67 Aa	20,80 Bb	21,09 Bb	2,050
$\gamma$ C18:3	0,09	0,09	0,11	0,10	0,11	0,001
C20:0	0,09	0,10	0,10	0,09	0,100	0,001
C18:3	7,14 Ab	8,28 Aa	8,24 Aa	4,67 Bc	4,78 Bc	0,565
C22	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06	0,004
C20:4	3,73 Bb	5,59 ABa	5,32 ABa	6,44 Aa	4,99 ABab	1,329
C22:1	0,06 Cb	0,06 Cb	0,07 BCb	0,10 Aa	0,09 ABa	0,002
EPA	0,80 a	0,81 a	0,80 a	0,63 ab	0,53 b	0,031
DHA	0,99 b	1,38 ab	1,27 ab	1,66 a	1,21 ab	0,174
CLA	0,03 a	0,01 b	0,02 ab	0,02 ab	0,02 ab	0,001
SFA	23,96	24,11	24,28	23,51	22,25	3,723
UFA	76,04	75,90	75,72	76,49	77,75	3,723
MUFA	43,61 A	34,40 B	33,30 B	42,18 A	45,01 A	3,144
PUFA	32,43 Bb	41,50 Aa	42,42 Aa	34,31 Bb	32,75 Bb	4,246
PUFA-6	23,47 Cc	31,00 Aa	32,10 Aa	27,34 Bb	26,21 Bb	2,659
PUFA-3	8,94 Bb	10,48 Aa	10,31 Aa	6,96 Cc	6,52 Cc	0,314
DFA	82,83	83,38	83,00	83,58	84,15	2,178
OFA	17,17	16,62	17,00	16,41	15,85	2,178
UFA/SFA	3,19	3,16	3,16	3,27	3,52	0,111
DFA/OFA	4,85	5,04	4,95	5,13	5,35	0,286
MUFA/SFA	1,83 Ab	1,43 Bc	1,39 Bc	1,80 Ab	2,04 Aa	0,031
PUFA/SFA	1,36 Bb	1,73 Aa	1,77 Aa	1,47 ABb	1,49 ABb	0,036
PUFA $n-6/n-3$	2,63 Cc	2,97 Bb	3,12 Bb	3,94 Aa	4,03 Aa	0,019

a, b, c –  $P<0.05$ ; A, B, C, D –  $P<0.01$ .

Wykazano również istotny wzrost ( $P<0.05$ ) udziału kwasu dokozaheksaenowego (DHA) w lipidach mięśni piersiowych (*pectoralis major*) ptaków z grupy IV, otrzymującej wytlóki z truskawek, w porównaniu z grupą I kontrolną. We wszystkich grupach doświadczalnych obserwowano istotnie ( $P<0.01$ ) wyższy stosunek kwasów tłuszczowych PUFA *n-6/n-3*.

Wprowadzenie do diety kurcząt brojlerów suszonych wytlóków z owoców truskawek lub malin spowodowało istotny wzrost poziomu trójglicerydów w plazmie krwi ptaków ( $P<0.01$ ) w porównaniu z grupą kontrolną (tabela 7). Obniżenie ( $P<0.05$ ) zarówno poziomu cholesterolu, jak i glukozy stwierdzono w osoczu krwi kurcząt grupy II i V, żywionych mieszanką paszową zawierającą w swoim składzie olej z pestek truskawek lub wytlóki z malin. Poziom T3 w plazmie kurcząt z grup doświadczalnych II, III, IV oraz V był istotnie wyższy ( $P<0.05$ ) w porównaniu z grupą kontrolną (o 57,0–129,0%). Zaobserwowano najwyższy poziom T4 (21 mg/dl) w plazmie krwi kurcząt żywionych paszą z dodatkiem oleju z pestek owoców malin ( $P<0.05$ ), natomiast najniższy ( $P<0.05$ ) poziom T4 (15,3 mg/dl) stwierdzono w plazmie krwi ptaków otrzymujących w paszy wytlóki z owoców malin.

