

KRZYSZTOF KARPESIUK, JANUSZ FALKOWSKI, BERNARD RAUBO,  
WOJCIECH KOZERA, DOROTA BUGNACKA

## WPLYW SYSTEMU CHOWU I SPOSOBU ŻYWIENIA TUCZNIKÓW NA ICH WARTOŚĆ RZEŹNĄ I JAKOŚĆ MIĘSA

### Streszczenie

Przeprowadzono dwa doświadczenia, w których badano jakość mięsa tuczników utrzymywanych al-kierzowo w systemie ściółowym lub bezściółowym i żywionych w okresie tuczu mieszanką pełnoporcjową lub mieszanką pełnoporcjową i dodatkowo zielonką z lucerny w tuczu letnim lub sianem z lucerny w tuczu zimowym. W każdym z doświadczeń tuczniaki mieszańce [ $\text{♀}(\text{♀polska biała zwisłoucha} \times \text{♂ wielka biała polska}) \times \text{♂}(\text{♀ pietrain} \times \text{♂ duroc})$ ] podzielono na 4 grupy doświadczalne (po 12 sztuk w każdej). Z tusz tuczników pobrano próbki mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi* – LD), w których oznaczono podstawowy skład chemiczny, określono właściwości fizykochemiczne i cechy sensoryczne. W celu wskazania zależności pomiędzy wybranymi wyróżnikami jakości mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) zastosowano klasterową analizę skupień. Mięso pochodzące ze wszystkich tuczników doświadczalnych charakteryzowało się dobrą jakością, w żadnej z próbek mięśnia LD nie stwierdzono wad typu PSE i DFD, stwierdzono natomiast udział mięsa typu AM. Przeprowadzona analiza skupień dobrze zobrazowała jakość uzyskanego surowca. Zaobserwowano zbieżne zależności pomiędzy poszczególnymi wyróżnikami mięśnia najdłuższego grzbietu z doświadczenia przeprowadzonego latem i zimą.

**Słowa kluczowe:** mieszańce świń, system utrzymania, żywienie, lucerna, jakość mięsa, analiza skupień

### Wprowadzenie

Głównym celem chowu świń, bez względu na system utrzymania i żywienia, jest uzyskanie mięsa. Podstawowymi wyróżnikami jego jakości są: stopień zakwaszenia, barwa oraz jej jednorodność i trwałość, zdolność utrzymania i wiązania wody, właściwości emulgujące i żelujące, wydajność w przetwórstwie, wygląd zewnętrzny, tekstura (delikatność i soczystość), smakowitość (smak i zapach). Ze względu na wzrost zainteresowania konsumentów tzw. proekologicznymi i ekologicznymi metodami produkcji

---

Dr inż. K. Karpiesiuk, prof. dr hab. J. Falkowski, dr inż. B. Raubo, dr hab. W. Kozera, dr inż. D. Bugnacka, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Wydz. Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn. Kontakt: krzysztof.karpiesiuk@uwm.edu.pl

w ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się jakości pozyskiwanego mięsa wieprzowego uzyskiwanego z różnych systemów utrzymania i żywienia świń, które uwzględniają m.in. potrzeby dobrostanu zwierząt [2, 9, 16, 17, 20, 32]. Wprowadzanie tych metod chowu nie ogranicza się tylko do poprawy dobrostanu zwierząt, ale ma także wpływać na poprawę jakości produkowanego mięsa [7, 13, 15, 19].

Ocena jakości mięsa przez konsumentów odbywa się w momencie jego zakupu. Dostarczenie konsumentom wysokiej jakości produktu powinno być poprzedzone rzetelną jego oceną. Ważne jest więc poszukiwanie wiarygodnych i jednocześnie tanich metod oceny jakości mięsa, które umożliwią wprowadzenie odpowiedniej standaryzacji mięsa, a tym samym zwiększenie konkurencyjności wyrobów na rynkach krajowym i zagranicznych. Wymaganiu temu mogą sprostać takie systemy, jak PQS (*Pork Quality System*) i QAFP (*Quality Assurance for Food Products*). Dla zakładów przetwórczych istotne jest, aby stosowane metody oceny mięsa były szybkie i wiarygodne [32]. Najczęściej cechy oceniane są pojedynczo, co znacznie utrudnia interpretację wyników. By tego uniknąć, należy stosować metody oceny (np. analizę skupień) umożliwiające wyizolowanie spośród wszystkich badanych cech takich, które najlepiej zobrażają jakość mięsa i współzależność pomiędzy poszczególnymi cechami, pomimo że są określane w różnych mianach (inna skala i jednostki). Analiza skupień, czyli segmentacja danych, polega na wyodrębnianiu grup obiektów podobnych. Wykorzystuje się w tym celu indeksy podobieństwa cech jakościowych oraz miary odległości cech ilościowych [8, 32].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu zastosowanego sposobu żywienia i utrzymania na wartość rzeźną, podstawowy skład chemiczny, cechy fizykochemiczne oraz sensoryczne mięsa zwierząt doświadczalnych. Podjęto również próbę wykorzystania klasterowej analizy skupień w celu zbadania zależności pomiędzy wybranymi wyróżnikami jakości mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) świń utrzymywanych w różnych warunkach i przy zróżnicowanym żywieniu.

### **Material i metody badań**

W ramach badań przeprowadzono dwa doświadczenia. Pierwsze w okresie letnim (od czerwca do września), a drugie w okresie zimowym (od grudnia do marca). Do badań przeznaczono łącznie 96 tuczników (po 48 sztuk w każdym doświadczeniu), pochodzących z krzyżowania 4-rasowego prostego loch F<sub>1</sub> (polska biała zwiśloucha × wielka biała polska) z knurami F<sub>1</sub> (pietrain × duroc). Tucz doświadczalny prowadzono od 23 kg masy ciała (w obu doświadczeniach) do 113 kg masy ciała (96 dni) w doświadczeniu I (lato) i 109 kg (104 dni) w doświadczeniu II (zima). W trakcie trwania doświadczeń rejestrowano pomiary temperatury i wilgotności względnej powietrza w chlewni za pomocą termohigrometru LAB-EL 520 (LAB-EL, Polska). Rejestrację prowadzono przez cały czas trwania doświadczeń. Średnie wyniki temperatury i wil-

