

¹ Katedra Dietetyki i Oceny Żywności
² Katedra Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
08-110 Siedlce, ul. Prusa 14
e-mail: elak@uph.edu.pl

ELŻBIETA KRZĘCIO-NIECZYPORUK¹, KATARZYNA ANTOSIK¹,
ANDRZEJ ZYBERT², HALINA SIECZKOWSKA², JUSTYNA CHOIŃSKA²,
MARIA KOĆWIN-PODSIADŁA²

Jakość i przydatność technologiczna mięsa tuczników różniących się tempem wzrostu

The quality and technological usefulness of porker meat differentiated by daily gain

Streszczenie. Celem pracy była analiza jakości i przydatności technologicznej mięsa tuczników zróżnicowanych tempem wzrostu. Badania przeprowadzono na 149 tucznikach, mieszańcach dwurasowych (L × Y i L × D). Na podstawie rozkładu średniego dobowego tempa wzrostu w badanej grupie tuczników wydzielono trzy podgrupy różniące się wielkością tego parametru: I ≤ 620 g dzień⁻¹, II > 620 i ≤ 740 g dzień⁻¹, III > 740 g dzień⁻¹. W grupie tuczników odznaczających się niskim tempem wzrostu (grupa I) wykazano silniejsze zakwaszenie tkanki mięśnia LL i najbardziej intensywną przemianę energetyczną (R₁) we wczesnym okresie poubojowym (45 min). Najsilniejszym zakwaszeniem w 24 i 48 h *post mortem* odznaczało się mięso tuczników o największym tempie wzrostu (grupa III), co znalazło potwierdzenie w największej częstotliwości występowania tusz z mięsem wadliwym typu *acid meat* w tej grupie tuczników (40,62% tusz, wobec 24,36% w grupie II i 0% w grupie I). Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w wydajności technologicznej w procesach peklowania i obróbki termicznej (TY) mięsa tuczników różniących się tempem wzrostu.

Słowa kluczowe: tuczniaki, tempo wzrostu, jakość mięsa

WSTĘP

Do głównych czynników decydujących o opłacalności produkcji tuczników należy zaliczyć optymalne wykorzystanie przez zwierzęta składników pokarmowych dostarczanych w paszy. Wśród szeregu czynników warunkujących zależność pomiędzy wykorzystaniem składników pokarmowych paszy a umięśnieniem tuszy i składem chemicznym mięsa i tłuszczu należy wymienić trzy zasadnicze grupy: czynniki związane z jakością pasz i organizacją żywienia, warunki środowiskowe oraz założenia genetyczne zwierząt [de Lange i in. 2003, Long i in. 2014, Stefaniuk i in. 2014].

Istotne – z punktu widzenia ekonomiki tuczu – wysokie tempo wzrostu świń może wynikać z podwyższonego tempa przemian białek *in vivo*, zachodzących na skutek aktywności określonych enzymów, co w konsekwencji znajduje odzwierciedlenie w kształtowaniu się cech fizykochemicznych i sensorycznych mięsa [Kristensen i in. 2002].

Celem pracy była analiza jakości i przydatności technologicznej mięsa tuczników różniących się tempem wzrostu.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 149 tucznikach, mieszańcach dwurasowych: landrace × yorkshire (L × Y; 70 osobników) i landrace × duroc (L × D; 79 osobników). W obydwu grupach rasowych udział wieprzków i loszek był podobny (proporcja zbliżona do 1 : 1). W okresie tuczu wszystkie zwierzęta miały zapewnione jednakowe pasze pełnoporcjowe i były utrzymywane w tej samej chlewni.

Na podstawie dokumentacji chlewni ustalono datę urodzenia zwierząt i wyliczono czas trwania tuczu (dni). Dla badanych tuczników wyliczono średnie życiowe tempo wzrostu wg wzoru:

$$\text{średnie życiowe tempo wzrostu} = \frac{\text{masa zwierzęcia przed ubojem (kg)}}{\text{czas od dnia urodzenia do dnia uboju (dni)}} \times 1000$$

(g dzień⁻¹)

Ubój zwierząt wykonano w sezonie jesienno-zimowym w jednym z zakładów mięsnych środkowo-wschodniej Polski zgodnie z obowiązującą tam technologią. Wszystkie zwierzęta były ubijane w 2–4 h po transporcie (odległość ok. 280 km, z zachowaniem dobrostanu zwierząt). Zwierzęta oszłamiano prądem elektrycznym (250 V) i wykrwawiano w pozycji leżącej. Wykrwawianie rozpoczynano bezpośrednio po użyciu prądu elektrycznego (linia ubojowa Inarco holenderskiej firmy STORK).

Badany materiał obejmował tusze o masie tzw. ciepłej ok. 90 kg (89,74 ± 3,35 kg) (tab. 1). Przedmiotem badań w zakresie oceny jakości mięsa tuczników była tkanka mięsna *longissimus lumborum* (LL). Z prawych półtuszy 35 min po uboju pobierano za ostatnim zębem próby mięśnia do oznaczeń wykonanych w 45 min *post mortem* (R₁, zawartość kwasu mlekowego, potencjał glikolityczny).