Tabela 7. Wpływ oleju z nasion truskawek lub malin oraz wytlóków z tych owoców na wyniki analizy osocza krwi kurcząt brojlerów (mg/dl)

Table 7. Effect of strawberry or raspberry seed oil and pomaces from these fruit on blood plasma parameters of broiler chickens (mg/dl)

Wyszczególnienie Item	Grupa – Group					SEM
	I	II	III	IV	V	
Trójglicerydy Triglycerides	39,58 C	42,50 BC	44,17B C	59,17 A	49,25 B	1,50
Cholesterol	127,60 a	110,42 b	125,75 a	124,75 a	114,67 b	2,12
Glukoza Glucose	236,83 a	213,33 b	219,83 ab	229,92 ab	202,83 c	3,64
T3	2,76 c	4,41 b	6,33 a	6,18 a	4,34 b	0,44
T4	17,53 bc	16,73 b	21,35 a	16,64 b	15,30 c	0,81

a, b, c –  $P<0.05$ ; A, B, C –  $P<0.01$ .

Tabela 8. Wpływ oleju z nasion truskawek lub malin oraz wytlóków z tych owoców na skład chemiczny (%) mięśni piersiowych (*pectoralis major*) kurcząt brojlerów

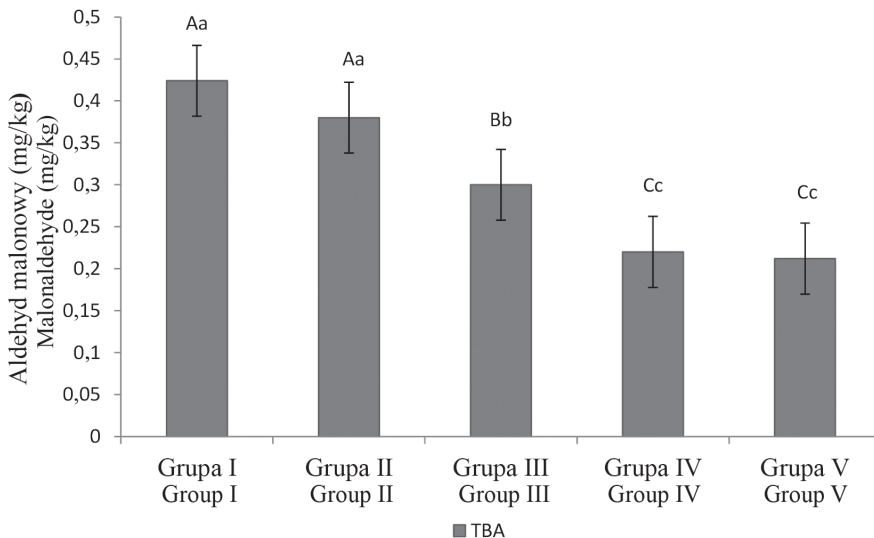
Table 8. Effect of strawberry or raspberry seed oil and pomaces from these fruit on chemical composition (%) of breast muscles (*pectoralis major*) of broiler chickens

Wyszczególnienie Item	Grupa – Group					SEM
	I	II	III	IV	V	
Sucha masa Dry matter	25,6	25,6	24,8	25,2	25,4	0,13
Białko ogólne Crude protein	23,1	23,3	22,8	23,4	23,1	0,10
Tłuszcz surowy Crude fat	1,9	1,7	1,8	2,1	1,7	0,06

Nie stwierdzono istotnego wpływu czynników doświadczalnych na podstawowy skład chemiczny mięśni piersiowych (tabela 8). Zawartość poszczególnych składników była zbliżona we wszystkich grupach.

Tabela 9. Wpływ oleju z nasion truskawek lub malin oraz wyłoków z tych owoców na właściwości fizyko-chemiczne mięśni piersiowych (*pectoralis major*) kurcząt brojlerów  
Table 9. Effect of strawberry or raspberry seed oil and pomaces from these fruit on physicochemical properties of breast muscles (*pectoralis major*) of broiler chickens

Cecha Parameter	Grupa Group					SEM
	I	II	III	VI	V	
pH <sub>15min</sub>	6,36	6,41	6,34	6,47	6,47	0,03
pH <sub>24h</sub>	5,91	5,98	5,94	6,08	6,03	0,02
Wyciek wymuszony (%) Expressible juice (%)	12,89	12,35	13,27	12,81	13,97	0,32
Wyciek swobodny <sub>24h</sub> (%) Drip loss <sub>24h</sub> (%)	0,97	0,75	0,77	0,68	0,67	0,06
Wyciek swobodny <sub>48h</sub> (%) Drip loss <sub>48h</sub> (%)	1,65	1,41	1,53	1,13	1,21	0,09
Straty termiczne (%) Thermal loss (%)	23,51	21,66	21,93	20,42	22,65	0,56
Straty całościowe (%) Total losses (%)	24,75	22,77	23,12	21,31	23,57	0,60