gotności wynosiły odpowiednio:  $17,2 \div 22,7$  °C i  $53,5 \div 74,0$  % w doświadczeniu I oraz od  $11,6 \div 16,9$  °C i  $74,0 \div 82,7$  % w doświadczeniu II. Natężenie światła wynosiło ponad 40 lux ( $50 \div 80$  lux), stosunek powierzchni okien do podłogi wynosił 1 do 25, ponadto w okresie zimowym zwierzęta doświetlane były światłem sztucznym przez 8 h dziennie. Pomiar natężenia światła wykonywano przy użyciu urządzenia VOLTCRAFT VC-4-in-1 (Volcraft®, Niemcy). Oba doświadczenia prowadzone były w tym samym obiekcie. Na każdego tuczniaka przypadało  $1,26$  m<sup>2</sup> powierzchni kojca. Tuczniaki podzielono na 4 grupy doświadczalne po 12 szt. w grupie, zgodnie z układem: grupa 1 – utrzymanie bezściołowe, żywienie *ad libitum* mieszanką pełnoporcjową, grupa 2 – utrzymanie i żywienie jak w grupie 1. oraz dodatkowo podawana zielonka z lucerny (tucz w miesiącach letnich) lub siano (tucz w miesiącach zimowych), grupa 3 – utrzymanie ściółowe (płytką ściółka – słoma zbożowa), żywienie *ad libitum* mieszanką pełnoporcjową, grupa 4 – utrzymanie i żywienie jak w grupie 3. oraz latem dodatkowo podawana zielonka z lucerny lub zimą siano z lucerny. Ubój zwierząt i ocena tusz były prowadzone zgodnie z przepisami obowiązującymi w przemyśle mięsnym. Na przeprowadzenie opisanego doświadczenia uzyskano zgodę Lokalnej Komisji Etycznej w Olsztynie do spraw doświadczeń na zwierzętach.

Za pomocą aparatu optyczno-igłowego SYDEL CGM (SYDEL, Francja) wykonywano pomiar procentowej zawartości mięsa w tuszy. W mięśniu najdłuższym grzbietu (*m. longissimus dorsi* – LD) wykonywano pomiary pH: po 45 min od uboju (pH<sub>45</sub>), a następnie po 24-godzinnym chłodzeniu (pH<sub>24</sub>). Pomiary pH<sub>45</sub> i pH<sub>24</sub> wykonywano pehametrem WTW 340 (WTW Pomiarowy i Analityczny Sprzęt Techniczny, Polska), z użyciem elektrody szklanej-kombinowanej Hamilton-Double Pore. Wszystkie pomiary wykonywano w mięśniu prawej półtuszy na wysokości ostatniego kręgu piersiowego. Próbkę do analizy fizykochemicznej pochodziły z mięśnia LD. Pobierano je na wysokości 1. – 3. kręgu lędźwiowego. W próbkach oznaczano zawartość: suchej masy [24], białka ogółem – metodą Kjeldahla [23], tłuszczu surowego – metodą Soxhleta [25] oraz zawartość związków mineralnych w postaci popiołu [26]. Wodochłonność (zdolność utrzymania wody własnej) oznaczano metodą Grau'a i Hamma [4]. Barwę mierzono w systemie CIE L\*a\*b\*. Pomiary wykonywano na próbkach świeżego mięśnia przy użyciu spektrofotometru (MiniScan XE Plus, Hunter Lab, obserwator 10°, illuminant D65). Badane parametry mierzono przy  $\lambda = 400 \div 700$  nm, o rozdzielczości 10 nm. Badania fizyczne objęły określenie siły cięcia mięsa aparatem INSTRON 5542 (Instron Industrial Products, USA). Pomiar szerometryczny tego parametru prowadzono w komorze Warnera-Bratzlera aparatu INSTRON 5542 wyposażonego w głowicę pomiarową 500 N. Ocenę właściwości fizycznych prowadzono na próbkach bez zewnętrznych błon łącznotkankowych. Zastosowano obróbkę termiczną próbek mięsa, jak przy badaniu jakości sensorycznej. Do oznaczania przygotowano fragment mięśnia o grubości 2 cm,

z którego następnie wycinano walec o średnicy 2,54 cm (1 cala) i wysokości 2 cm. Z każdej próbki wycinano do pomiarów 3 walce. Maksymalną siłę potrzebną do przecięcia próbki (w poprzek włókien) rejestrowano na wykresie. Pomiary wykonywano przy użyciu programu Merlin (Materials Testing Software). Ocenę sensoryczną mięsa przeprowadzono po obróbce termicznej, zgodnie z metodą opisaną przez Baryłko-Pikielną [1]. Ocenę przeprowadził 5-osobowy przeszkolony zespół.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi analizowanych cech w grupach weryfikowano dwuczynnikową analizą wariancji, z zastosowaniem testu Duncana. Analizę wykonano stosując model:

$$Y_{ijk} = \mu + FT_i + RS_j + (FT + RS)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

gdzie:  $FT_i$  – system żywienia ( $i = 1, 2$ ),  $RS_j$  – system utrzymania ( $j = 1, 2$ ),  $FT*RS$  – interakcja pomiędzy systemem żywienia i utrzymania,  $\varepsilon_{ijk}$  – składnik losowy. Do zbadania zależności pomiędzy niektórymi wyróżnikami mięśnia najdłuższego grzbietu zastosowano klasterową analizę skupień. Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica PL 12.5 [30].

## Wyniki i dyskusja

Wyniki oceny tusz tuczników doświadczalnych przedstawiono w tab. 1. Najmniejszą średnią masę tuszy odnotowano w grupie 3. w doświadczeniu I (85,3 kg), a największą – w grupie 4. w doświadczeniu II (89,2 kg). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między wartościami średnimi w zakresie takich cech, jak mięsność i otłuszczenie tusz świń ze wszystkich grup doświadczenia letniego (I) i zimowego (II). Średnia mięsność tusz tuczników doświadczalnych była bardzo wyrównana w poszczególnych grupach oraz sezonach i kształtowała się na poziomie od 55,1 % w przypadku zwierząt tuczonych latem (grupa 3.), do 56,4 % – utrzymywanych w sezonie zimowym (grupa 2.).

Tusze świń pochodzących z doświadczenia II miały cieńszą słoninę. Pomimo zbliżonej mięsności tusz, średnia powierzchnia „oka” polędwicy była zróżnicowana pomiędzy poszczególnymi grupami, zarówno w doświadczeniu I, jak i II. Wartości tego parametru były wysokie i wahały się od 52,2 cm<sup>2</sup> w grupie 4. w doświadczeniu I do 55,5 cm<sup>2</sup> w grupie 1. tuczonyj w tym samym sezonie. W przeprowadzonych badaniach nie zaobserwowano wpływu sezonu tuczu na mięsność uzyskanych tusz.

