

WIESŁAW PRZYBYLSKI, MAGDALENA SOT, ELZBIETA OLCZAK,  
KINGA BORUSZEWSKA

## WPLYW STĘŻENIA GLUKOZY I TRIACYLOGLICEROLI W SUROWICY KRWI NA JAKOŚĆ TUSZY I MIĘSA TUCZNIKÓW

### Streszczenie

Celem pracy było określenie zależności pomiędzy stężeniem lipidów i glukozy w surowicy krwi świń a parametrami charakteryzującymi jakość tuszy i mięsa wieprzowego. Badania wykonano na materiale 54 tuczników (36 wieprzków i 18 loszek) pochodzących z krzyżowania loszek Naïma z knurami P76 z linii hybrydowej P76-PenArLan. Bezpośrednio po uboju, z tętnic szyjnych pobrano próbki krwi tuczników. W surowicy krwi oznaczono stężenie: glukozy, triacylogliceroli (TG), cholesterolu całkowitego (CHOL) i HDL oraz wyliczono cholesterol LDL. Po uboju określono zawartość mięsa w tuszach aparatem CGM. W mięśniu *longissimus dorsi* (LD) oznaczono: wartość pH po 45 min, 3 h i 24 h od uboju (na wysokości ostatniego żebra), parametry barwy L\*, a\*, b\*, wyciek naturalny i potencjał glikolityczny. Pomędzy badanymi cechami obliczono współczynniki korelacji. Na podstawie zawartości glukozy w surowicy krwi wyodrębniono dwie grupy świń w badanej populacji, różniące się profilem lipidów i stężeniem glukozy oraz jakością mięsa. Mięso świń w grupie charakteryzującej się wyższym poziomem triacylogliceroli (103,13 mg/100 ml vs. 76,32 mg/100 ml) i glukozy (137,87 mg/100 ml vs. 81,98 mg/100 ml) charakteryzowało się niższym pH po 45 min (6,34 vs. 6,54), po 3 h (6,12 vs. 6,33) i po 24 h (5,50 vs. 5,58) *post mortem* oraz wyższym potencjałem glikolitycznym (148,36  $\mu$ mol/g vs. 134,90  $\mu$ mol/g) i większym wyciekiem naturalnym (5,11 % vs. 3,95 %). Wykazano istotne ( $p \leq 0,05$ ) zależności pomiędzy stężeniem lipidów w surowicy krwi i poziomem glukozy a cechami wartości rzeźnej i parametrami określającymi jakość mięsa ( $r = -0,28 \div 0,41$ ).

**Słowa kluczowe:** mięso wieprzowe, stężenie lipidów w surowicy krwi, stężenie glukozy w surowicy krwi, jakość mięsa

## Wprowadzenie

Mięso wieprzowe zajmuje ważne miejsce wśród surowców mięsnych. W 2012 roku wieprzowina stanowiła 36 % światowej produkcji mięsa [13]. W Polsce udział produkcji mięsa wieprzowego w ogólnej produkcji żywca rzeźnego w przeliczeniu na mięso zmniejszył się od roku 2005 z 58,5 % do 43,4 % w roku 2013, jednak nadal w strukturze spożycia mięso to stanowi 55,6 % [13]. Jest ono spożywane z uwagi na ugruntowane przyzwyczajenia i tradycje kulinarne oraz stosunkowo przystępne ceny. Dietetycy zalecają spożywanie mięsa i przetworów mięsnych o małej zawartości tłuszczu, stąd i konsumenci poszukują właśnie takiej wieprzowiny. Realizowane od kilkadziesiąt lat prace hodowlane doprowadziły do znaczącego zmniejszenia otłuszczenia tusz wieprzowych. W tuszach nastąpił istotny wzrost zawartości mięsa chudego, a wartość odżywcza i prozdrowotna uległy znacznej poprawie [4]. Nie zawsze jednak mięso to charakteryzuje się wysoką jakością sensoryczną i technologiczną, dlatego też właściwości wieprzowiny są nadal przedmiotem badań.