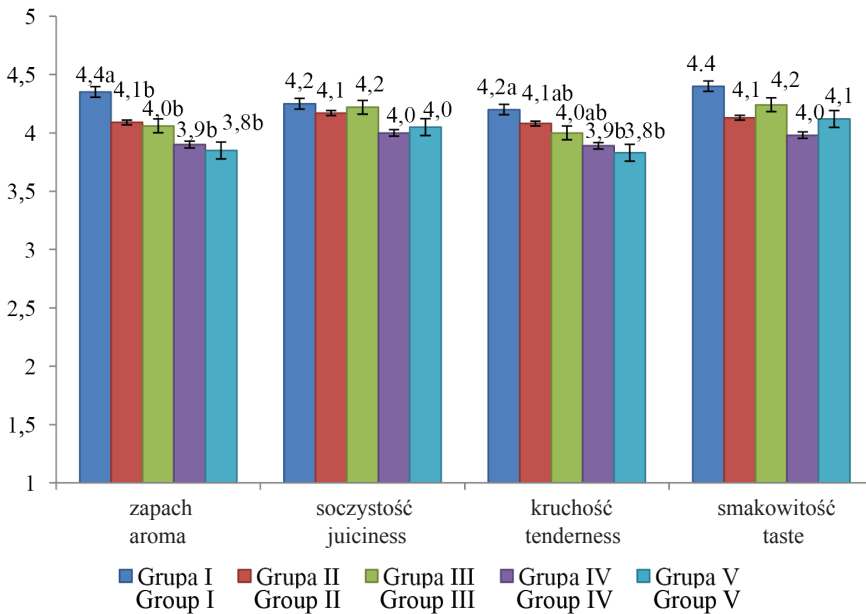
a, b, c –  $P < 0.05$ ; A, B, C –  $P < 0.01$ .

Wykres 1. Wpływ oleju z nasion truskawek lub malin oraz wyłoków z tych owoców na zawartość aldehydu malonowego (mg/kg próbki) w mięśniach piersiowych (*pectoralis major*) kurcząt brojlerów  
Figure 1. Effect of strawberry or raspberry seed oil and pomaces from these fruit on the content of malonaldehyde (mg/kg sample) in breast muscles (*pectoralis major*) of broiler chickens

Żywienie kurcząt brojlerów paszą z udziałem olejów doświadczalnych, jak i suszonych wyłoków z owoców nie wpłynęło istotnie na właściwości fizykochemiczne mięśnia piersiowego (*pectoralis major*) (tabela 9).

Mięśnie piersiowe (*pectoralis major*) kurcząt żywionych mieszankami zawierającymi olej z nasion malin lub suszone wyłoki z owoców truskawek lub malin charakteryzowały się niższą ( $P<0.01$ ) zawartością dialdehydu malonowego po 3 miesiącach przechowywania w stanie zamrożenia ( $-20^{\circ}\text{C}$ ), w porównaniu z grupą kontrolną i grupą otrzymującą w mieszance olej z nasion truskawek (wykres 1). Różnice te wynosiły od 29,25% do 50%.

Wprowadzenie do mieszanek paszowych dla kurcząt brojlerów olejów z nasion truskawek lub malin lub suszonych wyłoków z tych owoców, spowodowało pogorszenie się wskaźników oceny sensorycznej mięsa gotowanego, szczególnie zapachu i kruchości, w porównaniu z grupą kontrolną (wykres 2). W grupach II i III obserwowano niskie oceny kruchości mięsa ( $P<0.05$ ). Wyniki te były o 7,38% i 8,81% gorsze niż w grupie kontrolnej. Analiza parametrów jakości sensorycznej mięsa wykazała, że gorzej oceniano mięso pochodzące od kurcząt otrzymujących w mieszance wyłoki z owoców truskawek lub malin, niż oleje z nasion tych owoców.



a, b –  $P<0.05$ .