Tabela 1. Ocena tusz

Table 1. Evaluation of carcasses

Wyszczególnienie Specification	Sezon Season	Miara statystyczna Statistical measure	Utrzymanie beźściołowe Pens without bedding		Utrzymanie ściółowe Pens with bedding		Ogółem Total n = 48	F emp. Poziom istotności F emp. Level of significance
			1	2	3	4		
Masa tuszy Carcass weight [kg]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	88,0 9,26	87,1 6,90	86,88 7,79	87,0 6,29	86,88 7,79	1,31 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	85,0 6,53	85,7 6,93	87,3 9,60	89,2 9,29	86,89 8,09	0,29 ns
Mięśność Meatiness [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	55,6 2,9	55,5 3,77	55,1 2,94	55,2 2,41	55,33 3,03	0,21 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	56,1 2,66	56,4 2,34	55,5 2,69	55,4 2,21	55,86 2,44	0,03 ns
Średnia grubość stoniny / Backfat thickness [mm]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	22,8 6,23	22,7 7,97	23,2 7,24	24,9 6,8	23,39 6,92	0,42 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	15,9 3,75	18,2 5,86	14,5 4,84	17,6 3,18	16,59 4,62	0,17 ns
Powierzchnia "oka" połędwicy Loin eye area [cm <sup>2</sup> ]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	55,5 5,10	54,7 5,15	54,2 6,61	52,2 5,33	54,19 5,54	0,30 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	52,6 8,06	55,2 5,84	53,3 5,94	54,3 5,80	53,84 6,35	0,05 ns

Objaśnienia / Explanatory notes:

L – lato / S – summer; Z – zima / W – winter;  $\bar{x}$  – wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation; ns – różnice statystycznie nieistotne / statistically insignificant differences; w grupie n = 12 / n = 12 per group.

Wyniki składu chemicznego mięsa tuczników doświadczalnych przedstawiono w tab. 2. Zawartość suchej masy wahała się od 24,58 % w grupie 1. świń tuczonych zimą (żywionych mieszanką pełnoporcjową, utrzymywanych w kojcu beźściołowym), do 25,61 % w grupie 3. świń tuczonych latem (żywionych wyłącznie mieszanką pełnoporcjową i utrzymywanych w systemie ściółowym) oraz w grupie 3. świń tuczonych zimą (żywionych wyłącznie mieszanką pełnoporcjową i utrzymywanych w systemie ściółowym) i 4. świń tuczonych zimą (żywionych mieszanką pełnoporcjową oraz sianem z lucerny, utrzymywanych w systemie ściółowym). Jednak różnice pomiędzy grupami w zakresie tej cechy nie zostały potwierdzone statystycznie. We wcześniejszych badaniach Karpiesiuka i wsp. [9] nad wpływem systemu utrzymania i żywienia na jakość mięsa świń stwierdzono, że mięso tuczników utrzymywanych ściółowo i żywionych wyłącznie mieszanką pełnoporcjową charakteryzowało się istotnie ( $p \leq 0,01$ ) mniejszą zawartością suchej masy w porównaniu z mięsem tuczników utrzymywanych beźściołowo, niezależnie od sposobu ich żywienia.

Tabela 2. Skład chemiczny mięsa (*m. longissimus dorsi*) świń doświadczalnychTable 2. Physicochemical composition of meat (*m. longissimus dorsi*) of experimental pigs

Wyszczególnienie Specification	Sezon Season	Miara statystyczna Statistical measure	Utrzymanie bezciołowe Pens without bedding		Utrzymanie ściołowe Pens with bed- ding		Ogółem Total n = 48	F emp. Poziom istotności F emp. Level of significance
			1	2	3	4		
Sucha masa Dry matter [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	25,45 1,07	25,55 0,56	25,61 0,34	25,38 0,44	25,48 0,64	4,87 **
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	24,58 0,74	25,43 0,32	25,61 0,95	25,61 0,40	25,31 0,75	3,35 *
Białko ogółem Total protein [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	23,55 0,31	23,34 0,27	23,53 0,29	23,57 0,27	23,50 0,30	0,46 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	22,51 0,82	23,60 0,47	22,99 0,54	23,51 0,38	23,15 0,70	1,01 ns
Tłuszcz surowy Crude fat [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	1,62 0,84	1,93 0,54	1,89 0,42	1,48 0,49	1,73 0,60	0,44 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	1,54 0,14	1,67 0,46	2,19 1,13	1,90 0,60	1,83 0,68	1,27 ns
Składniki miner. w postaci popiołu Mineral compo- nents in the form of ash [%]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	1,16 0,02	1,16 0,02	1,15 0,02	1,15 0,01	1,15 0,02	0,59 NS
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	1,15 0,03	1,16 0,02	1,15 0,01	1,13 0,02	1,14 0,02	0,30 ns

Objaśnienia / Explanatory notes:

L – lato / S – summer; Z – zima / W – winter; ns – różnice statystycznie nieistotne / insignificant differences; wartości średnie w kolumnach oznaczone: \* ( $p \leq 0,01$ ) i \*\* ( $p \leq 0,05$ ) różnią się statystycznie istotnie / means within columns and denoted: \* ( $p \leq 0,01$ ) and \*\* ( $p \leq 0,05$ ) differ statistically significantly; w grupie n = 12 / n = 12 per group.

Mięso tuczników ze wszystkich grup w doświadczeniu I charakteryzowało się zbliżoną zawartością białka ogółem (średnio 23,33 %). W doświadczeniu II zaobserwowano tendencję do mniejszej zawartości białka w mięsie świń bez dostępu do lucerny. Najmniejszą zawartość tłuszczu surowego oznaczono w próbkach mięsa pochodzących ze świń z grupy 1., zarówno w doświadczeniu I, jak i II (odpowiednio 1,62 i 1,54 %), a największą – w grupie 3. zimą (2,19 %). Różnice te nie były jednak statystycznie istotne. Dużym wyrównaniem w grupach charakteryzowała się zawartość składników mineralnych oznaczonych w postaci popiołu surowego (1,13 ÷ 1,26 %). Lisiak i wsp. [17] oceniali wpływ żywienia (system intensywny i ekstensywny) na jakość mięsa tuczników. Wykazali zbliżone zawartości białka ogółem (23,80 ÷ 24,80 %), tłuszczu (1,61 ÷ 2,05 %) i popiołu surowego (1,14 ÷ 1,27 %) w mięsie w porównaniu z wynikami badań własnych.