Czynniki wpływające na jakość technologiczną i sensoryczną wieprzowiny można podzielić na genetyczne i środowiskowe [4, 21, 25]. Pomimo poznania wielu z nich, występuje jeszcze znacząca część niewyjaśnionej zmienności cech charakteryzujących jakość tego mięsa. W ostatnim okresie zwrócono uwagę na badania z zakresu oceny powiązania cech jakości mięsa z metabolitami oznaczanymi we krwi świń [1, 6, 8, 11, 23]. W badaniach tych wykazano zależności stężenia leptyny w surowicy krwi z cechami wartości rzeźnej [1, 23], profilu lipidowego w surowicy z cechami jakości mięsa [23] oraz poziomu glukozy i kwasu mlekowego z cechami jakości mięsa i wartości rzeźnej [6, 8, 11]. Wyniki takich powiązań mają więc wartość prognostyczną, jak również umożliwiają monitorowanie stresu przedubojowego.

Celem pracy było określenie powiązania stężenia lipidów i glukozy w surowicy krwi z parametrami charakteryzującymi wartość rzeźną tusz i wyróżnikami jakości mięsa wieprzowego.

## Material i metody badań

Badania wykonano na materiale 54 tuczników (36 wieprzków i 18 loszek) pochodzących z krzyżowania loszek linii Naïma z knurami hybrydami P76 firmy PenArLan. Wszystkie badane tuczniaki utrzymywane były w jednakowych warunkach środowiskowych i żywione mieszankami pełnoporcjowymi z nieograniczonym dostępem do wody. Czas trwania tuczu wszystkich tuczników był jednakowy i wynosił 165 dni. Po zakończeniu tuczu zwierzęta były ubijane w rzeźni według obowiązującej technologii (2-godzinny odpoczynek przedubojowy, automatyczne oształamianie elektryczne, wykrwawianie w pozycji horyzontalnej). Krew tuczników pobierano do próbek zawierających EDTA bezpośrednio po uboju, podczas ich wykrwawiania po otwarciu tętnic

szyjnych. Pobraną krew odwirowywano w wirówce MPW 350 (Med. Instruments, Polska) przy 3000 rpm (1470 g) przez 10 min. Otrzymaną surowicę krwi zamrażano w temp.  $-82\text{ }^{\circ}\text{C}$  i stopniowo używano do analiz. W surowicy oznaczano stężenie: glukozy, triacylogliceroli (TG), cholesterolu całkowitego (CHOL) i HDL –z użyciem zestawu PTH Hydrex (Hydrex Diagnostics Sp. z o.o. Sp. kom., Warszawa). Stężenie cholesterolu LDL wyliczano z równania:  $\text{LDL} = \text{CHOL} - (\text{TG}/5 + \text{HDL})$ .

Po uboju, na ciepłych wiszących tuszach określano grubość schabu i słoniny aparatem CGM (Sydel, Francja) a następnie na ich podstawie obliczono zawartość mięsa według Borzuty [5]. Parametry jakości mięsa określano w próbkach *m. longissimus dorsi* (LD) za ostatnim żebrzem (część lędźwiowa). Wartość pH mierzono po 45 min ( $\text{pH}_1$ ), 3 h ( $\text{pH}_3$ ) i 24 h ( $\text{pH}_{24}$ ) od uboju, bezpośrednio w tkance mięśniowej, za pomocą pH-metru WTW 330 (Weilheim, Niemcy). Barwę oznaczano w systemie CIE Lab ( $L^*$  – jasność,  $a^*$  – odniesienie do czerwieni,  $b^*$  – wysycenie w kierunku żółtym). Parametry  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  mierzono za pomocą aparatu Minolta CR310 (Konica Minolta, Osaka, Japonia) 48 h od uboju. Parametry pomiaru to: źródło światła D65, obserwator  $8^{\circ}$ , kalibracja wzorcem bieli:  $L^* - 98,45$ ,  $a^* - 0,10$ ,  $b^* - 0,13$ . Wyciek naturalny oznaczano metodą, którą opisali Prange i wsp. [22]. Potencjał glikolityczny mięśnia LD obliczano z równania Monina i Selliera [20] na podstawie oznaczeń glikogenu, glukozy i glukozo-6-fosforanu według metody Dalrymple i Hamm [9] oraz kwasu mlekowego według Bergmeyera [3]. Badania przeprowadzono w Katedrze Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie.