Wykres 2. Wyniki oceny sensorycznej mięśni piersiowych (*pectoralis major*) kurcząt brojlerów (Punktacja: 5 – ocena najlepsza, 1 – ocena najgorsza)

Figure 2. Results of sensory evaluation of breast muscles (*pectoralis major*) of broiler chickens (5 points – best score, 1 point – worst score)

## Omówienie wyników

W analizowanym piśmiennictwie brak jest wyników z zakresu oceny wpływu olejów z nasion truskawek lub malin, jak również wyłoków z tych owoców na profil kwasów tłuszczowych, jakość sensoryczną i właściwości fizyko-chemiczne mięśni piersiowych (*pectoralis major*) kurcząt brojlerów, z którymi można dyskutować wyniki własne. Badania z tego zakresu skupiają się głównie na ocenie właściwości antyutleniających substancji bioaktywnych zawartych w wyłokach z owoców (Juśkiewicz i in., 2015 a, b; Jankowski i in., 2016).

Wprowadzenie do diety kurcząt olejów z nasion truskawek lub suszonych wyłoków z owoców truskawek lub malin wpłynęło korzystnie na efektywność wykorzystania paszy, co odzwierciedliło się w wyższych przyrostach masy ciała kurcząt. W drugim okresie odchowu, w którym stosowano dodatek oleju z nasion truskawek lub wyłoki z owoców truskawek lub malin, jako komponent mieszanek paszowych dla kurcząt, nie stwierdzono przypadków padnięć ptaków. W badaniach przeprowadzonych na szczurach, Fotschki i in. (2015) wykazali znaczący wpływ oleju z nasion malin na układ immunologiczny. Olej ten, podobnie jak olej z truskawek, zawiera antyoksydanty oraz inne związki biologicznie aktywne, które także wpływają korzystnie na zdrowotność kurcząt (Pieszka i in., 2015). Wyłoki z wyżej wymienionych owoców wykazują także działanie prebiotyczne, wpływając korzystnie na skład flory bakteryjnej przewodu pokarmowego i produkcję krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (Kosmala i in., 2015; Fotschki i in., 2016). Kwasy te wykazują silne działanie antibakteryjne i antygrzybiczne (Hanczakowska i Szewczyk, 2011). W prezentowanym doświadczeniu kurczęta pochodzące z grup, w których stosowano olej z nasion truskawek lub wyłoki z owoców truskawek lub malin, charakteryzowały się wyższą końcową masą ciała. W badaniach przeprowadzonych na szczurach Kosmala i in. (2014) nie stwierdzili natomiast wpływu ekstraktu polifenolowego z wyłoków z truskawek na pobranie paszy czy masę ciała. Wyłoki z truskawek stosowane w mieszance dla indyków także nie wpłynęły na pobranie paszy i wskaźnik zużycia paszy (Juśkiewicz i in., 2015 a). Odnotowano jednak korzystny wpływ ekstraktu polifenolowego z wyłoków z truskawek na aktywność enzymów mikroflory przewodu pokarmowego (Kosmala i in., 2014; Fotschki i in., 2016). Polifenole wykazują działanie hamujące aktywność enzymu  $\beta$ -glukuronidazy, co skutkuje wzrostem korzystnej mikroflory w jelicie ślepych oraz wzrostem produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (Fotschki i in., 2016).

W prezentowanym doświadczeniu stwierdzono istotny wpływ wyłoków z malin na wzrost wydajności rzeźnej tuszek oraz zmniejszenie udziału skóry z tłuszczem podskórnym. Zastosowanie wyłoków z truskawek w paszy dla kurcząt brojlerów nie wpłynęło natomiast na wymienione powyżej parametry rzeźne. Juśkiewicz i in. (2015 a) także nie zaobserwowali wpływu 5% udziału wyłoków z owoców truskawek w mieszance paszowej na wydajność rzeźną oraz odfuszczenie tuszek indyków. Autorzy nie odnotowali również wpływu tego dodatku na wartości pH mięśni piersiowych mierzonych 24 h po uboju, co potwierdziły także wyniki badań własnych.