Częstotliwość występowania mięsa z odchyleniami jakościowymi jest ściśle powiązana z czynnikami genetycznymi i środowiskowymi. Czynniki genetyczne warun-



kują zaledwie w 20 ÷ 30 % wystąpienie mięsa wadliwego tuczników [10]. Największy wpływ na jakość wieprzowiny mają czynniki środowiskowe, w tym warunki związane z obrotem (15 ÷ 25 %) i ubojem zwierząt (40 %) [10].

W przeprowadzonych badaniach własnych najmniejszą powierzchnią wycieku cechowało się mięso pochodzące z tuczników grupy 3. (5,94 cm<sup>2</sup>) utrzymywanych w kojcu ściółowym i żywionych mieszanką pełnoporcjową (doświadczenie II), natomiast największą – mięso pochodzące z tuczników grupy 1., także w doświadczeniu II (6,79 cm<sup>2</sup>), żywionych mieszanką pełnoporcjową i utrzymywanych w kojcu bezściółowym (tab. 3). We wcześniejszych badaniach autorów niniejszej pracy [9] nad zależnością jakości mięsa od sposobu utrzymania i żywienia tuczników wykazano większą powierzchnią wycieku (6,93 ÷ 7,63 cm<sup>2</sup>).

Tabela 3. Cechy fizykochemiczne mięsa (*m. longissimus dorsi*) świń doświadczalnych  
Table 3. Physicochemical properties of meat (*m. longissimus dorsi*) of experimental pigs

Wyszczególnienie Specification	Sezon Season	Miara statystyczna Statistical measure	Utrzymanie bezściółowe Pens without bedding		Utrzymanie ściółowe Pens with bedding		Ogółem Total n = 48	F emp. Poziom istotności F emp. Level of significance
			1	2	3	4		
Wodochłonność Water-holding capacity [cm <sup>2</sup> ]	L / S	$\bar{x}$ s / SD	6,51 0,74	6,67 0,36	6,56 0,42	6,61 0,36	6,59 0,51	1,44 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	6,79 0,51	6,16 0,58	5,94 0,46	6,28 0,91	6,29 0,67	7,23 **
L* – jasność Brightness	L / S	$\bar{x}$ s / SD	57,92 1,29	58,25 1,07	58,96 1,34	57,55 1,52	58,17** 1,36	0,30 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	57,33 2,38	55,43 1,87	57,02 2,71	57,46 2,37	56,81 2,35	0,42 ns
a* – barwa czer- wona Red colour	L / S	$\bar{x}$ s / SD	7,75 1,30	7,69 0,92	8,40 0,81	7,47 0,71	7,83** 0,98	2,89 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	6,31 0,51	6,14 1,01	6,02 0,82	6,51 1,53	6,25 0,99	2,52 NS
b* – barwa żółta Yellow colour	L / S	$\bar{x}$ s / SD	15,70 1,01	15,90 0,43	16,20 0,52	15,60 0,46	15,88** 0,66	4,82 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	13,98 0,76	13,49 0,56	13,88 0,63	14,53 0,51	13,97 0,69	5,01 **
pH <sub>45</sub>	L / S	$\bar{x}$ s / SD	6,53 0,24	6,64 0,16	6,58 0,21	6,67 0,20	6,61 0,21	1,06 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	6,52 0,19	6,59 0,22	6,54 0,16	6,64 0,21	6,57 0,22	0,40 ns
pH <sub>24</sub>	L / S	$\bar{x}$ s / SD	5,56 0,12	5,54 0,09	5,53 0,09	5,57 0,06	5,55 0,08	1,16 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	5,46 0,05	5,49 0,04	5,49 0,03	5,48 0,03	5,48 0,04	0,94 ns

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

Bardzo ważnym kryterium oceny jakości mięsa jest jego barwa, która decyduje m.in. o preferencjach konsumentów, wykazuje również bardzo duże powiązanie z innymi cechami mięsa [22]. W badaniach własnych nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami w zakresie składowych barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  mięsa, ocenianych w systemie CIE Lab, zaobserwowano natomiast istotne ( $p \leq 0,01$ ) różnice pomiędzy latem a zimą. Uzyskane w niniejszej pracy wartości składowych barwy były zróżnicowane we wszystkich badanych grupach (różnice nie zostały potwierdzone statystycznie), a wartość składowej  $L^*$  (jasność barwy) wahała się od 55,43 do 58,96. Wartość składowej  $a^*$  była najwyższa w grupie 3. i wynosiła średnio 8,40, zaś najniższą wartość tego parametru zaobserwowano w grupie 3. – 6,02. Wartość składowej  $b^*$  była najwyższa w grupie 3. latem i wynosiła 16,20, natomiast najniższa – w grupie 2. zimą – 13,49. Lisiak i wsp. [17] wykazali najkorzystniejsze parametry barwy mięsa w przypadku świń żywionych intensywnie. Autorzy ci uzyskali jednak niższe wartości składowych barwy w systemie CIE Lab w porównaniu z przedstawionymi w badaniach własnych.

Prowadzona od wielu lat selekcja trzody chlewnej w kierunku poprawy stopnia umięśnienia doprowadziła do wytworzenia ras lub linii wybitnie mięsnych bądź zadowalających w tym zakresie, wykazujących jednak obniżone zdolności adaptacyjne do zespołu czynników środowiskowych [10, 18, 27]. Tendencji tej nie zaobserwowano w badaniach własnych. Świadczyć to może o prawidłowym doborze zwierząt do tuczu i odpowiednim ich traktowaniu podczas całego tuczu i obrotu przedubojowego. W żadnej z badanych grup nie stwierdzono mięsa PSE (ang. *Pale Soft Exudative*), czyli wodnistej i jasnej lub częściowo PSE. Można stwierdzić, że na podstawie uzyskanych wartości  $pH_{45}$  wszystkie badane próbki odpowiadały kwasowości mięsa normalnego zgodnie z danymi Kortza [12] i Pospiecha [28]. We wcześniejszych badaniach Karpiesiuka i wsp. [9] nad wpływem systemu utrzymania na jakość tusz uzyskano nieznacznie niższe wartości  $pH_{45}$ . Wykonanie pomiaru  $pH$  po 24 h od uboju pozwala ocenić występowanie mięsa DFD (ang. *Dark Firm Dry*), czyli mięsa suchego i ciemnego, którego  $pH_{24}$  kształtuje się na poziomie powyżej 6,2. W badaniach własnych nie stwierdzono mięsa DFD, a średnia wartość  $pH_{24}$  z poszczególnych doświadczeń oscylowała w granicach od 5,55 w przypadku tuczu z sezonu letniego do 5,48 w przypadku tuczu z sezonu zimowego, żadna z badanych tusz nie przekroczyła  $pH_{24}$  powyżej wartości 6,00. Konsekwencją niskiej wartości  $pH_{24}$  (poniżej 5,5) w analizowanym materiale doświadczalnym była duża (39 %) częstość występowania tusz z mięsem wadliwym typu AM (ang. *Acid Meat*), czyli kwaśnego [11]. Zbliżone wartości  $pH_{24}$  wynoszące 5,49 w konwencjonalnym systemie utrzymania oraz 5,50 – w systemie otwartym wykazali Lebret i wsp. [14].