Wyniki opracowano statystycznie w programie Statistica PL ver. 10.0 [26]. Obliczono współczynniki korelacji między badanymi cechami. Określono wpływ grupy (w zależności od stężenia glukozy w surowicy krwi tuczników) i płci na badane cechy, stosując dwuczynnikową analizę wariancji ANOVA. Istotność różnic między wartościami średnimi badanych grup oraz płci weryfikowano testem t-Studenta ( $p \leq 0,01$ ).

## Wyniki i dyskusja

Na podstawie stężenia glukozy w surowicy krwi tuczniaki podzielono na dwie grupy:  $\leq 100\text{ mg}/100\text{ ml}$  – I;  $> 100\text{ mg}/100\text{ ml}$  – II). Wykazano, że wyodrębnione grupy różniły się istotnie w zakresie takich cech, jak: stężenie triacylogliceroli (TG) i glukozy w surowicy krwi oraz  $\text{pH}_1$ ,  $\text{pH}_3$  i  $\text{pH}_{24}$ , potencjał glikolityczny mięśnia LD a także wyciek naturalny z mięsa (tab. 1). Nie stwierdzono istotnych różnic między grupami pod względem zawartości cholesterolu całkowitego i jego frakcji w surowicy krwi, cech wartości rzeźnej oraz parametrów barwy mięsa.

Tuczniaki grupy II charakteryzowały się wyższym stężeniem triacylogliceroli i glukozy w surowicy krwi. Mięśnie LD świń w tej grupie odznaczały się niższymi wartościami  $\text{pH}_1$ ,  $\text{pH}_3$  i  $\text{pH}_{24}$  oraz wyższym potencjałem glikolitycznym i większym

wyciekami naturalnymi (tab. 1). Wyniki te wskazują, że w mięśniach tuczników grupy II poubojowa glikoliza przebiegała szybciej i miała głębszy zasięg. Należy podkreślić, że tuczniaki o wyższym stężeniu TG i glukozy w surowicy krwi charakteryzowały się wyższym potencjałem glikolitycznym *m. longissimus dorsi* oraz niższą jakością mięsa (tab. 1). Podobnie Kajak i wsp. [15], Choe i wsp. [7] oraz Sieczkowska i wsp. [25] stwierdzili, że tuczniaki o wyższym potencjale glikolitycznym wykazywały niższe pH końcowe mięśni, jaśniejszą barwę oraz zwiększony wyciek naturalny. Podobne prawidłowości w odniesieniu do powiązania profilu lipidowego surowicy krwi z cechami jakości mięsa oraz występowanie tuczników o zróżnicowanym typie metabolicznym wykazali Przybylski i wsp. [23]. W badaniach tych zaobserwowano, że tuczniaki o wyższym stężeniu TG w surowicy krwi charakteryzowały się wyższym potencjałem glikolitycznym i większym wyciekami naturalnymi mięsa. Yu i wsp. [27] dowiedli ponadto, że tuczniaki o niższym stężeniu TG w surowicy krwi charakteryzowały się małą zawartością tłuszczu śródmięśniowego, a tuczniaki o wyższym poziomie cholesterolu frakcji LDL i TG wykazywały odwrotną zależność.

Uzyskane wartości stężenia cholesterolu całkowitego w surowicy krwi tuczników były zbliżone do wyników uzyskanych przez Barowicza i Pieszkę [2], Kapelańskiego i wsp. [17] oraz Przybylskiego i wsp. [23]. Z kolei stężenie frakcji HDL było zbliżone do wyników Przybylskiego i wsp. [23], ale niższe niż Barowicza i Pieszkę [2]. Stężenie frakcji cholesterolu LDL w badaniach własnych było wyższe niż oznaczone przez Barowicza i Pieszkę [2] a nieznacznie niższe od wyników Przybylskiego i wsp. [23]. Zawartość triacylogliceroli w surowicy krwi była natomiast większa niż w badaniach ww. autorów. Wyniki badań wielu autorów wskazują, że profil lipidowy w surowicy krwi świń jest zmienny i uzależniony zarówno od żywienia, jak i od czynników genetycznych, takich jak płeć czy rasa [2, 14, 24].