Wyłoki z truskawek oraz z malin, wprowadzone do mieszanki paszowej dla kurcząt brojlerów, istotnie zwiększyły poziom trójglicerydów w plazmie kurcząt. Niższą

wartość tego parametru, w porównaniu z pozostałymi badanymi dodatkami paszowymi, stwierdzono u kurcząt otrzymujących olej z pestek truskawek. Otrzymane wyniki były zgodne z wynikami badań Fotschki i in. (2015), którzy wykazali, że żywienie szczurów paszą z udziałem oleju z nasion malin korzystnie obniżyło poziom trójglicerydów. Według Kosmali i in. (2015) to nasiona z malin, w przeciwieństwie do nasion z truskawek, korzystnie wpłynęły na poprawę indeksu aterogennego diety szczurów, co znalazło odzwierciedlenie w niskiej koncentracji trójglicerydów w plazmie krwi. W badaniach przeprowadzonych na szczurach Pieszka i in. (2013) odnotowali, że zarówno olej z nasion malin jak i olej z nasion truskawek nie powodował istotnych zmian w zawartości trójglicerydów i cholesterolu, natomiast w prezentowanym doświadczeniu własnym, olej z nasion truskawek, jak również wytloki z owoców malin istotnie obniżyły poziom cholesterolu w plazmie kurcząt. Przypuszcza się, że wyższa zawartość  $\gamma$ - i  $\sigma$ - tokotrienoli w oleju z nasion truskawek i wytloków z malin może blokować biosyntezę cholesterolu u 6-tygodniowych kurcząt, co w efekcie powoduje obniżenie poziomu cholesterolu w osoczu tych ptaków (Qureshi i in., 1996).

W przedstawionym doświadczeniu zaobserwowano istotny wzrost T3 we wszystkich grupach doświadczalnych, natomiast nie wykazano istotnych różnic w poziomie T4. Otrzymane wyniki wskazują na zwiększoną konwersję T4 do aktywnej metabolicznie T3 lub do jej formy nieaktywnej rT3. Przypuszcza się, że witamina E wpływa pozytywnie na funkcjonowanie tarczycy poprzez wpływ na procesy dejodynacji pierścienia zewnętrznego T4 w tkankach obwodowych. Jednak dokładny mechanizm tych zmian nie został dotychczas wyjaśniony. Konieczne jest przeprowadzenie kolejnych badań w celu wyjaśnienia wpływu substancji aktywnych (witamina E, flawonoidy i polifenole) zawartych w wytlokach z owoców truskawek lub malin na kierunki przemian hormonów tarczycy.

Trójiodotyronina wykazuje silniejsze działanie metaboliczne niż tyroksyna, a szczególnie istotną rolę odgrywa w procesie biooksydacji w komórkach (Bobek i in., 1977), co z kolei wpływa na obniżenie odkładania tłuszczu sadelkowego, czego nie zaobserwowano w omawianym doświadczeniu własnym.

Wprowadzenie do mieszanki dla kurcząt brojlerów zarówno oleju z nasion malin, jak również wytloków z owoców truskawek lub malin, skutecznie ograniczyło procesy utleniania lipidów mięsa przechowywanego w zamrożeniu przez okres 3 miesięcy, ale najniższy wskaźnik TBA stwierdzono w mięsie pochodzącym od kurcząt żywionych wytlokami z tych owoców. Wytloki z truskawek wykazały się wyższą skutecznością w spowalnianiu procesów oksydacji niż wytloki z owoców malin, które zawierały więcej  $\alpha$ - i  $\gamma$ - tokoferolu. Prawdopodobnie jest to wynikiem różnej zawartości tokoferoli i tokotrienoli oraz innych substancji biologicznie czynnych, jak np. polifenoli, antocyjanin czy elagotanin w wytlokach z owoców (Pieszka i in., 2015 a; Strugała i in., 2015). Wytloki z truskawek zawierają więcej polifenoli, które jak podają dane literaturowe, wykazują silne właściwości przeciwutleniające (Juśkiewicz i in., 2015 a). Według Kamboh i Zhu (2013) polifenole zwiększają koncentrację witaminy E oraz zmniejszają poziom malondialdehydu w surowicy krwi kurcząt. Jankowski i in. (2016) twierdzą, że zastosowanie w żywieniu indyków wytloków z truskawek powoduje wzrost koncentracji witaminy C w plazmie tych ptaków. Prawdopodobnie synergiczne działanie związków o charakterze antyoksydacyjnym w za-

stosowanych dodatkach doświadczalnych wpłynęło efektywnie na opóźnienie procesów oksydacji lipidów mięsa.