Oprócz omówionych wyżej wyróżników jakości mięsa niezbędnym elementem oceny jego jakości jest ocena sensoryczna. Wyniki tej oceny przedstawiono w tab. 4.



Statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ) różnice stwierdzono pomiędzy średnimi wartościami kruchości w grupach 2. i 3. w sezonie letnim. Pozostałe wyróżniki oceny sensorycznej mięsa świní doświadczalnych nie różniły się pomiędzy grupami. Istotnie ( $p \leq 0,01$ ) większym natężeniem smaku charakteryzowało się mięso pochodzące z tuczników z tuczu zimowego, a odwrotną tendencję zaobserwowano w zakresie natężenia i pożądalności smaku. Istotnie różniła się również kruchość mięsa w różnych systemach utrzymania i sposobach żywienia.

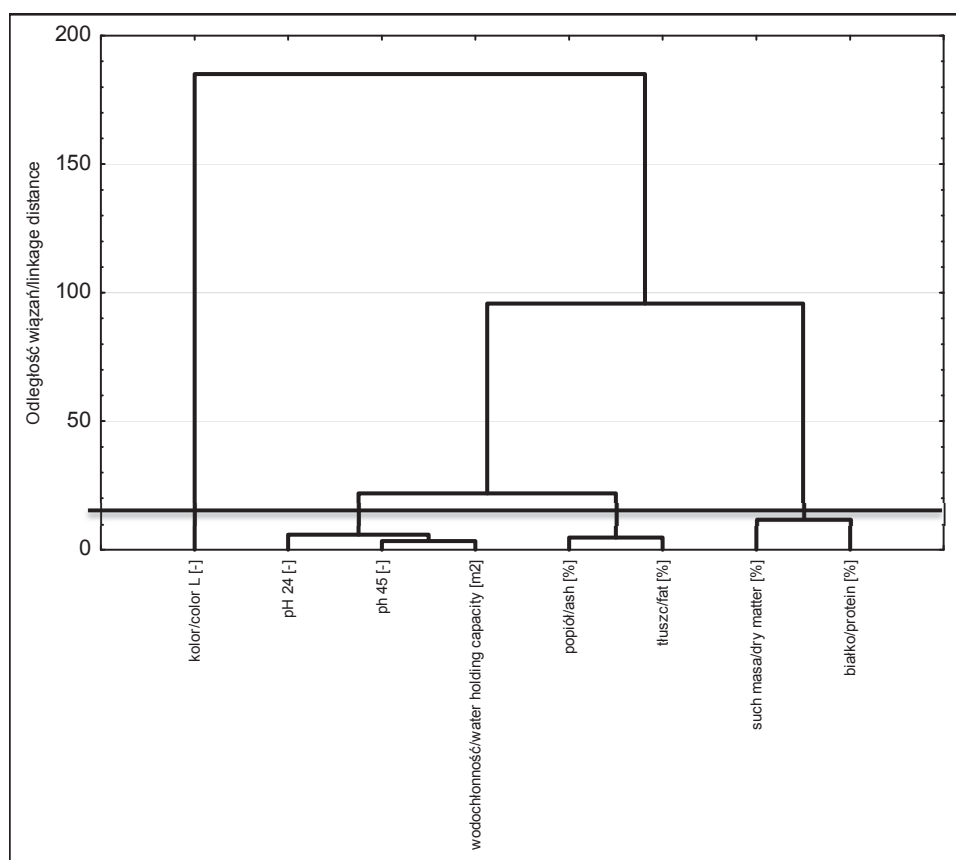
Tabela 4. Właściwości sensoryczne mięsa (*m. longissimus dorsi*) świní doświadczalnych [punkty]Table 4. Sensory attributes of meat (*m. longissimus dorsi*) of experimental pigs [points]

Wyszczególnienie Specification	Sezon Season	Miara statystyczna Statistical measure	Utrzymanie beźściolowe Pens without bedding		Utrzymanie ściolowe Pens with bedding		Ogółem Total n = 48	F emp. Poziom istotności F emp. Level of significance
			1	2	3	4		
Kruchość Tenderness	L / S	$\bar{x}$ s / SD	3,93 0,56	3,75 <sup>b</sup> 0,46	4,37 <sup>a</sup> 0,51	3,93 0,62	4,00* 0,57	0,18 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	3,66 0,26	3,66 0,41	3,91 0,38	3,50 0,31	3,69 0,35	1,36 ns
Soczystość Juiciness	L / S	$\bar{x}$ s / SD	3,50 0,37	3,62 0,35	3,31 0,25	3,43 0,17	3,46 0,31	1,42 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	3,83 0,41	4,00 0,45	4,00 0,63	3,75 0,42	3,89** 0,46	3,83 *
Zapach: Aroma: - natężenie intensity	L / S	$\bar{x}$ s / SD	3,87 0,35	3,81 0,70	3,75 0,38	3,94 0,49	3,84 0,48	1,67 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	4,83 0,25	4,75 0,27	4,70 0,29	4,41 0,37	4,17** 0,28	1,27 ns
- pożądalność desirability	L / S	$\bar{x}$ s / SD	5,00 0,00	4,87 0,23	4,87 0,35	4,87 0,35	4,91** 0,27	2,29 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	4,25 0,27	4,16 0,26	4,27 0,28	4,00 0,31	4,67 0,32	0,58 ns
Smak: Flavour: - natężenie intensity	L / S	$\bar{x}$ s / SD	3,87 0,23	3,87 0,35	3,50 0,46	3,62 0,23	3,71 0,35	1,71 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	4,25 0,27	4,16 0,26	4,25 0,27	4,00 0,32	4,16** 0,28	1,49 ns
- pożądalność desirability	L / S	$\bar{x}$ s / SD	4,62 0,44	4,81 0,37	4,56 0,41	4,87 0,23	4,71** 0,37	1,38 ns
	Z / W	$\bar{x}$ s / SD	4,25 0,27	4,16 0,26	4,25 0,27	4,00 0,32	4,16 0,28	0,97 ns

