

Wartość odżywcza mięsa drobiowego pochodzącego z produkcji konwencjonalnej i ekologicznej

Nutritional value of poultry meat produced in conventional and organic systems

BOŻENA KICZOROWSKA, WIOLETTA SAMOLIŃSKA, ALI RIDHA MUSTAFA AL-YASIRY, ANNA WINIARSKA-MIECZAN, MAŁGORZATA KWIECIEŃ

Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wprowadzenie. Produkcja zwierzęca powinna m.in. dostarczać mięso o wysokich walorach odżywczych i dietetycznych. Te cechy uzależnione są głównie od ilości i jakości tłuszczu w nim zawartego.

Cel. Ocena i porównanie wartości odżywczej (podstawowych składników pokarmowych i profilu kwasów tłuszczowych) mięśni piersiowych i udowych drobiu pochodzących z produkcji wielkotowarowej i ekologicznej.

Materiały i metody. Badania przeprowadzono na 150 kurcząt Ross 308 podzielonych na 3 grupy (po 50 szt.). W systemie produkcji wielkotowarowej ptakom podawano komercyjną mieszankę paszową (grupa T) oraz paszę z 2,5% dodatkiem kadzidłowca (*Boswellia serrata*) (grupa Tk). W systemie ekologicznym kurczęta (grupa E) otrzymywały ekologiczną mieszankę paszową. Wszystkie doświadczalne mieszanki paszowe były izoenergetyczne i izobiałkowe. Bezpośrednio po uboju w mięśniach piersiowych i udowych określono wodochłonność (WHC). W badanych tkankach oznaczono zawartość suchej masy, popiołu surowego, białka surowego i tłuszczu surowego oraz profil kwasów tłuszczowych.

Wyniki. Najniższy poziom tłuszczu surowego ($p < 0,05$) stwierdzono w mięśniach kurcząt z grupy E. Wartość WHC na najniższym poziomie ($p < 0,05$) obserwowano w mięśniach piersiowych (grupa Tk) i udowych (grupa T i Tk) kurcząt utrzymywanych w systemie konwencjonalnym. Mięśnie piersiowe i udowe charakteryzowały się podobną zawartością sumy nasyconych kwasów tłuszczowych (KTN) niezależnie od systemu produkcji. W mięśniach piersiowych najwyższą ($p < 0,05$) ilość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (KTJN) notowano u kurcząt z grupy Tk, a wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (KTWN) u kurcząt w grupie T i E. W mięśniach udowych wszystkich kurcząt doświadczalnych pula KTJN i KTWN była podobna.

Wnioski. Mięso badanych kurcząt charakteryzowało się podobną ilością suchej masy, białka ogólnego i popiołu surowego. Mięśnie brojlerów utrzymywanych w systemie ekologicznym zawierały najmniej tłuszczu surowego i posiadały najwyższy wskaźnik wodochłonności. Sposób chowu nie wpłynął w sposób istotny na zawartość sumy KTN w mięśniach piersiowych i udowych oraz KTJN i KTWN mięśniach udowych. Zastosowanie pasz ekologicznych zwiększyło ($p < 0,05$) zawartość C18:3 w tłuszczu mięśni piersiowych kurcząt. Wprowadzenie do mieszanek konwencjonalnych kadzidłowca wpłynęło na zwiększenie ($p < 0,05$) zawartości KTJN w tłuszczu mięśni piersiowych.

Słowa kluczowe: chów konwencjonalny i ekologiczny drobiu, wartość odżywcza mięsa, profil kwasów tłuszczowych

Introduction. The primary objective of animal production is to provide meat of high nutritional and dietary value, which depends mainly on the quantity and quality of fat.

Aim. Evaluate and compare the nutritional value (basic nutrients and fatty acid profile) of breast and leg muscles of poultry from conventional and organic production.