W przypadku grubości słoniny zaobserwowano wpływ płci na wartość tego parametru (tab. 1). Istotnie grubsza słonina występowała w tuszach wieprzków. Większe otłuszczenie wieprzków w porównaniu z tuszami loszek zaobserwowali Kapelański i wsp. [16], Karamucki i wsp. [18] oraz Daszkiewicz i wsp. [10]. Nie stwierdzono natomiast ani jednej istotnej interakcji czyli jednoczesnego wpływu grupy i płci na profil lipidowy surowicy krwi i badane cechy jakości mięsa. Według Migdała i wsp. [19] brak różnic jakości mięsa między loszkami i wieprzkami może być wywołany brakiem wpływu płci na kompozycję poszczególnych typów włókien mięśniowych. Jak podają bowiem Choe i wsp. [7], potencjał glikolityczny mięśni, przebieg poubojowej glikolizy, jasność barwy mięsa i wyciek naturalny w znacznym stopniu są efektem udziału poszczególnych typów włókien mięśniowych. Podobnie Przybylski i wsp. [23] nie wykazali istotnych różnic między knurkami i loszkami pod względem zawartości TG, cholesterolu całkowitego i jego frakcji oraz szeregu badanych cech jakości mięsa.

Tabela 1. Stężenie lipidów i glukozy w surowicy krwi oraz parametry jakości tuszy i mięsa tuczników  
 Table 1. Levels of lipids and glucose in blood serum as well as quality parameters of carcass and meat of fatteners

Cecha Trait	Grupa / Group		Płeć / Sex		Wyniki analizy wariancji F <sub>emp.</sub> Results of analysis of variance F <sub>emp.</sub>		
	I	II	Wieprzki Barrows	Loszki Gilts	G	P/S	G×P /S
Liczba zwierząt Number of animals	25	29	36	18	G	P/S	G×P /S
Triacyloglicerole Triacylglycerols [mg/100ml]	76,82 A ± 29,00	103,13 B ± 34,40	90,63 ± 36,40	91,59 ± 30,90	9,81**	0,26	0,72
Cholesterol całkowity Total cholesterol [mg/100ml]	95,66 ± 11,70	97,94 ± 11,41	96,38 ± 11,60	97,89 ± 11,53	0,17	0,28	0,97
Cholesterol HDL [mg/100 ml]	33,72 ± 7,19	35,80 ± 7,00	34,99 ± 7,87	34,53 ± 5,41	0,65	0,01	0,27
Cholesterol LDL [mg/100 ml]	46,57 ± 14,44	41,52 ± 10,86	43,27 ± 11,94	45,03 ± 14,60	2,76	0,08	1,08
Glukoza / Glucose [mg/100 ml]	81,98 A ± 13,87	137,87 B ± 34,32	112,27 ± 36,88	111,44 ± 43,34	59,34**	0,86	1,65
Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight [kg]	93,37 ± 8,64	93,14 ± 6,78	93,44 ± 7,64	92,88 ± 7,81	0,01	0,07	0,02
Zawartość mięsa w tuszy Meat content in carcass [%]	56,61 ± 2,86	57,24 ± 2,23	56,53 ± 2,43	57,78 ± 2,62	1,13	3,48	0,02
Grubość schabu Loin thickness [mm]	59,00 ± 7,18	60,79 ± 5,48	60,28 ± 7,30	59,33 ± 3,79	0,76	0,14	0,01
Grubość słoniny Backfat thickness [mm]	15,12 ± 2,89	14,86 ± 3,41	15,78 A ± 2,99	13,39 B ± 2,95	0,38	7,86 **	0,01
pH <sub>1</sub>	6,54 A ± 0,17	6,34 B ± 0,25	6,43 ± 0,24	6,44 ± 0,25	13,12**	0,04	1,94
pH <sub>3</sub>	6,33 A ± 0,18	6,12 B ± 0,26	6,20 ± 0,27	6,26 ± 0,20	7,47**	0,17	0,75
pH <sub>24</sub>	5,58 A ± 0,11	5,50 B ± 0,11	5,53 ± 0,11	5,56 ± 0,12	7,50**	0,50	0,20
Potencjał glikolityczny Glycolytic potential [μmol/g]	134,90 A ± 16,44	148,36 B ± 16,93	143,25 ± 16,56	139,90 ± 20,60	5,38**	0,11	1,49
Barwa / Colour L*	54,24 ± 2,33	55,36 ± 2,32	55,11 ± 2,54	54,30 ± 1,96	2,72	0,92	0,15
a*	15,52 ± 0,96	15,63 ± 1,13	15,52 ± 1,07	15,72 ± 1,02	0,09	0,48	0,22
b*	5,77 ± 1,22	5,84 ± 1,07	5,94 ± 0,96	5,56 ± 1,41	0,01	1,21	0,01
Wyciek naturalny Normal drip loss [%]	3,95 A ± 1,49	5,11 B ± 1,52	4,55 ± 1,60	4,62 ± 1,06	9,36**	0,30	1,39