Od 38 min po uboju tusze wychładzano w trójfazowym tunelu chłodniczym (–10°C przez 15 min, –15°C przez 25 min i –5°C przez 40 min), a następnie do 24 h po uboju tusze przebywały w chłodni w temperaturze 4°C. Po 24 h od uboju z wychłodzonych prawych półtuszy, z części *longissimus lumborum* mięśnia najdłuższego grzbietu pobrano próbki do oceny właściwości fizykochemicznych mięsa.

Pomiaru pH tkanki mięśniowej dokonano 35 min (pH1), 2 h (pH2), 24 h (pH24), 48 h (pH48) *post mortem* bezpośrednio w tkance mięśnia LD, w tuszy wiszącej, przy użyciu pH-metru Master firmy Dramiński z elektrodą sztyletową.

Wskaźnik przemian energetycznych R1 (IMP/ATP) określono na podstawie metodyki opisanej przez Honikela i Fischer [1977].

Zawartość kwasu mlekowego w tkance mięśniowej określono według metodyki Bergmeyer [1974]. Potencjał glikolityczny tkanki mięśniowej ustalono wg uproszczonej formuły, opracowanej przez Monin i Sellier [1985].

Przewodność elektryczną (EC) mierzono bezpośrednio w wiszącej tuszy, w mięśniu *longissimus lumborum*, za ostatnim żebrem w 2 h *post mortem* (EC₂), stosując konduktometr LF-Star firmy Matthaüs.

Wyciek naturalny (WN) – oznaczono wg metodyki Prange i in. [1977]. Wielkość wycieku naturalnego określono 48 h (WN₄₈), 96 h (WN₉₆) i 144 h (WN₁₄₄) po uboju.

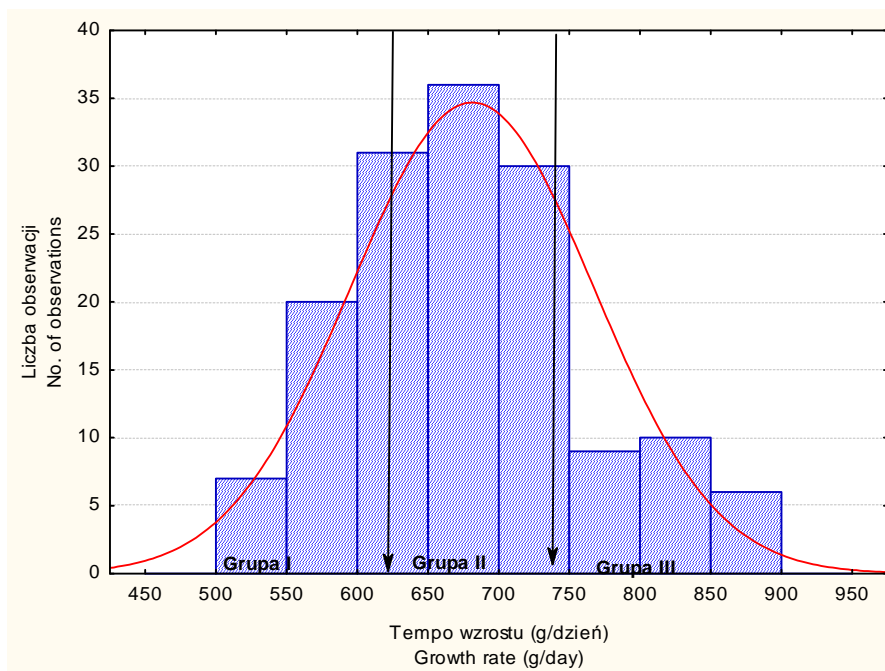
Barwa tkanki mięśniowej została określona w 24 h po uboju przy użyciu aparatu Minolta CR-310 w systemie CIE L*a*b*. Pomiaru dokonano na dogłowej powierzchni mięśnia *longissimus lumborum* (przeciętego za ostatnim żebrem poprzecznie do włókien mięśniowych). Barwę wyrażono za pomocą trzech parametrów: jasność (L*), wysycenie barwy czerwonej (a*), wysycenie barwy żółtej (b*).

Zdolność utrzymywania wody własnej (WHC – *water holding capacity*) – określono w 24 h po uboju zgodnie z metodyką Grau-Hamma [1952] w modyfikacji Pohja i Nivaary [1957].

Wydajność technologiczną mięsa w procesach peklowania i parzenia (TY) określono wg metodyki Naveau i in. [1985] w modyfikacji Koćwin-Podsiadłej i in. [2004].

Oznaczono także podstawowy skład chemiczny tkanki mięśnia LL [AOAC 1990].