Otrzymane wyniki wskazują, że zastosowanie wytlóków z owoców malin, jako komponentu mieszanki paszowej wpływa korzystnie na zdrowotność ptaków i ich wyniki produkcyjne. Wprowadzenie do paszy dla kurcząt brojlerów wytlóków z owoców malin wpłynęło pozytywnie na parametry oceny rzeźnej, tj. zwiększenie masy tuszki świeżej i masy tuszki po schłodzeniu oraz wzrost wydajności rzeźnej. Tuszki pochodzące od tych kurcząt cechowały się także mniejszym otłuszczeniem. Żywnienie kurcząt brojlerów paszą z udziałem oleju z nasion malin oraz wytlóków z owoców truskawek lub malin może stanowić skuteczną metodę przedłużenia trwałości mięsa poprzez opóźnianie procesów utleniania lipidów.

### Piśmiennictwo

- AOAC (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Baryłko-Pikielna N. (1975). Zarys analizy sensorycznej żywności. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Betti M., Schneider B.L., Wismer W.V., Carney V.L., Zuidhof M.J., Renema R.A. (2009). Omega-3-enriched broiler meat: 2. Functional properties, oxidative stability, and consumer acceptance. *Poultry Sci.*, 88 (5): 1085–1095.
- Bobek S., Jastrzębski M., Pietras M. (1977). Age-related changes in oxygen consumption and plasma thyroid hormone concentration in the young chicken. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 31: 169–174.
- Bou R., Codony R., Tres A., Decker E.A., Guardiola F. (2009). Dietary strategies to improve nutritional value, oxidative stability and sensory properties of poultry products. *Food Sci. Nutr.*, 49: 800–822.
- Fellenberg M.A., Speisky H. (2006). Antioxidants: Their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. *World's Poultry Sci. J.*, 62: 53–70.
- Folch J., Lees M., Stanley G.H.S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226: 497–509.
- Fotschki B., Jurgoński A., Juśkiewicz J., Kołodziejczyk K. (2014). Biological effects of the dietary addition of a low-pectin apple fibre preparation. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 64: 193–199.
- Fotschki B., Jurgoński A., Juśkiewicz J., Zduńczyk Z. (2015). Dietary supplementation with raspberry seed oil modulates liver functions, inflammatory state and lipid metabolism in rats. *J. Nutr.*, 145 (8): 1793–1799.
- Fotschki B., Juśkiewicz J., Jurgoński A., Kołodziejczyk K., Milala J., Kosmala M., Zduńczyk Z. (2016). Anthocyanins in strawberry polyphenolic extract enhance the beneficial effects of diets with fructooligosaccharides in the rat cecal environment. *PLOS ONE*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149081>
- Grau R., Hamm R. (1953). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften*, 40: 29–30.
- Hanczakowska E., Szewczyk A. (2011). Krótko- i średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe w żywieniu prosiąt. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 38 (1): 3–10.
- Jankowski J., Juśkiewicz J., Zduńczyk P., Kosmala M., Zieliński H., Antoszkiewicz Z., Zduńczyk Z. (2016). Antioxidant status of blood and liver of turkeys fed diets enriched with polyunsaturated fatty acids and fruit pomaces as a source of polyphenols. *Pol. J. Vet. Sci.*, 19 (1): 89–98.
- Juśkiewicz J., Jankowski J., Zduńczyk Z., Kołodziejczyk K., Mikulski D., Zduńczyk P. (2015 a). The chemical composition of selected dried fruit pomaces and their effects on the growth performance and post-slaughter parameters of young turkeys. *J. Anim. Feed Sci.*, 24: 53–60.