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; A, B – wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie

( $p \leq 0,01$ ) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ( $p \leq 0,01$ ); G – efekt grupy / effect of group; P/S – efekt płci / effect of sex; G×P/S – efekt interakcji grupa × płeć / effect of interaction: group × sex. \*\* – efekt istotny ( $p \leq 0,01$ ) / effect significant at  $p \leq 0,01$ .

Po przeprowadzeniu analizy zależności pomiędzy badanymi cechami wykazano, że masa tuszy była dodatnio skorelowana z zawartością cholesterolu HDL, grubość słoniny – dodatnio skorelowana ze stężeniem TG i cholesterolu HDL, a ujemnie – z zawartością cholesterolu LDL. Stwierdzono również istotną ujemną zależność pomiędzy stężeniem TG a zawartością mięsa w tuszy. Z kolei stężenie glukozy w surowicy krwi było ujemnie skorelowane z  $pH_1$  i  $pH_{24}$ , natomiast dodatnio z potencjałem glikolitycznym, jasnością barwy ( $L^*$ ) i wyciekaniem naturalnym (tab. 2).

Tabela 2. Współczynniki korelacji pomiędzy analizowanymi cechami  
Table 2. Coefficients of correlations among traits analyzed

Cecha / Trait	TG	TCh	HDL	LDL	Glu
Masa ciepłej tuszy / Hot carcass weight	0,05	0,11	0,37*	-0,14	-0,10
Zawartość mięsa w tuszy / Content of meat in carcass	-0,28*	-0,09	-0,11	0,13	-0,16
Grubość schabu / Loin thickness	-0,07	-0,06	0,20	-0,13	0,02
Grubość słoniny / Backfat thickness	0,30*	0,07	0,32*	-0,28*	0,22
$pH_1$	-0,10	-0,16	0,04	-0,11	-0,35*
$pH_3$	-0,03	-0,11	0,08	-0,12	-0,26
$pH_{24}$	0,01	-0,06	-0,11	0,01	-0,28*
Potencjał glikolityczny / Glycolytic potential [ $\mu\text{mol/g}$ ]	0,00	0,05	0,00	0,04	0,28*
Barwa / Colour $L^*$	0,08	0,02	0,21	-0,14	0,30*
$a^*$	0,02	0,06	-0,10	0,10	-0,03
$b^*$	0,11	-0,04	0,14	-0,18	0,12
Wyciek naturalny / Normal drip loss [%]	0,07	0,08	0,04	0,01	0,41*

Objaśnienia: /Explanatory notes:

\* - współczynnik istotny przy  $p \leq 0,05$  / significant coefficient at  $p \leq 0,05$

Współczynniki równań regresji w przypadku korelacji statystycznie istotnych przedstawiono w tab. 3.

Występowanie istotnych zależności pomiędzy metabolitami oznaczanymi w surowicy krwi a cechami wartości rzeźnej i jakości mięsa potwierdza wielu autorów. Kapelański i wsp. [17] wykazali istotne zależności pomiędzy wskaźnikami biochemicznymi krwi tuczników a przyrostami masy ciała, otluszczeniem i mięsnością tuszy. Autorzy ci wykazali istotną zależność pomiędzy zawartością cholesterolu w surowicy krwi ( $r = 0,311$ ,  $p < 0,05$ ) a zawartością tłuszczu w tuszy.