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie przy pomocy pakietu statystycznego Statistica 7.1 PL (StatSoft, Tulsa, OK, USA). Zależność pomiędzy średnim dobowym tempem wzrostu tuczników a analizowanymi cechami jakości mięsa przedstawiono w postaci współczynników korelacji fenotypowych prostych (r Pearsona).



Ryc. 1. Rozkład tempa wzrostu analizowanej grupy tuczników
Fig. 1. The distribution of growth rate of analysed group of fatteners

Na podstawie rozkładu średniego dobowego tempa wzrostu (rys. 1) w badanej grupie tuczników wydzielono trzy podgrupy ($\bar{x} \pm 0,7$ SD) różniące się wielkością tego parametru:

grupa I ≤ 620 g dzień⁻¹, grupa II > 620 i ≤ 740 g dzień⁻¹, grupa III > 740 g dzień⁻¹. W wyodrębnionych grupach tuczników stwierdzono zbliżony udział zwierząt z obydwu analizowanych grup rasowych.

Do oceny oddziaływania tempa wzrostu na badane cechy jakości mięsa zastosowano analizę wariancji w układzie nieortogonalnym, uwzględniając w modelu badany ww. czynnik oraz grupę rasową. Poziom istotności różnic między średnimi weryfikowano z wykorzystaniem testu Tukeya [Luszniewicz i Słaby 2001].

Na podstawie wartości granicznych pH₃₅, pH₂₄ i R₁ dokonano klasyfikacji mięsa do następujących klas jakości: RFN – *reddish-pink* (czerwono-różowe), *firm* (twarde, zwięzłe), *non exudative* (niecieknące, normalne), PSE – *pale* (jasne), *soft* (miękkie), *exudative* (cieknące), AM – *acid meat* (mięso kwaśne), DFD – *dark* (ciemne), *dry* (suche) (tab. 2). Częstość występowania poszczególnych klas jakości mięsa oszacowano w obrębie każdej z grup zróżnicowanych tempem wzrostu oraz ogółem dla całego materiału badawczego (ryc. 2).

WYNIKI

Badana grupa 149 tuczników charakteryzowała się masą tuszy ciepłej na poziomie ok. 90 kg (89,74 \pm 3,35). Nie stwierdzono istotnego statystycznie zróżnicowania pomiędzy masą tuszy ciepłej wyodrębnionych na podstawie rozkładu grup, zróżnicowanych średnim życiowym tempem wzrostu (tab. 1).

Średnie życiowe tempo wzrostu dla całej badanej grupy wynosiło ok. 680 g dzień⁻¹ (679,95 \pm 85,67) i – zgodnie z przyjętymi założeniami – było istotnie ($p \leq 0,01$) zróżnicowane między ustalonymi grupami (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka tempa wzrostu i masy tuszy analizowanych grup tuczników
Table 1. The characteristic of daily gain and carcass weight of analysed groups of fatteners

Cecha Trait	Grupa I Group I (n = 39)	Grupa II Group II (n = 78)	Grupa III Group III (n = 32)	Ogółem Total (n = 149)	F _{emp.}
Tempo wzrostu (g dzień ⁻¹) Daily gain (g day ⁻¹)	579,05 A 5,67	678,81 B 4,01	805,72 C 6,25	679,95 85,67	360**
Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight (kg)	90,34 3,94	89,13 2,67	90,5 3,88	89,74 3,35	2,82 ^{NS}

Objaśnienia: W tabeli podano wartości średnie \pm odchylenie standardowe; NS – nieistotne statystycznie; ** – istotne przy $p \leq 0,01$; średnie oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie
Explanations: In table the mean values \pm standard deviation are given; NS – statistically not significant; ** – significant at $p \leq 0.01$; means signed by different letters differ significantly

W celu ustalenia zależności pomiędzy średnim życiowym tempem wzrostu tuczników a analizowanymi cechami jakości i przydatności technologicznej ich mięsa wyliczono współczynniki korelacji fenotypowych prostych (tab. 3). Stwierdzono istotne statystycznie korelacje pomiędzy tempem wzrostu a stopniem zakwaszenia tkanki mięśniowej w analizowanych terminach *post mortem*. Uwagę zwraca fakt, że dla pomiarów pH we wczesnym okresie poubojowym (pH₁ i pH₂) zależności te były dodatnie (odpowiednio $r_{xy} = 0,49^{**}$ i $r_{xy} = 0,42^{**}$), natomiast dla pomiarów dokonanych po całkowitym wychłodzeniu półtuszy (pH₂₄ i pH₄₈) ujemne ($r_{xy} = -0,37^*$ i $r_{xy} = -0,28^*$).