Material and method. The studies involved 150 Ross 308 chicks split into 3 groups (50 birds each). In the conventional production system the birds were given commercial feed mixture (group T) and feed with 2.5% of frankincense (*Boswellia serrata*) (group Tk). The ecological system chickens (group E) received ecological feed mixture. All experimental feed mixtures were isoenergetic and isoprotein. Immediately after the slaughter the water absorption (WHC) was determined in the breast and leg muscles. The tissues were examined for the content of dry matter, crude ash, crude protein, ether extract and fatty acid profile.

Results. The lowest level of ether extract ($p < 0.05$) was found in the muscles of chickens from the group E. The WHC value at the lowest level ($p < 0.05$) was observed in the breast muscles (group Tk) and the leg muscles (group T, Tk) of broilers kept in the conventional system. The breast and leg muscles were characterized by a similar total SFA content regardless of the production system. In chicken breast muscles the highest ($p < 0.05$) amount of MUFA was recorded in the Tk group and the highest level of PUFA in the group T and E. In the leg muscles of all experimental chickens the content of MUFA and PUFA was similar.

Conclusion. The chicken muscles were characterized by a similar amount of dry matter, crude protein and crude ash. The muscles of broilers kept in the ecological system contained the lowest ether extract and had the highest WHC value. The rearing method did not significantly affect the content of SFA in breast and leg muscles and of MUFA and PUFA in leg muscles. The use of organic feedstuffs increased ($p < 0.05$) the content of C18:3 in chicken breast muscle fat. The introduction of frankincense to conventional mixtures resulted in an increase ($p < 0.05$) of MUFA content in breast muscle fat.

Key words: conventional and organic poultry rearing, nutritional value of meat, fatty acid profile

Wprowadzenie

Celem produkcji zwierzęcej jest m.in. dostarczenie mięsa o wysokich walorach odżywczych i dietetycznych, które uzależnione są głównie od ilości i jakości tłuszczu. Dużą rolę przykłada się obecnie do zwiększenia udziału kwasów tłuszczowych z rodziny *n-3* w diecie, które są bardzo istotne dla prawidłowego wzrostu i rozwoju organizmu ludzkiego. Współczesna dieta jest deficytowa pod względem zawartości kwasów tłuszczowych grupy *n-3* i charakteryzuje się bardzo szerokim stosunkiem kwasów *n-6* do *n-3*, (od 15:1 do 25:1), podczas gdy optymalny wynosi 1:1 [1].

Odpowiednie żywienie kurcząt brojlerów może w pewnym stopniu regulować zawartość tłuszczu w mięsie oraz modyfikować jego skład prowadząc do pozyskania produktu o pożądanych cechach odżywczych i dietetycznych. Pomocne w tym zakresie są m.in. fitogeniczne dodatki paszowe, do których zaliczana jest żywica *Boswellia serrata*. Pochodzi ona z Półwyspu Arabskiego, gdzie w tradycyjnej medycynie kultur wschodnich uważana jest za środek przeciwpalny, antyseptyczny, a nawet przeciwnowotworowy [2, 3]. Te właściwości wiązane są z obecnością wielu substancji biologicznie czynnych. Głównym składnikiem kadzidłowca jest olej (60%), w największych ilościach zawierający: mono- (13%) i diterpeny (40%), octany etylu (21,4%) i oktylu (13,4%) oraz o-metyloanizol (7,6%). Wśród terpenów największą aktywnością biologiczną charakteryzują się: kwas 11-keto- β -acetylo-beta-bosweliowy, acetylo-11-keto- β -bosweliowy i kwas acetylo- α -bosweliowy, które wpływają stabilizująco m.in. na środowisko przewodu pokarmowego i gospodarkę tłuszczową [4, 5]. Mimo egzotycznego pochodzenia żywica *Boswellia serrata* jest dopuszczona do stosowania w produkcji drobiarskiej w UE [6]. Inną alternatywą pozyskania żywności o określonych walorach odżywczych jest rolnictwo ekologiczne. Wyróżnia się ono wykluczeniem środków chemicznych, zapewnieniem ptakom dobrych warunków bytowania oraz stosowaniem pasz o określonych parametrach, a także ścisłą ich kontrolą pod względem zgodności z obowiązującymi kryteriami produkcji ekologicznej. Takie warunki odchowu drobiu pozwalają uzyskać mięso o wysokiej jakości – bezpiecznej i atrakcyjnej dla konsumenta [7-10].