Objaśnienia / Explanatory notes:

L – lato / S – summer; Z – zima / W – winter; a, b – różnice pomiędzy wartościami średnimi w wierszach oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) / differences among mean values in rows and denoted using different letters are statistically significant ( $p < 0,05$ ); różnice pomiędzy wartościami średnimi w kolumnach są statystycznie istotne: \* – ( $p \leq 0,05$ ), \*\* – ( $p \leq 0,01$ ) / differences among mean values in columns are statistically significant: \* – ( $p \leq 0,05$ ), \*\* – ( $p \leq 0,01$ ); ns – różnice statystycznie nieistotne / statistically insignificant differences; w grupie n = 12 / n = 12 per group.

Wpływ systemu utrzymania tuczników na soczystość, kruchość i zapach mięsa jest szeroko dyskutowany w literaturze. Jonsäll i wsp. [6] zaobserwowali, że utrzymanie świń na wybiegu wpływa na zmniejszenie soczystości mięsa, zaś Danielsen i wsp. [3] uważają, że mięso świń żywionych mieszanką pełnoporcjową na poziomie 70 % normy, spożywających jednocześnie więcej paszy objętościowej charakteryzuje się mniejszą kruchością i soczystością oraz jest twarde. Według Johanssona i wsp. [5] i Jonsäll i wsp. [6] żywienie kiszonką z koniczyny czerwonej nie wpływa różnicująco na soczystość, kruchość i natężenie zapachu i smaku.

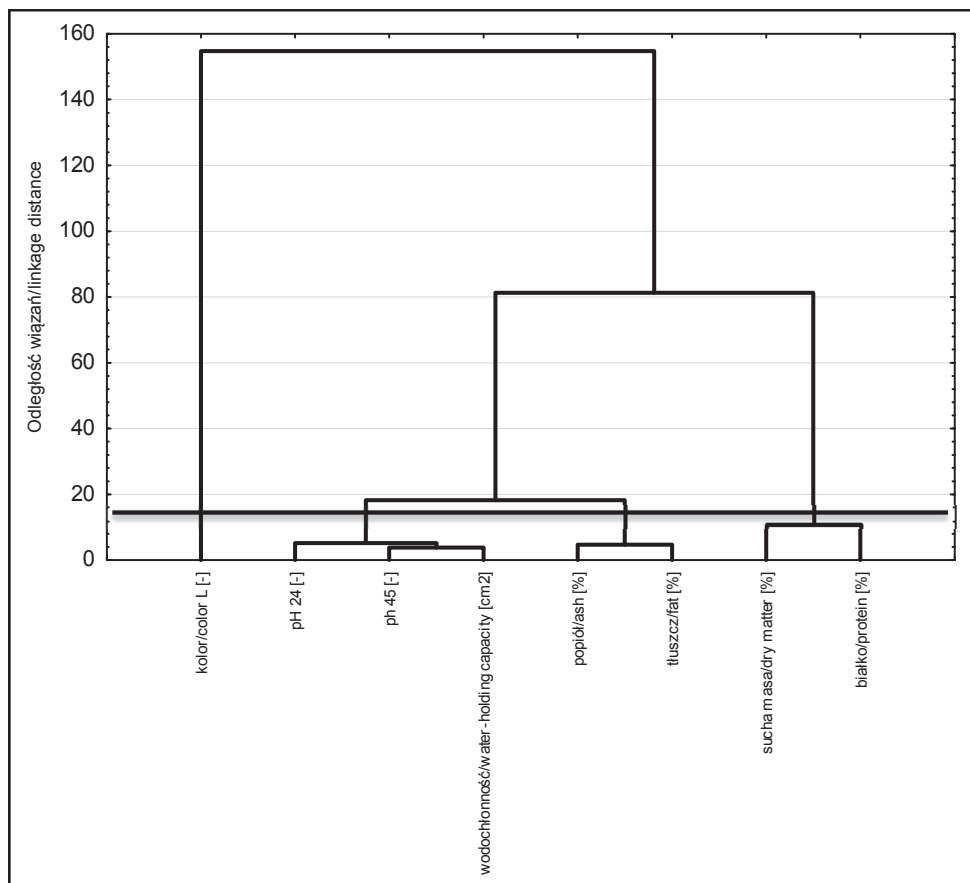


Rys. 1. Klasterowa analiza skupień wybranych wyróżników jakości mięsa świń doświadczalnych – doświadczenie I

Fig. 1. Cluster analysis of selected meat quality attributes animals – experience I

Jak podają Przybylski i wsp. [29], zastosowanie analizy skupień umożliwia wyodrębnienie mięsa o zróżnicowanej jakości, w tym mięsa charakteryzującego się cechami o korzystnych wartościach, tzw. mięsa kulinarnego wysokiej jakości. Wykorzystanie

hierarchicznych algorytmów grupowania danych pozwala stworzyć drzewkową hierarchię porównywanych obiektów. Na rys. 1. i 2. zamieszczono diagramy drzew, na których uwidoczniono trzy sekwencje skupień wyróżników mięśnia najdłuższego grzbietu, występujące w poszczególnych sezonach (doświadczenie I – rys. 1 i doświadczenie II – rys. 2).