Tabela 2. Wartości graniczne kryteriów klasyfikacji jakości mięsa [wg Koćwin-Podsiadłej 1993 oraz Koćwin-Podsiadłej i in. 1998, 2004]
 Table 2. Thresholds values of criteria of meat quality classification [according to Koćwin-Podsiadła 1993 and Koćwin-Podsiadła *et al.* 1998, 2004]

Kryterium Criterion	Klasy jakości mięsa Classes of meat quality			
	RFN	P S E	AM	DFD
pH ₃₅	≥6,0	<6,0	≥6,0	≥6,0
pH ₂₄	5,6–5,7	5,5–5,7	<5,5	≥6,0
R ₁	<1,05	≥1,05	<1,05	≥1,05

Wraz ze zwiększaniem tempa wzrostu tuczników stwierdzono tendencję do obniżania zawartości kwasu mlekowego w tkance mięśniowej ($r_{xy} = -0,41^{**}$), słabszego wysycenia barwy w kierunku barwy żółtej ($r_{xy} = -0,31^{**}$), mniejszego tempa przemian energetycznych ($r_{xy} = -0,50^{**}$). Analizując korelacje pomiędzy tempem wzrostu tuczników a wyciekami naturalnym z tkanki mięśnia *longissimus lumborum*, odnotowano istotną zależność dla WN mierzonego dopiero w 96 h i 144 h *post mortem* (odp. $r_{xy} = 0,35^{**}$ i $r_{xy} = 0,37^{**}$).

Tabela 3. Współczynniki korelacji fenotypowych prostych (r_{xy}) pomiędzy tempem wzrostu a analizowanymi cechami jakości i przydatności technologicznej mięsa tuczników
 Table 3. The coefficients of phenotypic simple correlations (r_{xy}) between daily gain and the traits of the quality and technological usefulness of meat of porkers

Cecha Trait	r_{xy}	Cecha Trait	r_{xy}
pH ₁	0,49 ^{**}	R1	-0,50 ^{**}
pH ₂	0,42 ^{**}	TY	-0,10 ^{NS}
		Technological yield (%)	
pH ₂₄	-0,37 [*]	WHC	-0,10 ^{NS}
		Water Holding Capacity (cm ²)	
pH ₄₈	-0,28 [*]	WN ₄₈	0,20 ^{NS}
		Drip loss ₄₈ (%)	
EC ₂	-0,20 ^{NS}	WN ₉₆	0,35 ^{**}
		Drip loss ₉₆ (%)	
Zawartość kwasu mlekowego Lactic acid content (μmol g ⁻¹)	-0,41 ^{**}	WN ₁₄₄	0,37 ^{**}
		Drip loss ₁₄₄ (%)	
Potencjał glikolityczny Glycolytic potential (μmol g ⁻¹)	-0,24 ^{NS}	Zawartość tłuszczu śródmięśniowego Intramuscular fat content (%)	-0,14 ^{NS}
L [*]	-0,21 ^{NS}	Zawartość białka ogólnego (%) Total protein content (%)	-0,27 [*]
a [*]	-0,22 ^{NS}	Zawartość suchej masy (%) Dry matter content (%)	-0,62 ^{**}
b [*]	-0,31 ^{**}		

Objaśnienia: NS – nieistotne statystycznie; ** – istotne przy $p \leq 0,01$; * – istotne przy $p \leq 0,05$
 Explanations: NS – statistically not significant; ** – significant at $p \leq 0,01$; * – significant at $p \leq 0,05$

Tabela 4. Cechy jakości i przydatności technologicznej mięsa tuczników zróżnicowanych tempem wzrostu
Table 4. The traits of the quality and technological usefulness of meat of porkers differentiated by daily gain

Cecha Trait	Grupa I Group I (n = 39)	Grupa II Group II (n = 78)	Grupa III Group III (n = 32)	Ogółem Total (n = 149)	F _{emp.}
pH ₁	6,50 A 0,27	6,59 AB 0,17	6,65 B 0,17	6,58 0,21	4,9**
pH ₂	6,08 A 0,30	6,33 B 0,23	6,35 B 0,23	6,29 0,26	9,06**
pH ₂₄	5,68 B 0,11	5,56 A 0,09	5,53 A 0,10	5,58 0,11	26,30**
pH ₄₈	5,55 B 0,13	5,40 A 0,09	5,40 A 0,10	5,44 0,12	27,40**
EC ₂	3,90 2,24	3,45 0,88	2,96 0,74	3,45 1,24	2,90 ^{NS}
Zawartość kwasu mlekowego Lactic acid content (μmol g ⁻¹)	53,07 B 14,86	36,44 A 10,62	35,46 A 10,80	40,58 13,99	29,17**
Potencjał glikolityczny Glycolytic potential (μmol g ⁻¹)	133,69 35,28	130,77 18,74	120,58 27,31	129,34 26,10	2,51 ^{NS}
L*	56,55 B 4,80	54,32 A 2,78	53,08 A 2,79	54,64 3,62	9,72**
a*	14,32 1,10	14,50 1,25	14,24 0,84	4,40 1,13	0,7 ^{NS}
b*	5,70 B 1,32	5,13 AB 1,53	4,47 A 0,58	5,19 1,39	7,59**
R ₁	0,98 B 0,09	0,89 A 0,03	0,89 A 0,03	0,91 0,06	39,04**
TY Technological yield (%)	103,96 5,02	103,02 5,00	104,20 3,72	103,52 4,76	0,93 ^{NS}
WHC Water Holding Capacity (cm ²)	5,71 B 1,48	5,00 AB 1,69	4,29 A 1,85	5,02 1,74	6,08**
WN ₄₈ Drip loss ₄₈ (%)	5,83 2,98	6,70 2,43	6,40 2,48	6,41 2,60	1,46 ^{NS}
WN ₉₆ Drip loss ₉₆ (%)	8,11 A 3,37	10,59 B 3,07	11,18 B 3,60	10,06 3,46	9,79**
WN ₁₄₄ (%) Drip loss ₁₄₄ (%)	10,14 A 3,13	11,76 B 2,50	14,22 C 3,13	11,80 3,25	15,27**
Zawartość tłuszczu śródmięśniowego Intramuscular fat content (%)	1,70 0,61	1,61 0,58	1,72 0,58	1,65 0,59	0,49 ^{NS}
Zawartość białka ogólnego Total protein content (%)	22,90 B 0,86	22,46 A 0,54	22,61 AB 0,44	22,61 0,65	6,50**
Zawartość suchej masy Dry matter content (%)	25,15 B 1,07	23,56 A 0,63	23,53 A 0,35	23,99 1,03	65,60**

