

HALINA SIECZKOWSKA, KATARZYNA ANTOSIK,  
ELŻBIETA KRZĘCIO-NIECZYPORUK, ANDRZEJ ZYBERT,  
MARIA KOĆWIN- PODSIADŁA

## PRZYDATNOŚĆ WYBRANYCH PARAMETRÓW OZNACZANYCH 45 MIN POST MORTEM W MIĘŚNIU *LONGISSIMUS LUMBORUM* DO OCENY JAKOŚCI WIEPRZOWINY

### Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie przydatności takich parametrów, jak: zawartość kwasu mlekowego i glikogenu, pH<sub>45</sub> oraz przewodność elektryczna (EC<sub>2</sub>) w mięśniu *Longissimus lumborum* (LL) do oceny jakości wieprzowiny. Wymienione parametry oznaczano 45 min *post mortem*, a dodatkowo przewodność elektryczną mierzono po 2, 3 i 24 h po uboju. Wykazano większą przydatność oznaczania zawartości kwasu mlekowego i EC<sub>2</sub> w mięśniu LL do oceny jakości wieprzowiny. Potwierdzeniem są statystycznie istotne zależności tych parametrów od większości cech fizykochemicznych mięśnia LL. Statystycznie istotna ( $p \leq 0,01$ ) ujemna zależność pomiędzy zawartością kwasu mlekowego oznaczonego 45 min *post mortem* a pH<sub>45</sub> mięśnia LL ( $r = -0,72^{**}$ ) wskazuje na przydatność wykorzystania tych pomiarów do oceny jakości wieprzowiny. Wzrost zawartości kwasu mlekowego (45 min *post mortem*) o 10  $\mu\text{mol/g}$  tkanki mięśniowej przyczynia się do obniżenia pH<sub>45</sub> mięśnia LL aż o 0,1 jednostki.

**Słowa kluczowe:** tuczniki, glikogen, kwas mlekowy, pH, przewodność elektryczna, korelacje

### Wprowadzenie

Zmienność jakości wieprzowiny determinowana jest głównie intensywnością oraz zasięgiem przemian glikolitycznych i proteolitycznych zachodzących *post portem* oraz poziomem glikogenu mięśniowego (a tym samym wartością potencjału glikolitycznego) w momencie uboju zwierzęcia [7]. Wzrost potencjału glikolitycznego w tkance mięśniowej przyczynia się do obniżenia pH końcowego, zmniejszenia zdolności utrzymywania wody własnej, wzrostu wycieku naturalnego oraz pojaśnienia mięsa [20]. Zarówno wyciek naturalny, jak i zdolność utrzymania wody przez mięso mogą

---

Dr inż. H. Sieczkowska, dr inż. K. Antosik, dr hab. E. Krzęcio-Nieczyporuk, dr inż. A. Zybert, prof. dr hab. M. Koćwin-Podsiadła, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa, Wydz. Przyrodniczy, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce

być diagnozowane dzięki niektórym właściwościom elektrycznym mięśni zwierząt, takim jak przewodność czy pojemność [22]. Wraz ze wzrostem wymagań konsumenta wzrasta również zapotrzebowanie na szybką ocenę cech jakościowych mięsa. Wykorzystywane w przemyśle mięsnym metody obejmują przede wszystkim pomiar pH po 45 - 60 min oraz po 24 h od uboju, a także oznaczenie parametrów glikolityczno-energetycznych. Wymienione metody polegają na inwazyjnym bezpośrednim (tzw. *online*) badaniu mięśni po uboju zwierząt lub laboratoryjnie w pobranych próbkach. Przemysł mięsny poszukuje metod szybkich, tanich, precyzyjnych, a przede wszystkim nieinwazyjnych oraz wykonywanych w krótkim czasie *post mortem*. Alternatywą inwazyjnego badania jakości mięsa i określania w nim przemian glikolityczno-energetycznych jest wykorzystanie metod spektroskopii absorpcyjnej i spektroskopii Ramana [21].

Celem niniejszej pracy było określenie przydatności takich parametrów, jak: zawartość kwasu mlekowego i glikogenu,  $\text{pH}_{45}$  i przewodność elektryczna ( $\text{EC}_2$ ) w mięśni *Longissimus lumborum* (LL) do oceny jakości wieprzowiny.

### Material i metody badań

Badania przeprowadzono w sezonie wiosenno-letnim 2008 r. na materiale 80 tuczników trzech grup rasowych (landrance  $\times$  yorkshire)  $\times$  duroc - (L  $\times$  Y)  $\times$  D; (landrance  $\times$  yorkshire)  $\times$  hampshire - (L  $\times$  Y)  $\times$  H; (landrance  $\times$  yorkshire)  $\times$  (duroc  $\times$  pietrain) - (L  $\times$  Y)  $\times$  (D  $\times$  P), z równym udziałem płci w każdej z grup rasowych.

Tucznikom zapewniano jednakowe warunki utrzymania i żywienia (mieszanek pełnoporcjowe stosownie do wieku). Uboju zwierząt dokonywano w sezonie wiosennym 2 - 4 h po przebytych transporcie (300 km) z wykorzystaniem oształmiania elektrycznego (system INARCO) i wykrwawianiem w pozycji leżącej. Zwierzęta do doświadczenia były wybierane losowo. Masę tuszy ciepłej (mtc) ustalano z dokładnością do 0,1 kg 35 min po uboju na kolejkowej wadze elektronicznej. Zawartość mięsa w tuszy szacowano za pomocą aparatu ultradźwiękowego ULTRA-FOM 300 duńskiej firmy SFK Technology. Oceniany materiał przebadano pod względem obciążenia allelem T genu *RYRI*, z zastosowaniem metody PCR/RFLP [10]. Wśród przebadanych zwierząt w zakresie genu *RYRI* wszystkie osobniki były wolne od allelu T.