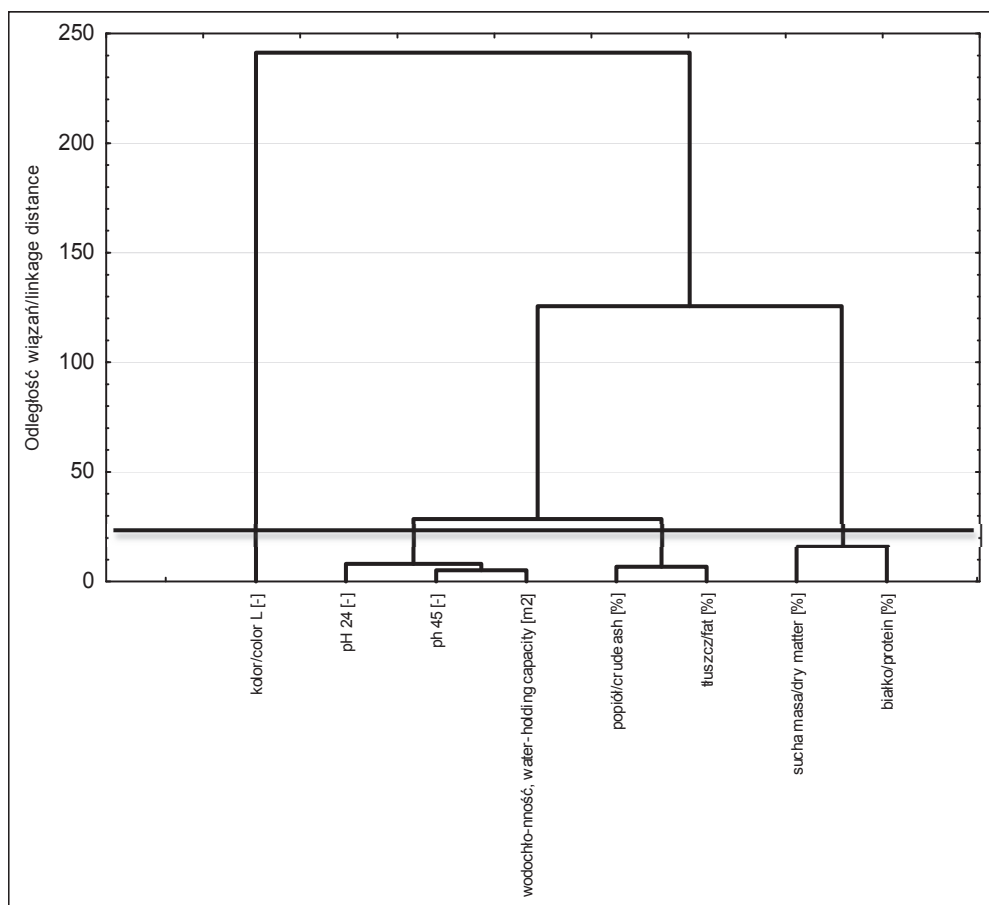


Rys. 2. Klasterowa analiza skupień wybranych wyróżników jakości mięsa świń doświadczalnych – doświadczenie II

Fig. 2. Cluster analysis of selected quality attributes of experimental pigs meat – experience II

Pierwsza sekwencja to skupienie  $pH_{45}$  i  $pH_{24}$  oraz wodochłonności, druga – zawartość tłuszczu i popiołu, a trzecia sekwencja obejmuje zawartość suchej masy i białka w mięsie. Jasność barwy  $L^*$  w systemie CIE Lab była mniej ważna w stosunku do pozostałych wyróżników jakości analizowanego mięsa. Z porównania danych przedstawionych na rysunkach wynika, że niezmienną się odległości pomiędzy poszczegól-

gólnymi cechami odzwierciedlają brak zmian technologicznych, przejawiających się pomiędzy wyróżnikami we wszystkich grupach doświadczalnych (w tuczu letnim i zimowym). Podobne zależności zaobserwowano w odniesieniu do całej populacji doświadczalnej, ze względu jednak na wzrost liczby próbek i liczby wyników wystąpiły większe odległości euklidesowe pomiędzy wiązaniami suchej masy i białka oraz jasnością barwy  $L^*$  w systemie CIE Lab a pozostałymi skupieniami (rys. 3).



Rys. 3. Klasterowa analiza skupień wybranych wyróżników jakości mięsa tusz zwierząt doświadczalnych

Fig. 3. Cluster analysis of selected quality characteristics of carcass meat of experimental animals

Podobne zależności w analizie skupień pomiędzy badanymi cechami wykazali we wcześniejszych badaniach Karpiesiuk i Falkowski [8]. Strzelecki [31] zaobserwował różne odległości skupień w zależności od rodzaju mięsa (PSE, DFD, RFN) poddanego

analizie, które odzwierciedlały występujące zmiany technologiczne pomiędzy poszczególnymi wyróżnikami. W przypadku mięsa normalnego pomiędzy wyróżnikami jakości: pH<sub>45</sub> i wodochłonnością stwierdził zbliżone zależności. Przedstawione wyniki odnoszą się do badań wybranych wyróżników, wydaje się jednak, że w prosty i dobry sposób określają przydatność technologiczną mięsa. Porównując powyższe diagramy z przedstawionymi przez Strzeleckiego [31], można zaobserwować różnicę, jaką osiągnął cytowany autor w przypadku zależności pomiędzy poszczególnymi cechami w przypadku mięsa typu PSE, DFD i mięsa normalnego w porównaniu z wynikami własnymi.

### Wnioski

1. Nie stwierdzono istotnego wpływu zastosowanych sposobów żywienia i utrzymania tuczników na skład chemiczny mięśnia LD.
2. Mięso pochodzące ze świń wszystkich badanych grup nie wykazywało wad mięsa PSE i DFD, jedynie wartość pH<sub>24</sub> świadczyć może o znacznym udziale mięsa kwaśnego.
3. Pomimo stwierdzonego zróżnicowania jakości mięsa w grupach doświadczalnych jego właściwości sensoryczne były korzystne.
4. Zastosowana analiza skupień potwierdziła uzyskanie surowca o podobnych właściwościach technologicznych niezależnie od sezonu prowadzonych badań.

### Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N., Kossakowska T., Baldwin Z.: Wybór optymalnej metody przygotowania mięsa wołowego i wieprzowego do oceny sensorycznej. Roczn. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz., 1964, **1**, 111.
- [2] Bee G., Guex G., Herzog W.: Free-range rearing of pigs during the winter. Adaptations in muscle fiber characteristic and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. J. Anim. Sci., 2004, **82**, 1206-1218.
- [3] Danielsen V., Hansen L.L., Moller F., Bejerholm C., Nielsen S.: Production results and sensory meat quality of pigs fed different amounts of concentrate and ad lib. clover grass or clover grass silage. Ecological animal husbandry in the Nordic countries. Proc. from NJF Semin., Denmark, 2000, September, 16-17, **303**, pp. 79-86.
- [4] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. Fleischwirtschaft., 1952, **32 (12)**, 295.
- [5] Johansson L., Lundström K., Jonsäll A., Lundh T.: Effects of clover silage and ageing time on sensory characteristics and cooking losses of loin (*M. longissimus dorsi*) from Hampshire crosses with and without the RN- allele. Food Qual. Prefer., 1999, **10**, 299-303.
- [6] Jonsäll A., Johansson L., Lundström K.: Effects of red clover silage and RN<sup>-</sup> genotype on sensory quality of prolonged frozen stored pork (*M. longissimus dorsi*). Food Qual. Prefer., 2000, **11**, 371-376.
- [7] Karpiesiuk K., Falkowski J.: Effect of the feeding and housing system on pig fattening results. Pol. J. Nat. Sci., 2008, **23 (4)**, 769-778.
- [8] Karpiesiuk K., Falkowski J.: The effect of feeding and housing conditions of growing-finishing pigs on pork quality. Pol. J. Natur. Sci., 2009, **4 (24)**, 198-206.