Objaśnienia: W tabeli podano wartości średnie ± odchylenie standardowe; NS – nieistotne statystycznie; ** – istotne przy $p \leq 0,01$; średnie oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie

Explanations: In table the mean values ± standard deviation are given; NS – statistically not significant; ** – significant at $p \leq 0,01$; means signed by different letters differ significantly

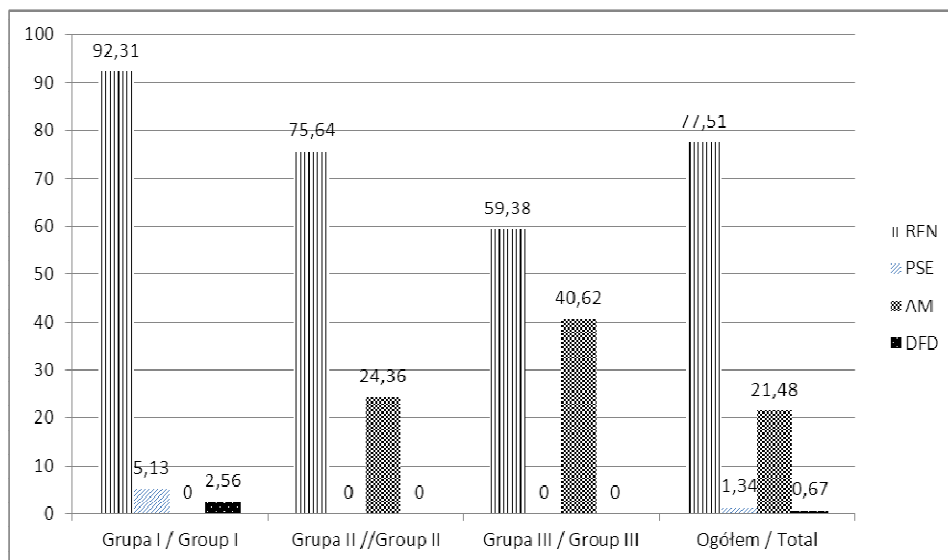
Wśród analizowanych parametrów podstawowego składu chemicznego tkanki mięśniowej w istotnej korelacji z tempem wzrostu pozostawała zawartość białka ogólnego ($r_{xy} = -0,27^*$) i suchej masy ($r_{xy} = -0,62^{**}$) (tab. 3).

Nie odnotowano istotnych statystycznie korelacji tempa wzrostu tuczników z przewodnością elektryczną tkanki mięśniowej (EC₂), jasnością barwy mięsa (L*) i jej wysyceniem w kierunku barwy czerwonej (a*), wskaźnikiem wydajności technologicznej

mięsa w procesach peklowania i parzenia (TY), zdolnością utrzymywania wody własnej (WHC), wyciekem naturalnym w 48 h *post mortem* (WN₄₈) ani zawartością tłuszczu śródmięśniowego (tab. 3).

Przeprowadzona – w układzie nieortogonalnym – analiza wariancji wykazała istotne statystycznie ($p \leq 0,01$) zróżnicowanie grup tuczników o różnym tempie wzrostu w zakresie takich parametrów charakteryzujących jakość i przydatność technologiczną mięsa, jak: zakwaszenie tkanki mięśniowej do 48 h *post mortem*, zawartość kwasu mlekowego, jasność barwy mięsa i jej wysycenie w kierunku barwy żółtej, intensywność przemian energetycznych wyrażona wskaźnikiem R₁, WHC, wyciek naturalny od 96 h po uboju, zawartość białka ogólnego i suchej masy (tab. 4).