Cel

Ocena i porównanie wartości odżywczej mięśni piersiowych i udowych drobiu, w zakresie podstawowych składników pokarmowych oraz profilu kwasów tłuszczowych, pochodzących z produkcji konwencjonalnej (wielkotowarowej), opartej na mieszankach komercyjnych: standardowych oraz z dodatkiem żywicy kadzidłowca (paszowego dodatku fitogenicznego) i produkcji ekologicznej, w której wykorzystywano pasze ekologiczne.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono na 150 kurczętach Ross 308 podzielonych na 3 grupy (po 50 szt.), na które składało się 5 powtórzeń po 10 kurcząt (5 kurek i 5 kogutków) utrzymywanych w warunkach produkcji wielkotowarowej oraz hodowli ekologicznej. Doświadczenie trwało 6 tygodni. Od pierwszego dnia odchowu brojlery żywiono zgodnie z zaleceniami, ze swobodnym dostępem do paszy i wody [11]. W systemie produkcji wielkotowarowej ptaki (grupa T i Tk) utrzymywane były w klatkach w pomieszczeniu o kontrolowanej temperaturze i wilgotności. Ptakom w grupie T podawano komercyjną mieszankę paszową opartą na kukurydzy, pszenicy i poekstrakcyjnej śrucie sojowej z dodatkiem oleju sojowego. W mieszankach paszowych stosowanych grupie Tk, olej sojowy częściowo zastąpiono 2,5% dodatkiem żywicy kadzidłowca (*Boswellia serrata*). W systemie ekologicznym kurczęta (grupa E) miały wolny dostęp do wybiegu i otrzymywały ekologiczną, pełnoporcjową mieszankę paszową, w skład której wchodziły: pszenica, kukurydza, pszenżyto, śruta rzepakowa, groch oraz olej słonecznikowy. Wszystkie doświadczalne mieszanki paszowe, zarówno w chowie konwencjonalnym jak i ekologicznym, były izoenergetyczne i izobiałkowe.

Bezpośrednio po uboju (po 20 szt. ptaków z każdej grupy) w mięśniach piersiowych i udowych określono wodochłonność (WHC) zgodnie z procedurą podaną przez Grau and Hamm w modyfikacji Pohja and Niinivaara [12]. W badanych tkankach oznaczono zawartość suchej masy, popiołu surowego, białka surowego oraz tłuszczu surowego wedle procedury AOAC [13], a skład kwasów tłuszczowych określono metodą chromatografii gazowej z wykorzystaniem aparatu INCO 505 (Praha, Czech Republic) [14]. Zawartość kwasów tłuszczowych podano jako procentową całkowitą ich zawartość (KT) i zestawiono je w grupy: nasyconych kwasów tłuszczowych (KTN), jednonienasycone kwasy tłuszczowe (KTJN) oraz wielonienasycone kwasy tłuszczowe (KTWN).

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica 10.0. Określono wartości średnie dla grup oraz odchylenie standardowe (SD). Parametrycznym testem liniowej korelacji Pearsona określono wpływ środowiska chowu kurcząt brojlerów (EI): konwencjonalnego z żywieniem standardowym (grupa T), konwencjonalnego z żywieniem standardowym z dodatkiem kadzidłowca (grupa Tk) oraz ekologicznego (grupa E) na wartość odżywcza mięśni. Różnice pomiędzy średnimi wyznaczono testem wielokrotnych rozstępów (analiza wariancji ANOVA, $\alpha=95\%$; $p<0,05$), a ich istotność – testem Duncana (test post-hoc).