- [9] Karpiesiuk K., Kozera W., Bugnacka D., Falkowski J.: Wpływ warunków chowu tuczników na jakość mięsa i profil kwasów tłuszczowych w mięśniu najdłuższym grzbietu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **3 (88)**, 39-50.
- [10] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E.: Jakość wieprzowiny i metody jej doskonalenia. Cz. I. Stan jakości surowca wieprzowego w zakresie umięśnienia oraz jakość mięsa i jej odchylenia. *Przegl. Hod.*, 2005, **73 (4)**, 13-20.
- [11] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E., Przybylski W.: Pork quality and methods of its evaluation – A review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **56 (3)**, 241-248.
- [12] Kortz J.: The chief defects of meat and methods of detection. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10 (51), S, 1(3)**, 6-10.
- [13] Kozera W.: Efektywność tuczu i zachowanie się tuczników w zależności od systemu utrzymania i żywienia. Rozprawa hab. nr 128. Wyd. UWM, Olsztyn 2007, ss. 1-89.
- [14] Lebret B., Meunier-Salaür M.C., Foury A., Mormède P., Dransfield E., Dourmad J.Y.: Influence of rearing conditions on performance, behavioral, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits, and meat quality. *J. Anim. Sci.*, 2006, **84**, 2436-2447.
- [15] Lebret B.: Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2008, **2**, 1548-1558.
- [16] Lebret B., Ecolan P., Bonhomme N., Méteau K., Prunier A.: Influence of production system in local and conventional pig breeds on stress indicators at slaughter, muscle and meat traits and pork eating quality. *Animal*, 2015, **9 (8)**, 1404-1413.
- [17] Lisiak D., Grześkowiak E., Janiszewski P., Borzuta K., Pepliński B., Wajszczuk K.: Wpływ intensywności żywienia tuczników na jakość mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, **6 (97)**, 102-112.
- [18] Łyczynski A., Pospiech E., Urbaniak M., Rzoszińska E., Bartkowiak Z., Mikołajczak B., Grześ B.: Meat quality depending on pig genotype. *Ann. Anim. Sci.*, 2002, **Suppl. 2**, 53-56.
- [19] Millet S., Raes K., van de Broeck W., De Smet S., Janssens G.P.J.: Performance and meat quality of organically versus conventionally fed and housed pigs from weaning till slaughtering. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 335-341.
- [20] Myung-Hwa K., Kwan-Sik M., Takayuki S.: Enhancement of pork quality from pigs fed feeds supplemented with antioxidants containing defatted sesame dregs and dried barley leaves. *Int. J. Nutr. Food Sci.*, 2013, **2 (6)**, 301-336.
- [21] Normy żywienia świń. Omnitech Press, Warszawa 1993.
- [22] Orzechowska B., Tyra M., Mucha A.: The use of the meat colour score ( $L^*a^*b^*$ ) to determine pork meat quality. *Int. Conf. "Pig and poultry meat quality-genetic and nongenetic factors"*. EAAP Satellite meeting, Kraków, 2004, October, 14-15.
- [23] PN-75/A-04018/Az3:2002. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [24] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [25] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [26] PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- [27] Pospiech E., Borzuta K.: Cechy surowcowe a jakość mięsa. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, 1998, **35 (1)**, 7-34.
- [28] Pospiech E.: Diagnozowanie odchyień jakości mięsa. *Gosp. Mięś.*, 2000, **4**, 68-71.
- [29] Przybylski W., Jaworska D., Czarniecka-Skubina E., Kajak-Siemaszko K.: Ocena możliwości wyodrebnienia mięsa kulinarnego o wysokiej jakości z uwzględnieniem mięsności tuczników, pomiaru barwy i pH z zastosowaniem analizy skupień. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **4 (59)**, 43-51.
- [30] StatSoft, Inc. 2015. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- [31] Strzelecki J.: Badania nad anatomiczno-przestrzennym rozkładem wad jakościowych mięsa w tuszach wieprzowych uwarunkowanych szybkością i stopniem zakwaszenia. Rozprawa hab. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, 2004, **41 (2)**.



- [32] Zapotoczny P., Kozera W., Karpiesiuk K., Pawłowski R.: The use of computer-assisted image analysis in the evaluation of the effect of management systems on changes in the color, chemical composition and texture of *m. longissimus dorsi* in pigs. *Meat Sci.*, 2014, **4** (97), 518-528.

#### EFFECT OF REARING SYSTEM AND FEEDING METHOD OF FATTENERS ON THEIR SLAUGHTER VALUE AND MEAT QUALITY

##### S u m m a r y

Two experiments were conducted during which the quality was analyzed of meat obtained from fatteners kept indoor in pens with or without straw bedding and fed, during fattening, complete diets or diets with addition of alfalfa green forage in summer or alfalfa hay in winter. In every experiment, crossbred fatteners [ $\text{♀}(\text{♀ PL} \times \text{♂ PLW}) \times \text{♂}(\text{♀ Pietrain} \times \text{♂ Duroc})$ ] were divided into 4 experimental groups (with 12 pigs each). From pig carcasses, the samples of musculus longissimus dorsi (MLD) were taken in order to determine the basic chemical composition, physicochemical properties, and sensory attributes. A cluster analysis was applied to identify correlations among the selected quality parameters of *m. longissimus dorsi*. The meat of all the experimental fatteners was characterized by a very high quality, and no defects of PSE or DFD type were reported in any of the carcasses analyzed; however, there was acid meat (AM) found. The cluster analysis performed illustrated appropriately the quality of the raw material obtained. The similar correlations were found among individual features of musculus longissimus dorsi analyzed under the experiment conducted in summer and in winter.

**Key words:** pig crossbreds, rearing system, feeding, alfalfa, meat quality, cluster analysis 