Jedynie dla wycieku naturalnego, określanego w 144 h *post mortem*, średnie wszystkich analizowanych grup różniły się od siebie istotnie. W przypadku pozostałych, potwierdzonych statystycznie różnic, średnie wartości odnotowane dla grupy II (o tempie wzrostu 621–740 g dzień⁻¹) były pośrednie między grupami I i III (pH₁, b*, WHC) bądź zbliżone do średnich wartości grupy III (pH₂, pH₂₄, pH₄₈, zawartość kwasu mlekowego, L*, R₁, WN₉₆, zawartość suchej masy) (tab. 4). Nie stwierdzono istotnego statystycznie oddziaływania grupy rasowej na badane cechy jakości i przydatności technologicznej mięsa.



Ryc. 2. Częstość występowania tusz z mięsem normalnym i wadliwym w analizowanych grupach tuczników różniących się tempem wzrostu
 Fig. 2. The frequency of carcasses with normal and faulty meat among analyzed groups of fatteners differentiated by growth rate

Analizując częstość występowania odchyleń jakościowych mięsa, stwierdzono wraz ze zwiększeniem tempa wzrostu tuczników wyraźną tendencję do spadku odsetka tusz z mięsem o prawidłowych parametrach jakości (92,31% w grupie I, 75,64% w grupie II i 59,38% w grupie III) na rzecz wyraźnego zwiększenia częstości tusz z mięsem kwaśnym (odpowiednio 0%, 24,36% i 40,62%) (rys. 2), co nie znalazło jednak odzwierciedlenia w wielkości wskaźnika wydajności technologicznej mięsa w procesach peklowania i parzenia (tab. 4).

DYSKUSJA

Uzyskane w niniejszej pracy, zaprezentowane w tabeli 3, wartości współczynników korelacji fenotypowych prostych wyraźnie wskazują na większe zakwaszenie tkanki mięśnia *longissimus lumborum* we wczesnym okresie poubojowym u tuczników odznaczających się najmniejszym tempem wzrostu (grupa I), co zostało potwierdzone najwyższą zawartością kwasu mlekowego w tkance mięśniowej i najbardziej intensywną przemianą energetyczną (R_1) w 45 min po uboju (tab. 4). Współczynniki korelacji fenotypowych prostych odnotowane dla tempa wzrostu tuczników oraz cech jakości ich mięsa określanych we wczesnym okresie poubojowym (do 2 h) były dosyć wysokie ($r_{xy} = -0,41$ dla zawartości kwasu mlekowego do $r_{xy} = -0,50$ dla R_1) i zostały potwierdzone statystycznie przy $p \leq 0,01$ (tab. 3). Interesujący wydaje się fakt, że w przypadku pH tkanki mięśnia LL określonego w 24 i 48 h po uboju – a więc w okresie, kiedy nastąpił już proces dojrzewania mięsa – najsilniejszym zakwaszeniem charakteryzowało się mięso tuczników o największym tempie wzrostu (grupa III) (tab. 3 i 4). Omawiane zjawisko znalazło potwierdzenie w najwyższej częstości występowania mięsa wadliwego typu *acid meat*, dla którego kryterium diagnostycznym jest wartość pH_{24} w tej grupie tuczników (40,62% tusz z mięsem wadliwym typu AM w grupie III, wobec 24,36% w grupie II i 0% w grupie I).

Analogiczną sytuację jak dla grupy III tuczników o najwyższym tempie wzrostu Krzęcio i in. [2008] stwierdzili dla wariantu AA genu kalpastatyny (*CAST/RsaI*). Kristensen i in. [2002] przyjęli hipotezę, że wysokie tempo wzrostu świń w okresie tuczu może wynikać z podwyższonego tempa przemian białek zachodzących na skutek aktywności określonych enzymów *in vivo* (mu-kalpaina, m-kalpaina, kalpastatyna), co w konsekwencji znajduje odzwierciedlenie w kształtowaniu się kruchości mięsa w okresie jego dojrzewania poubojowego. Ww. autorzy odnotowali dodatnią korelację pomiędzy aktywnością m-kalpainy i tempem wzrostu tuczników ($r = 0,35$, $P = 0,03$), stwierdzając ponadto, że wysoki tzw. potencjał proteolityczny (wskaźnik mu-kalpaina : kalpastatyna) *in vivo* warunkuje przemiany proteolityczne tkanki mięśniowej (w tym proces tenderyzacji mięsa) także w okresie poubojowym. Także z wyników uzyskanych przez Migdała i in. [2006] można wnioskować, że tuczniaki o większych przyrostach dziennych, szybciej rosnące, charakteryzują się bardziej kruchym mięsem, o lepszej przeżuwalności. Na podstawie zaprezentowanych wyników badań własnych oraz danych z piśmiennictwa można przypuszczać, że wysokie tempo wzrostu za życia tuczników i związana z nim specyficzna, zróżnicowana aktywność przemian proteolitycznych i energetycznych *post mortem* może być związana z aktywnością układu kalpainy–kalpastatyna i warunkowana określonym genotypem zwierząt w tym zakresie.