Tabela 3. Współczynniki równań regresji liniowej w przypadku korelacji istotnych

Table 3. Coefficients of linear regression equations in case of significant correlations

y	X	a - y	b - y	a - x	b - x
Masa ciepłej tuszy Hot carcass weight [kg]	Cholesterol HDL [mg/100 ml]	3,19	0,34	79,60	0,39
Zawartość mięsa w tuszy Content of meat in carcass [%]	Triacyloglicerole Triacylglycerols [mg/100 ml]	307,80	-3,81	58,84	-0,02
Grubość słoniny Backfat thickness [mm]		42,62	3,23	12,50	0,03
Grubość słoniny Backfat thickness [mm]	Cholesterol HDL [mg/100 ml]	23,85	0,73	9,92	0,15
pH <sub>1</sub>	Glukoza Glucose [mg/100 ml]	480,74	-57,31	6,68	-0,01
pH <sub>24</sub>		648,57	-96,90	5,64	-0,01
Potencjał glikolityczny Glycolytic potential [μmol/g]		25,47	0,61	127,60	0,13
Barwa / Colour L*		-166,69	5,08	52,71	0,02
Wyciek naturalny Normal drip loss [%]		68,54	9,49	2,75	0,02

Fernández-Figares i wsp. [12] wykazali pomiędzy rasami świń o zróżnicowanym otłuszczeniu również różnice pod względem stężenia triacylogliceroli i cholesterolu całkowitego. Zależności uzyskane w badaniach własnych (tab. 3) oraz wyniki badań innych autorów potwierdzają kluczową rolę przemian metabolicznych organizmu w kształtowaniu cech tucznych, rzeźnych oraz jakości mięsa. W badaniach własnych stosunkowo najwięcej istotnych zależności, charakteryzowanych współczynnikami korelacji, uzyskano pomiędzy zawartością glukozy w surowicy krwi a szeregiem cech charakteryzujących jakość mięsa (tab. 2). Wyniki te wskazują, że potencjał glikolityczny *m. longissimus dorsi* a także barwa i wyciek naturalny są istotnie powiązane z poziomem glukozy w surowicy krwi. Choe i wsp. [6] oraz Choe i Kim [8] wykazali również występowanie takich zależności. Autorzy ci wykazali istnienie trzech grup tuczników o zróżnicowanej zawartości glukozy w surowicy krwi w momencie uboju. Tuczniaki o wyższej zawartości glukozy w surowicy krwi charakteryzowały się mięsem o istotnie niższym pH<sub>1</sub> i pH<sub>24</sub>, wyższym wyciekaniem naturalnym, większymi stratami w gotowaniu oraz jaśniejszą barwą mięsa. Uzyskane przez Choe i wsp. [6] współczynniki korelacji pomiędzy zawartością glukozy w surowicy krwi a wyciekaniem naturalnym ( $r = 0,62$ ) i jasnością barwy ( $r = 0,34$ ) były zbliżone do wyników własnych przedstawionych w tab. 2. Z kolei Choe i Kim [8] wykazali, że w przypadku tuczników o wyższym stężeniu glukozy w surowicy krwi po uboju obserwuje się szybszą glikolizę oraz większą zawartość kwasu mlekowego w mięśniach (45 min *post mortem*), a tym samym niższe wartości pH<sub>1</sub>. Podobną zależność stwierdzono w badaniach własnych,

gdyż tuczniaki o wyższym stężeniu glukozy w surowicy krwi charakteryzowały się istotnie niższą wartością  $pH_1$ .

Uzyskane wyniki badań wymagają potwierdzenia na liczniejszym materiale.

### Wnioski

1. Tuczniaki o wyższym stężeniu glukozy w surowicy krwi charakteryzowały się większą zawartością triacylogliceroli, a mięsień LD ze zwierząt tej grupy cechował się większym zakwaszeniem (niższe  $pH_1$ ,  $pH_3$  i  $pH_{24}$  *post mortem*) oraz wyższym potencjałem glikolitycznym i większym wyciekem naturalnym.
2. Stwierdzono istotne różnice pomiędzy wieprzkami a loszkami pod względem grubości słoniny grzbietowej, która była grubsza w przypadku wieprzków.
3. Wykazano szereg istotnych zależności pomiędzy stężeniem lipidów i glukozy w surowicy krwi a cechami wartości rzeźnej i jakości mięsa. Wyniki te wskazują, że potencjał glikolityczny mięśnia LD a także barwa i wyciek naturalny oraz intensywność i zasięg poubojowej glikolizy są istotnie powiązane z poziomem glukozy w surowicy krwi.