Wyniki

W analizowanych mięśniach różnice zanotowano jedynie w przypadku tłuszczu surowego, którego najniższy poziom ($p < 0,05$) stwierdzono w mięśniach kurcząt utrzymywanych w systemie ekologicznym (tab. I.). Wprowadzenie do mieszanki paszowej żywicy kadzidłowca (grupa Tk) zwiększyło ($p < 0,05$) zawartość tłuszczu nawet o 11 i 39% w mięśniach piersiowych oraz o 9 i 17% w mięśniach udowych w porównaniu z mięśniami ptaków żywionych mieszankami kome rcyjnymi i ekologicznymi. Najniższą wodochłonność ($p < 0,05$) obserwowano w mięśniach piersiowych (grupa Tk) i udowych (grupa T i Tk) kurcząt utrzymywanych w systemie konwencjonalnym.

Badane mięśnie piersiowe i udowe charakteryzowały się podobną sumą KTN niezależnie od systemu produkcji (tab. II.). Najniższą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych notowano w mięśniach piersiowych kurcząt żywionych z dodatkiem żywicy kadzidłowca (grupa Tk), ale analiza statystyczna potwierdziła istotność tych różnic ($p < 0,05$) jedynie w przypadku C14:0. Mięśnie te również charakteryzowały się wyższą ($p < 0,05$), zawartością KTJN, w porównaniu z pozostałymi grupami doświadczalnymi (T, E). Natomiast największą ($p < 0,05$) pulę KTWN stwierdzono w tłuszczu mięśni piersiowych kurcząt w grupie T i E. Na zmiany udziału KTWN największy ($p < 0,05$) wpływ miała zawartość C18:2 *n-6* (grupa T) i C18:3 *n-3* (grupa E). Sposób chowu nie wpłynął w sposób istotny na zawartość KTJN i KTWN mięśniach udowych, chociaż obserwowano tendencję intensywniejszej syntezy KTJN (szczególnie C16:1, $p < 0,05$) i KTWN kosztem KTN w tkankach kurcząt żywionych z dodatkiem żywicy kadzidłowca (grupa Tk).

Mimo statystycznych różnic między zawartością poszczególnych składników odżywczych w analizowa-

Tabela II. Profil kwasów tłuszczowych w mięśniach piersiowych i udowych drobiu (% sumy KT)

Table II. Profile of fatty acids in breast and leg muscles of poultry (% of total FA)

Kwasy tłuszczowe	Grupy doświadczalne			Parametry statystyczne	
	T	Tk	E	SD	EI
Mięśnie piersiowe					
C14:0	5,78 ^a	4,89 ^b	4,92 ^b	0,035	0,256
C16:0	23,21	22,45	23,48	0,043	0,212
C16:1 <i>n-7</i>	4,87	4,93	4,51	0,098	0,129
C18:0	8,03	7,76	8,23	0,116	0,154
C18:1 <i>n-9</i>	33,16	35,06	32,12	0,044	0,134
C18:2 <i>n-6</i>	22,78 ^a	20,46 ^b	21,56 ^b	0,121	0,237
C18:3 <i>n-3</i>	1,03 ^b	0,85 ^c	1,28 ^a	0,089	0,315
Pozostałe KT	1,14	3,60	3,90	0,103	0,148
Razem KT	100,00	100,00	100,00		
Σ KTN	37,02	35,10	36,63	0,073	0,238
Σ KTJN	38,03 ^{ab}	39,99 ^a	36,63 ^b	0,084	0,178
Σ KTWN	23,81 ^a	21,31 ^b	22,84 ^a	0,113	0,174
Mięśnie udowe					
C14:0	6,57	6,12	6,08	0,052	0,148
C16:0	22,24	22,01	22,13	0,067	0,145
C16:1 <i>n-7</i>	5,79 ^b	6,02 ^a	5,57 ^b	0,072	0,213
C18:0	6,23 ^a	5,67 ^b	6,32 ^a	0,103	0,314
C18:1 <i>n-9</i>	33,02	33,72	33,17	0,033	0,215
C18:2 <i>n-6</i>	23,62	24,07	23,14	0,012	0,178
C18:3 <i>n-9</i>	1,28	1,25	1,34	0,064	0,247
Pozostałe KT	1,25	1,14	2,25	0,026	0,01
Razem KT	100,00	100,00	100,00		
Σ KTN	35,04	33,80	34,53	0,084	0,247
Σ KTJN	38,81	39,74	38,74	0,032	0,113
Σ KTWN	24,90	25,32	24,48	0,011	0,134