Istotną, dodatnią zależność dla WN i tempa wzrostu odnotowano dla WN określane go dopiero w 96 h i 144 h *post mortem* (tab. 3 i 4). Podobną jak w niniejszej pracy tendencję odnotował Leuret [2008]. Z kolei Moeller i in. [2003] stwierdzili bliską zera zależność między wyciekami naturalnymi z tkanki mięśniowej tuczników a ich tempem wzrostu ($r = -0,07$). Analogicznie Krzęcio [2009] nie stwierdziła istotnego statystycznie zróżnicowania tempa wzrostu tuczników mieszańców różniących się wyciekami naturalnymi, niezależnie od ich genotypu względem genu *RYS1*.

Nowachowicz i in. [2009], analizując jakość mięsa loszek rasy wielkiej białej polskiej, nie stwierdzili istotnego statystycznie zróżnicowania stopnia zakwaszenia tkanki mięśniowej, jasności barwy mięsa ani zawartości białka rozpuszczalnego między grupami o zróżnicowanym tempie wzrostu (ok. 661 g dzień⁻¹ i 736 g dzień⁻¹).

Podobną tendencję jak w niniejszej pracy (tab. 4) odnotowali Sobotka i in. [2012], stwierdzając jaśniejszą barwę mięśnia *longissimus dorsi* i jej większe wysycenie w kierunku barwy żółtej u tuczników o mniejszym tempie wzrostu. Ci autorzy nie potwierdzili jednak omawianej zależności dla mięśnia *semimembranosus*.

Correa i in. [2006] w badaniach przeprowadzonych na licznej grupie (340 osobników) mieszańców trójrasowych duroc × (landrace × yorkshire) nie stwierdzili istotnych statystycznie różnic w wartości pH, wycieku naturalnym ani barwie mięśnia najdłuższego grzbietu między grupami tuczników o różnym tempie wzrostu. Candek-Potokar i in. [1999] w swoich badaniach stwierdzili natomiast, że mniejszemu tempu wzrostu – na skutek limitowanego żywienia tuczników – towarzyszy podwyższony wyciek naturalny i mniejsza kruchość mięsa.

Z technologicznego punktu widzenia istotny wydaje się fakt, iż między grupami różniącymi się tempem wzrostu nie odnotowano istotnych statystycznie różnic w wydajności technologicznej mięsa w procesach peklowania i obróbki termicznej (TY). Wynika to najprawdopodobniej z niewielkiej zmienności pH_{24} ($5,58 \pm 0,11$) w badanej grupie zwierząt, determinującej wydajność technologiczną mięsa w przetwórstwie.

WNIOSKI

1. Zaprezentowane rezultaty badań wskazują na silniejsze zakwaszenie tkanki mięśnia *longissimus lumborum* i najbardziej intensywną przemianę energetyczną (R_1) we wczesnym okresie poubojowym (45 min) u tuczników odznaczających się niskim tempem wzrostu (grupa I).

2. Najsilniejszym zakwaszeniem w 24 h i 48 h *post mortem* odznaczało się mięso tuczników o najwyższym tempie wzrostu (grupa III), co znalazło potwierdzenie w największej częstotliwości występowania mięsa wadliwego typu *acid meat* w tej grupie tuczników (40,62% tusz z mięsem wadliwym typu AM w grupie III, wobec 24,36% w grupie II i 0% w grupie I).

3. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w wydajności technologicznej w procesach peklowania i obróbki termicznej (TY) mięsa tuczników zróżnicowanych tempem wzrostu.

PIŚMIENNICTWO

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. 15th edition, Washington.
- Bergmeyer H.U., 1974. Methods of enzymatic analysis. Academic Press, New York.
- Candek-Potokar M., Lefaucheur L., Zlender B., Bonneau M., 1999. Effect of slaughter weight and/or age on histochemical characteristics of pig *longissimus dorsi* muscle as related to meat quality. Meat Sci. 52,195–203.
- Correa J.A., Faucitano L., Laforest J.P., Rivest J., Marcoux M., Gariépy C., 2006. Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. Meat Sci. 72(1), 91–99.