### Literatura

- [1] Barowicz T., Pieszka M., Pietras M., Kędzior W.: The effect of serum concentration of leptin in fatteners on their productivity. *J. Anim. Feed Sci.*, 2005, **14**, 329-332.
- [2] Barowicz T., Pieszka M.: Hipocholesterolemiczny wpływ nasion oraz oleju lnianego w diecie dla tuczników. *Rośliny Oleiste*, 2001, **XXII**, 183-189.
- [3] Bergmeyer H.U.: *Methods of enzymatic analysis*. Academic Press., New York 1974.
- [4] Blicharski T., Książek P., Pospiech P., Migdał W., Józwiak A., Poławska E., Lisiak D.: Aktualna wartość dietetyczna wieprzowiny, jej znaczenie w diecie i wpływ na zdrowie konsumentów. *Polski Związek Hodowców i Producentów Trzody Chlewnej „POLSUS”*, Warszawa 2013, ss. 136-137.
- [5] Borzuta K.: The study of variable methods usefulness to meatiness estimation in EUROP system. *Rocz. Inst. Przem. Mies.*, 1998, **35**, 7-74.
- [6] Choe J.H., Choi Y.M., Lee S.H., Nam Y.J., Jung Y.C., Park H.C., Kim Y.Y., Kim B.C.: The relation of blood glucose level to muscle fiber characteristics and pork quality traits. *Meat Sci.*, 2009, **83**, 62-67.
- [7] Choe J.H., Choi Y.M., Lee S.H., Shin H.G., Ryu Y.C., Hong K.C., Kim B.C.: The relation between glycogen, lactate content and muscle fiber type composition, and their influence on postmortem glycolytic rate and pork quality. *Meat Sci.*, 2008, **80**, 355-362.
- [8] Choe J.H., Kim B.C.: Association of blood glucose, blood lactate, serum cortisol levels, muscle metabolites, muscle fiber type composition, and pork quality traits. *Meat Sci.*, 2014, **97**, 137-142.
- [9] Dalrymple R. H., Hamm R.: A method for the extraction of glycogen and metabolites from a single muscle sample. *J. Food Technol.*, 1973, **8**, 439-444.
- [10] Daszkiewicz T., Wajda S., Winarski R., Koba-Kowalczyk M., Kubiak D.: Wpływ czynników przyżyciowych na ubytki masy tusz wieprzowych w czasie poubojowego wychładzania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, **3 (76)**, 109-119.