^a, ^b, ^c – statystycznie istotne przy $p < 0,05$

nych tkankach, nie obserwowano istotnego wpływu (EI) rodzaju systemu chowu na wartość odżywczą mięśni piersiowych i udowych.

Dyskusja

Ilość i rodzaj tłuszczu w mieszankach paszowych dla drobiu ma istotny wpływ na wyniki poubojowe kurcząt. Mięśnie piersiowe zawierają mniej tłuszczu niż mięśnie udowe, co uwarunkowane jest genetycznie. Niższy poziom tłuszczu obniża również walory sensoryczne mięsa, ale poprawia jednocześnie jego wartość dietetyczną [15].

W prezentowanym doświadczeniu kurczęta żywione komercyjnymi mieszankami paszowymi z dodatkiem żywicy kadzidłowca (grupa Tk) charakteryzowały się największym otłuszczeniem mięśni. Stosowanie w żywieniu drobiu pasz wysokotłuszczowych, czy dodatku olejów roślinnych poprawia cechy sensoryczne uzyskanego mięsa, ale również modyfikuje jego skład chemiczny [16, 17]. Żywica *Boswellia serrata* włączona do mieszanek dla kurcząt utrzymywanych

Tabela I. Wartość odżywcza mięśni piersiowych i udowych drobiu (%)

Table I. Nutritional value of breast and leg muscles of poultry (%)

Składniki odżywcze i jakościowe mięsa	Grupy doświadczalne			Parametry statystyczne	
	T	Tk	E	SD	EI
Mięśnie piersiowe					
Sucha masa	25,78	24,52	24,97	0,081	0,182
Białko ogólne	22,15	21,03	20,89	0,113	0,222
Tłuszcz surowy	1,09 ^b	1,21 ^a	0,87 ^c	0,012	0,118
Popiół surowy	1,12	1,06	1,01	0,008	0,323
Wodochłonność (WHC)	17,23 ^a	16,98 ^b	17,83 ^a	0,014	0,214
Mięśnie udowe					
Sucha masa	25,88	26,15	25,78	0,085	0,115
Białko ogólne	18,54	18,64	19,23	0,067	0,234
Tłuszcz surowy	4,87 ^b	5,32 ^a	4,54 ^c	0,102	0,328
Popiół surowy	0,89	1,01	1,09	0,011	0,124
Wodochłonność (WHC)	14,87 ^b	14,56 ^b	16,45 ^a	0,086	0,123

^a, ^b, ^c – statystycznie istotne przy $p < 0,05$

w chowie intensywnym (grupa Tk), charakteryzująca się wysoką zawartością tłuszczu (64% s.m.), z jednej strony zwiększyła ogólną zawartość tłuszczu w mięsie kurcząt, ale z drugiej strony wpłynęła na zmianę jego profilu kwasów tłuszczowych. Obserwowana tendencja obniżenia ilości sumy KTN na korzyść sumy KTJN (mięśnie piersiowe i udowe) oraz KTWN (mięśnie udowe) pozwoliła uzyskać mięso o korzystniejszych walorach odżywczych. Zastosowany w żywieniu kurcząt doświadczalnych kadzidłowiec posiada również silne właściwości immunomodulacyjne [2-4]. Podawanie zdrowym zwierzętom dodatków paszowych o takim działaniu stymuluje pracę układu odpornościowego, m.in. zwiększając ogólną ilość leukocytów, aktywność lizozymu we krwi, czy aktywność fagocytarną neutrofilii. Na krajowym rynku paszowym do dostępnych dodatków o działaniu immunostymulującym zalicza się jeżówkę, żeńszeń, aronię, czy aloes. W wyniku ich stosowania obserwuje się lepszy status zdrowotny zwierząt, co bezpośrednio wpływa na wyższe wyniki produkcyjne i jakość uzyskanego mięsa [7, 15, 18].