- Juśkiewicz J., Król B., Kosmala M., Milala J., Zduńczyk Z., Żary-Sikorska E. (2015 b). Physiological properties of dietary ellagitannin-rich preparations obtained from strawberry pomace using different extraction methods. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 65 (3): 199–209.
- Kamboh A.A., Zhu W.Y. (2013). Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plasma anti-oxidative potential, lipid metabolites and fatty acid composition of meat. *Poultry Sci.*, 92 (2): 454–461.
- Kosmala M., Zduńczyk Z., Kołodziejczyk K., Klimczak E., Juśkiewicz J., Zduńczyk P. (2014). Chemical composition of polyphenols extracted from strawberry pomace and their effect on physiological properties of diets supplemented with different types of dietary fibre in rats. *Eur. J. Nutr.*, 53 (2): 521–532.
- Kosmala M., Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Jurgoński A., Karlińska E., Macierzyński J., Jańczak R., Rój E. (2015). Chemical composition of defatted strawberry and raspberry seeds and the effect of these dietary ingredients on polyphenol metabolites, intestinal function, and selected serum parameters in rats. *J. Agric. Food Chem.*, 11: 2989–2996.
- Lanigan R.S., Yamarik T.A. (2002). Final report on the safety assessment of BHT. *Int. J. Toxicol., Suppl.* 2: 19–94.
- Loetscher Y., Kreuzer M., Messikommer R.E. (2013). Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberry pomace, and entire nettle, and effects on performance and meat quality. *Poultry Sci.*, 92: 2938–2948.
- Loor J.L., Herbein J.H. (2001). Alterations in blood plasma and milk fatty acid profiles of lactating Holstein cows in response to ruminal infusion of a conjugated linoleic acid mixture. *Anim. Res.*, 50: 463–476.
- Manz U., Philip K. (1981). A method for the routine determination of tocopherols in animal feed and human foodstuffs with the aid of high performance liquid chromatography. *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, 51: 342–348.
- Morrison W.R., Smith L.M. (1964). Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.*, 5: 600–608.
- Morrissey P.A., Brandon S., Buckley D.J., Sheehy P.J.A., Frigg M. (1997). Tissue content of  $\alpha$ -tocopherol and oxidative stability of broilers receiving dietary  $\alpha$ -tocopherol acetate supplement for various periods pre-slaughter. *Brit. Poultry Sci.*, 38: 84–88.
- Obiedzińska A., Waszkiewicz-Robak B. (2012). Oleje tłoczone na zimno jako żywność funkcjonalna. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (80): 27–44.
- Pieszka M., Migdał W., Gąsior R., Rudzińska M. (2010 a). Characteristic of oils from apple, blackcurrant, raspberry and strawberry seeds as a source of polyenoic fatty acids, tocochromanols and phytosterols for implementation in meat products. *Pol. Soc. Food Technol.*, pp. 47–58.
- Pieszka M., Pietras M.P., Migdał W., Barowicz T. (2010 b). Wpływ dodatku suszonych wytoków owocowych i warzywnych w dawkach pokarmowych dla świń na cechy tuczne, rzeźne i jakość mięsa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 544: 79–88.
- Pieszka M., Tombarkiewicz B., Roman A., Migdał W., Niedziółka J. (2013). Effect of bioactive substances found in rapeseed, raspberry and strawberry seed oils on blood lipid profile and selected parameters of oxidative status in rats. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 36 (3): 1055–1062.
- Pieszka M., Gogol P., Pietras M.P., Pieszka M. (2015 a). Valuable components of dried pomaces of chokeberry, black currant, strawberry, apple and carrot as a source of natural antioxidants and nutraceuticals in the animal diet. *Ann. Anim. Sci.*, 15 (2): 475–491.
- Pieszka M., Migdał W., Gąsior R., Rudzińska M., Bederska-Łojewska D., Pieszka M., Szczurek P. (2015 b). Native oils from apple, blackcurrant, raspberry, and strawberry seeds as a source of polyenoic fatty acids, tocochromanols, and phytosterols: a health implication. *J. Chemistry*, 215: 1–8.
- Pieszka M., Szczurek P., Bederska-Łojewska D., Migdał W., Pieszka M., Gogol P., Jagusiak W. (2017). The effect of dietary supplementation with dried fruit and vegetable pomaces on production parameters and meat quality in fattening pigs. *Meat Sci.*, 126: 1–10.
- Pikul J. (1993). Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego. AR Poznań, pp. 104–118.
- Qureshi A.A., Lehmann J.W., Peterson D.M. (1996). Amaranth and its oil inhibit cholesterol biosynthesis in 6-week-old female chickens. *J. Nutr.*, 126 (8): 1972–1978.