- [11] Edwards L.N., Engle T.E., Correa J.A., Paradis M.A., Grandin T., Anderson D.B.: The relationship between exsanguination blood lactate concentration and carcass quality in slaughter pigs. *Meat Sci.*, 2010, **85**, 435-440.
- [12] Fernández-Figares I., Lachica M., Nieto R., Rivera-Ferre M.G., Aguilera J.F.: Serum profile of metabolites and hormones in obese (Iberian) and lean (Landrace) growing gilts fed balanced or lysine deficient diets. *Livest. Sci.*, 2007, **110**, 73-81.
- [13] GUS: Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 2014, s. 472, 484.
- [14] Grela E.: Badania nad efektywnością żywienia ekologicznego różnych mieszańców rosnących świń przy wykorzystaniu pasz własnych z dodatkiem certyfikowanych mieszanek uzupełniających lub premiksów z udziałem ziół. Sprawozdanie z prowadzenia w 2008 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie ekologicznego chowu zwierząt. Instytut Żywienia Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie., ss. 1-25.
- [15] Kajak K., Przybylski W., Jaworska D., Rosiak E.: Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **1 (50)**, 26-34.
- [16] Kapelański W., Buczyński J.T., Bocian M.: Slaughter value and meat quality in the Polish native Złotnicka Spotted pig. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 2006, **24**, 7-13.
- [17] Kapelański W., Grajewska S., Bocian M., Kapelańska J., Hammermeister A., Wiśniewska J.: Relations between blood serum biochemical indicators and weight gain fat and lean meat content of carcass in pigs. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 2004, **4 (22)**, 429-434.
- [18] Karamucki T., Kortz J., Rybarczyk A., Gardzielewska J., Jakubowska M., Natalczyk-Szymkowska W.: Zależność między mięsnością i masą tusz a udziałem w nich elementów cennych z uwzględnieniem stopnia ich otłuszczenia oraz płci tuczników. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4 (37)**, 204-213.
- [19] Migdał W., Wojtysiak D., Paściak P.: Profil histochemiczny mięśni tuczników w zależności od rodzaju mięśnia, płci, rasy, masy ciała i żywienia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **3 (44)**, 157-168.
- [20] Monin G., Sellier P.: 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.*, 1985, **13**, 49 -63.
- [21] Pisula A., Pospiech E.: Mięso – podstawy nauki i technologii. Wyd. SGGW, Warszawa 2011.
- [22] Prange H., Juggert L., Scharner E.: Untersuchungen zur Muskelfleischqualität beim Schwein. *Arch. Exp. Vet. Med.*, 1977, **30**, 235-248.
- [23] Przybylski W., Gromadzka-Ostrowska J., Olczak E., Jaworska D., Niemyjski S., Santé-Lhoutellier V.: Analysis of variability of plasma leptin and lipids concentration in relations to glycolytic potential, intramuscular fat and meat quality in P76 pigs. *J. Anim. Feed Sci.*, 2009, **18**, 296-304.
- [24] Sechman A., Pieszka M., Rząsa J., Migdał W., Wojtysiak D., Pustkowiak H., Živković B., Paściak P.: The effect of dietary conjugated linoleic acid on the levels of lipids, cholesterol and iodothyronines in the blood of pigs. *J. Anim. Feed Sci.*, 2007, **16**, 193-204.
- [25] Sieczkowska H., Antosik K., Krzęcio-Nieczyporuk E., Zybert A., Koćwin-Podsiadła M.: Przydatność wybranych parametrów oznaczanych 45 min post mortem w mięśniu *longissimus lumborum* do oceny jakości wieprzowiny. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, **2 (87)**, 51-60.
- [26] Statistica (data analysis software system), version 10. StatSoft, Inc. 2011. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- [27] Yu I.T., King Y.T., Chen S.L., Wang Y.H., Chang Y.H., Yen H.T.: Dietary conjugated linoleic acid and leucine improve pork intramuscular fat and meat quality. *J. Anim. Feed Sci.*, 2007, **16**, 65-74.

## EFFECT OF GLUCOSE AND TRIACYLGLICEROL LEVELS IN BLOOD SERUM ON CARCASS AND MEAT QUALITY OF PORKERS

### Summary

The objective of the research study was to determine the correlations between the lipid and glucose levels in blood serum of pigs and the parameters characterizing the quality of pork carcass and pork meat. The study performed covered 54 porkers (36 hogs barrows and 18 gilts/sows) derived from crossing the Naïma gilts and the P76-PenArLan hybrid boars. Immediately after slaughter, blood samples of the porkers were taken from their carotid arteries. In the blood serum, the levels of the following components were determined: glucose, triglyceride (TG), total cholesterol (CHOL), and HD cholesterol; also, the LDL cholesterol was calculated. After slaughter, the content of meat was determined in the carcasses using a CGM apparatus. In the *longissimus dorsi* (LD) muscle, the following was determined: pH values 45 min., 3 h, and 24 h after slaughter (at the height of the last rib), L\*a\*b\* colour parameters, normal drip loss, and glycolytic potential. The coefficients of correlations were calculated among the traits analyzed. On the basis of the glucose content in the blood serum, the pigs in the population studied were divided into two groups, which differed in their lipid profiles, levels of glucose in the blood serum, and meat quality. The meat of pigs in the group characterized by higher levels of triglycerides (103.13 mg/100 ml vs. 76.32 mg/100 ml) and glucose (137.87 mg/100 ml vs. 81.98 mg/100 ml) had a lower pH 45 min. (6.34 vs. 6.54), 3 h (6.12 vs. 6.33), and 24 h (5.50 vs. 5.58) *post mortem*, and a higher glycolytic potential (148.36 µmol/g vs. 134.90 µmol/g) as well as a higher normal drip loss (5.11 % vs. 3.9 %). Significant correlations were confirmed to exist among the levels of lipids and glucose in blood serum and the characteristics of slaughter value and meat quality parameters ( $r = -0.28 \div 0.41$   $p \leq 0.05$ ).

**Key words:** pork meat, level of lipids in blood serum, level of glucose in blood serum, meat quality ☒