W prezentowanych badaniach wszystkie analizowane tkanki mięsne pochodzące z chowu ekologicznego charakteryzowały się najniższą zawartością tłuszczu surowego. O dietetycznych walorach mięsa zwierząt utrzymywanych w systemie ekologicznym donosi wielu badaczy [9, 16, 19]. Podkreślają oni, że kruczeta brojlery mają wówczas większą przestrzeń życiową, mogą w większym stopniu przejawiać swoje odruchy behawioralne i są mniej podatne na stres, co z jednej strony zwiększa ich odporność na choroby, ale z drugiej wpływa na ich większą aktywność fizyczną. Zwiększenie ruchliwości ptaków nieodłącznie wiąże się ze zmniejszonym otłuszczeniem mięśni, które konsumenci określają jako bardziej „dojrzałe” [8]. Na ilość i jakość tłuszczu mięśni kurcząt ma również wpływ źródło tłuszczu w paszy. W ten sposób można zwiększyć ilość pożądaných w racjonalnym żywieniu wielonienasyconých kwasów tłuszczowych w mięsie [17]. Ich obecność w diecie zapobiega i jednocześnie jest elementem terapii w nadciśnieniu, cukrzycy, artretyzmu, chorobach o podłożu zapalnym i wieńcowych serca oraz nowotworów [1, 20]. Mięso drobiowe,

zwłaszcza pochodzące z produkcji ekologicznej, charakteryzuje się zwiększoną zawartością kwasów polienowych. Szczególnie ważne są KTWN *n-3*, zwłaszcza długołańcuchowe: eikozapeantaenowy (EPA) i dokozaheksaenowy (DHA), które wpływają bezpośrednio na procesy odpornościowe, jak proliferacja limfocytów, czy produkcja cytokinin [10, 21].

Wśród analizowanych mięśni najwyższą zdolnością zatrzymywania wody endo- i egzogennej (WHC) charakteryzowało się mięso drobiowe kurcząt pochodzących z chowu ekologicznego (grupa E). Wodochłonność jest ważnym czynnikiem kształtującym cechy organoleptyczne mięsa i jego przetworów. Przydatność przetwórcza mięsa jest tym wyższa, im większa ilość wody zostanie w nim utrzymana przez siłę wewnętrznego przyciągania [7, 22]. Jest ona wiązana z fizykochemicznym stanem białek mięsa. Nadmierna obecność tłuszczu w mięsie może „usztyniać” szkielet białkowy i utrudniać jego degradację. Intensywność rozluźnienia białek cytoszkieletowych zwiększa stopień uwodnienia białkowych struktur mięsa [10].

Wnioski

1. Mięso kurcząt brojlerów utrzymywanych w systemie intensywnej i ekologicznej produkcji charakteryzowało się podobną zawartością suchej masy, białka ogólnego i popiołu surowego. Mięśnie brojlerów utrzymywanych w systemie ekologicznym zawierały najmniej tłuszczu surowego i posiadały najwyższy wskaźnik wodochłonności.
2. Zastosowanie dodatku żywicy kadzidłowca w żywieniu brojlerów zmniejszyło zawartość kwasu C14 oraz C18:3, a zwiększyło sumę KTJN w tłuszczu mięśni piersiowych. Natomiast wykorzystanie w odchowach pasz ekologicznych wpłynęło na zwiększenie ilości kwasu C18:3 w tłuszczu mięśni piersiowych kurcząt.
3. Sposób chowu nie wpłynął w sposób istotny na udział KTN w tłuszczu mięśni piersiowych i udowych oraz KTJN i KTWN w tłuszczu mięśni udowych.