- Sanz M., Flores A., López-Bote C.J. (2000 a). The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is affected by fatty acid saturation. *Brit. Poultry Sci.*, 41: 61–68.
- Sehm J., Treutter D., Linder Mayer H., Meyer H.H., Pfaffl M.W. (2011). The influence of apple- or red-grape pomace enriched piglet diet on blood parameters, bacterial colonisation, and marker gene expression in piglet white blood cells. *Food Nutr. Sci.*, 2: 366–376.
- Sklan D., Bartovi I., Hurwitz S. (2011). Tocopherol absorption and metabolism in the chick and turkey. *J. Nutr.*, 5: 1394–1440.
- Strugała P., Gładkowski W., Kucharska A.Z., Sokół-Łetowska A., Gabrielka J. (2015). Antioxidant activity and anti-inflammatory effect of fruit extracts from blackcurrant, chokeberry, hawthorn and rosehip and their mixture with linseed oil on a model lipid membrane. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 117: 1–14.
- Vejux A., Lizard G. (2009). Cytotoxic effects of oxysterols associated with human diseases: Induction of cell death (apoptosis and/or oncosis), oxidative and inflammatory activities, and phospholipidosis. *Mol. Aspects. Med.*, 30: 153–170.
- Wąsowicz E., Gramza A., Hęś M., Jeleń H.H., Korczak J., Małecka M., Mildner-Szkudlarz S., Rudzińska M., Samotyja U., Zawirska-Wojtasiak R. (2004). Oxidation of lipids in food. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 13 (54): 87–100.
- Xiao S., Zhang W.G., Lee E.J., Ma C.W., Ahn D.A. (2011). Effects of diet, packaging, and irradiation on protein oxidation, lipid oxidation, and color of raw broiler thigh meat during refrigerated storage. *Poultry Sci.*, 90 (6): 1348–1357.
- Ziołocki J., Doruchowski W. (1989). *Metody oceny wartości rzeźnej*. COBRD, Poznań, pp. 1–22.
- Zouari N., El Gharbi F., Fakhfakh N., Bacha A.B., Gargouri Y., Miled N. (2010). Effect of dietary vitamin E supplementation on lipid and colour stability of chicken thigh meat. *Afr. J. Biotechnol.*, 9 (15): 2276–2283.

Zatwierdzono do druku 8 I 2018

## SYLWIA ORCZEWSKA-DUDEK, MARIUSZ PIETRAS

### **Effect of feed mixtures with strawberry or raspberry seed oil and pomaces from these fruit on productivity, biochemical blood profile and selected meat quality parameters of broiler chickens**

#### SUMMARY

The aim of the study was to determine the effect of strawberry or raspberry seed oil and dried pomaces from these fruits on the productivity, blood parameters, fatty acid profile, lipid oxidation stability, and sensory and technological quality of meat from broiler chickens. The study was conducted on 480 Ross 308 chickens maintained from 1 to 42 days of age in group boxes. On the 22nd day of age, chickens were randomly assigned to 5 groups of 32 in 3 replicates. The control group (I) was fed with a standard feed mixture. Experimental groups (II–V) received mixtures of 3% strawberry seed oil or raspberry seed oil, 3% dried strawberry pomace or raspberry pomace, respectively. At the 42nd day of age, 8 chickens from each group were chosen and slaughtered. Samples of *pectoralis major* muscles were analysed for the content of dry matter, total protein and crude fat, fatty acid profile and malonaldehyde. The sensory and physicochemical quality of meat was evaluated. Chickens fed with a mixture containing strawberry seed oil or strawberry or raspberry fruit pomaces achieved higher weight gains compared to chickens from group I. Feed conversion ratio was significantly lower in groups II, III, IV and V compared to group I. The raspberry pomace significantly increased the carcass yield. The tested additives used in the experiment did not significantly affect the physicochemical properties of meat, but they had an adverse effect on sensory quality of meat, especially meat aroma. Fruit pomaces also worsened tenderness of meat. The TBA was significantly lower in all experimental groups.

The obtained results indicate that the use of raspberry pomaces as a component of the feed mixtures has a positive effect on the health of birds and their production results and improves some slaughter parameters. Feeding broiler chickens with raspberry seed oil and strawberry or raspberry pomaces may be an effective method of prolonging meat shelf life by delaying lipid oxidation processes.

Key words: broiler chickens, fruit seed oils, dried fruit pomace, meat quality, natural antioxidants