- de Lange C.F.M., Morel P.C.H., Birkett S.H., 2003. Modeling chemical and physical body composition of the growing pig. *J. Anim. Sci.* 81, E, suppl. 2, E159–E165.
- Grau R., Hamm R., 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. *Fleischwirtschaft* 4, 295–297.
- Honikel K.O., Fischer H., 1977. A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. *J. Food Sci.* 42, 1633–1636.
- Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E., Kurył J., Pospiech E., Grześ B., Zybert A., Sieczkowska H., Antosik K., Łyczyński A., 2004. Wpływ form polimorficznych wybranych genów na mięsność oraz właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne tkanki mięśniowej. W: M. Światoński (red.), *Postępy genetyki molekularnej bydła i trzody chlewnej*, Wyd. AR w Poznaniu, Poznań, 259–329.
- Koćwin-Podsiadła M., Przybylski W., Kaczorek S., Krzęcio E., 1998. Quality and technological yield of PSE (pale, soft, exudative) – acid and normal pork. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 7/48(2), 217–222.
- Kristensen L., Therkildsen M., Riis B., Sørensen M.T., Oksbjerg N., Purslow P.P., Ertbjerg P., 2002. Dietary-induced changes of muscle growth rate in pigs: effects on in vivo and postmortem muscle proteolysis and meat quality. *J. Anim. Sci.* 80(11), 2862–2871.
- Krzęcio E., 2009. Zmienność, uwarunkowania i diagnostyka wycieku naturalnego z mięsa wieprzowego. *Rozpr. Nauk.* 103. Wyd. AP, Siedlce.
- Krzęcio E., Koćwin-Podsiadła M., Kurył J., Zybert A., Sieczkowska H., Antosik K., 2008. The effect of interaction between genotype CAST/RsaI (calpastatin) and MYOG/MspI (myogenin) on carcass and meat quality in pigs free of RYR1T allele. *Meat Sci.* 80, 1106–1115.
- Lebret B., 2008. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal* 2(10), 1548–1558.
- Long Y., Ruan G.R., Su Y., Xiao S.J., Zhang Z.Y., Ren J., Ding N.S., Huang L.S., 2014. Genome-wide association study identifies QTLs for EBV of backfat thickness and average daily gain in Duroc pigs. *Russ. J. Genet.* 50(12), 1308–1315.
- Luszniewicz A., Słaby T., 2001. *Statystyka z pakietem komputerowym Statistica PL. Teoria i zastosowania*. Beck, Warszawa.
- Migdał W., Orzechowska B., Różycki M., Tyra M., Wojtysiak D., Duda I., 2006. Chemical composition and texture parameters of loin from polish landrace, polish large white and pietrain fatteners. *Ann. Anim. Sci.*, suppl. 2/2, 375–378.
- Moeller S.J., Baas T.J., Leeds T.D., Emmett R.S., Irvin K.M., 2003. Rendement Napole gene effects and a comparison of glycolytic potential and DNA genotyping for classification of Rendement Napole status in Hampshire-sired pigs. *J. Anim. Sci.* 81, 402–410.
- Monin G., Sellier P., 1985. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post mortem period: the case of the Hampshire breed. *Meat Sci.* 13, 49–63.
- Naveau J., Pommeret P., Lechaux P., 1985. Proposition d'une méthode de mesure du rendement technologique: la „méthode Napole”. *Tech. Porc.* 8, 7–13.
- Nowachowicz J., Michalska G., Wasilewski P.D., Bucek T., 2009. Meat and fat content and meat quality of pigs of polish large white breed of different growth rate. *J. Centr. Eur. Agric.* 10(1), 73–78.
- Pohja N.S., Ninivaara F.P., 1957. Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstandrückmethoden. *Fleischwirtschaft* 9, 193–195.
- Prange H., Jugert L., Schamer E., 1977. Untersuchungen zur Muskelfleischqualität beim Schwein. *Arch. Exp. Vet. Med.* 31, 235–248.

- Sobotka W., Pomianowski J.F., Wójcik A., 2012. Wpływ zastosowania genetycznie zmodyfikowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz poekstrakcyjnej śruty rzepakowej „00” na efekty tuczu, właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa świń. *Żywn. Nauk. Technol. Jakość* 1(80), 106–115.
- Stefaniuk M., Kaczor U., Kulisa M., 2014. Polimorfizm genu miostatyny (MSTN) u zwierząt domowych. *Post. Hig. Med. Dośw.*, 68, 633–639 [online], <http://www.phmd.pl/abstracted.php?level=5&ICID=1103271>.

Summary. The aim of the study was to analyze the quality and technological usefulness of meat of porkers differentiated by the daily gain. The investigations were conducted on 149 two-crossbreeds fatteners: (L × Y) and (L × D). Basing on the distribution of the average daily gain in the analysed group three subgroups of fatteners were distinguished: group I $\leq 620 \text{ g day}^{-1}$, group II >620 and $\leq 740 \text{ g day}^{-1}$, group III $>740 \text{ g day}^{-1}$. In group I with a low daily gain, a stronger acidity of LL muscle and the most intensive energetic turnover (R1) in an early period post mortem (45 min) were noted. The meat of fatteners with the highest daily gain (group III) was characterized by greater acidity in 24 and 48 hrs post mortem. It was confirmed in the highest frequency of carcasses with faulty acid meat (40.62% of carcasses vs. 24.36% in group II and 0% in group I). There were not any statistically significant differences in the technological yield in curing and cooking processes of meat of fatteners differentiated by daily gain.

Key words: porkers, daily gain, meat quality