Piśmiennictwo / References

1. Simopoulos AP. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomed Pharmacother* 2006, 60: 502-507.
2. Khajuria A, Gupta A, Suden P, Singh S, et al. Immunomodulatory activity of biopolymeric fraction BOS 2000 from *Boswellia serrata*. *Phytother Res* 2008, 22: 340-348.
3. Van Vuuren SF. Antimicrobial activity of South African medicinal plants. *J Ethnopharmacol* 2008, 119: 462-472.
4. Borrelli F, Capasso F, Capasso R, Ascione V, et al. Effect of *Boswellia serrata* on intestinal motility in rodents: inhibition of diarrhoea without constipation. *Br J Pharmacol* 2006, 4: 553-560.
5. Camarda L, Dayton T, Di Stefano V, Pitonzo R, Schillaci D. Chemical composition and antimicrobial activity of some olegum resin essential oil from *Boswellia* spp. (Burseraceae). *Ann Chim-Rome* 2007, 97: 837-844.
6. EURFA. European Union Register of Feed Additives Regulation EC No 1831/2003. Annex I, category: 2 functional group: b – 28.11.2014.

7. Ahmed ST, Islam MM, Rubayet Bostami ABM, Mun H-S, et al. Meat composition, fatty acid profile and oxidative stability of meat from broilers supplemented with pomegranate (*Punica granatum L.*) by-products. *Food Chem* 2015, 188: 481-488.
8. Castellini C, Mugnai C, Bosco AD. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci* 2002, 60: 219-225.
9. Grela E, Kowalczyk E. Zawartość składników odżywczych i profil kwasów tłuszczowych mięsa i wybranych wędlin z ekologicznej produkcji świń. *Żywn Nauk Technol Jakość* 2009, 65: 34-40.
10. Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci* 2008, 78: 343-358.
11. Smulikowska S, Rutkowski A (red). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz – normy żywienia drobiu. IFiZZ PAN, Jabłonna 2005.
12. Pohja NS, Niinivaara FP. Die Bestimmung der Wasserbindung in Fleisches mittels der Konstantdruckmethod. *Fleischwirtschaft* 1957, 43:193-195.
13. AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 17th edition. Gaithersburg, MD, USA. Association of Analytical Communities. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC) 2000.
14. PN-EN ISO 5508, 1996. Oleje i tłuszcze roślinne i zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
15. Pietrzak D, Mroczek J, Jankiewicz M, Florowski T, Niemiec J. The effect of plant feed additives on the quality of chicken meat and fat. *Anim Sci* 2007, Proc. 1: 108-109.
16. Carrasco S, Bellof G, Schmidt E. Nutrients deposition and energy utilization in slow-growing broilers fed with organic diets containing graded nutrient concentration. *Livestock Sc* 2014, 161: 114-122.
17. Pieszka M. Effect of vegetable oils supplementation in pig diets on lipid oxidation and formation of oxidized forms of cholesterol in meat. *Pol J Food Nutr Sci* 2007, 57: 509-516.
18. Świątkiewicz S, Koreleski J. Dodatki paszowe o działaniu immunomodulacyjnym w żywieniu drobiu. *Med Wet* 2007, 63: 1291-1295.
19. Rembiałkowska E. Jakość żywności ekologicznej. *J NutriLife* 2014, 04. www.NutriLife.pl/index.php?art=147 (06.04.2015).
20. Schwab U, Usitupa M. Diet heart controversies – Quality of fat matters. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015, 7: 617-622.
21. Zou XT, Qiao XJ, Xu ZR. Effect of α -mannase (Hemicell) on growth performance and immunity of broilers. *Poultry Sci* 2006, 85: 2176-2179.
22. Petracci M, Baeza E. Harmonization of methodologies for the assessment of poultry meat quality features. *World's Poult Sci J* 2011, 67: 137-151.