Oceny jakości mięśnia *Longissimus lumborum* (LL), po uboju zwierząt, dokonywano na podstawie następujących parametrów: potencjał glikolityczny (PG) i jego składowe tj. zawartość glikogenu i kwasu mlekowego, stopień zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH), przewodność elektryczna (EC), tempo rozkładu ATP wyrażone wskaźnikiem  $R_1 = \text{IMP}/\text{ATP}$ , jasność barwy ( $L^*$ ), wyciek naturalny (WN) oraz zdolność utrzymywania wody własnej przez mięso (WHC).

Potencjał glikolityczny i jego składowe określano w próbach pobranych z mięśnia LL 45 min *post mortem*. Wyliczano go z równania opracowanego przez Monina i Sel-

liera [11]. Zawartość glikogenu oznaczano metodą Dalrymple'a i Hamma [3], a kwasu mlekowego według Bergmeyera [2]. Pomiaru pH dokonywano bezpośrednio w tkance mięśnia LL 45 min, 2, 3, 24, 48, 96 i 144 h *post mortem*, stosując pH-metr MASTER firmy Dramiński. Przewodność elektryczną mierzono konduktometrem LF-Star firmy Matthäus po 2, 3 i 24 h po uboju. Jasność barwy ( $L^*$ ) tkanki mięśniowej określano przy użyciu aparatu Minolta CR 310 24 h po uboju. Wartość wskaźnika  $R_1$  określano 45 min *post mortem* metodą Honikela i Fischer [6]. WHC oznaczano 24 h *post mortem* metodą Graua-Hamma [5] w modyfikacji Pohji i Niniivaary [17], a wyciek naturalny – według Prange i wsp. [18] 8, 96 i 144 h *post mortem*. Ponadto w próbkach pobranych z mięśnia LL określano skład podstawowy: zawartość wody i suchej masy według PN-ISO 1442:2000 [14], białka ogólnego metodą Kjeldahla zgodnie z PN-75/A-04018 [15] i tłuszczu śródmięśniowego (IMF) metodą Soxhleta zgodnie z PN-ISO 1444:2000 [16].

Przydatność oznaczania zawartości kwasu mlekowego i glikogenu oraz pomiarów  $EC_2$  i  $pH_{45}$  mięśnia LL w ocenie jakości wieprzowiny oszacowano metodą regresji i korelacji prostoliniowej. Obliczenia wykonano w programie Statistica PL 6.0. Charakterystykę materiału badawczego przedstawiono w tab. 1., w postaci wartości średnich ( $\bar{x}$ ) i odchyłeń standardowych (s).

## Wyniki i dyskusja

Oceniany materiał rzeźny charakteryzował się zawartością mięsa w tuszy na poziomie ok. 58 %, przy masie tuszy ciepłej 85 kg. Należy zaznaczyć, że zarówno zawartość mięsa w tuszy, jak i masa tuszy ciepłej charakteryzowały się małą zmiennością wyrażoną w postaci odchylenia standardowego tj. odpowiednio: 2,85 % i 2,55 kg. Analizowany materiał doświadczalny odznaczał się dobrą jakością mięsa, zarówno pod względem cech fizykochemicznych, jak i przydatności kulinarnej (tab. 1).

W niniejszych badaniach wyliczono współczynniki korelacji fenotypowej prostej i współczynniki regresji dla zależności pomiędzy zawartością glikogenu, kwasu mlekowego oznaczonych 45 min *post mortem*, zakwaszeniem tkanki mięśnia *Longissimus lumborum*  $pH_{45}$  oraz przewodnością elektryczną 2 h po uboju ( $EC_2$ ) a szeregiem cech jakości mięsa celem oszacowania stopnia przydatności powyższych pomiarów w ocenie jakości mięsa wieprzowego (tab. 2).

Stwierdzone ( $p \leq 0,01$ ) ujemne zależności pomiędzy zawartością glikogenu a zakwaszeniem tkanki mięśniowej od 24 do 144 h *post mortem* (odp.  $pH_{24} - r = -0,49$ ,  $pH_{48} - r = -0,55$ ,  $pH_{96} - r = -0,46$  oraz  $pH_{144} - r = -0,47$ ) mogą decydować o przydatności tych pomiarów do wyodrębnienia mięsa kwaśnego. Odnosząc się do powyższego, wskazane jest zastąpienie pomiaru zawartości glikogenu oznaczonego 45 min po uboju pomiarem  $pH_{24}$  lub  $pH_{48}$  mięśnia LL. Z kolei uzyskane istotne (przy  $p \leq 0,01$ ) zależności korelacyjne pomiędzy zawartością glikogenu w tkance mięśnia LL a wyciekiem naturalnym 96 i 144 h *post mortem* (odp.  $r = 0,34^{**}$  i  $r = 0,38^{**}$ ) oraz

istotne zależności z WHC ( $r = 0,29^*$ ) wskazują na możliwość wykorzystania parametru zawartości glikogenu 45 min *post mortem* przy wyodrębnianiu mięsa ciekącego (tab. 2).

Tabela 1

Charakterystyka mięśnia *Longissimus lumborum* badanych świń.  
Profile of *Longissimus lumborum* muscle in pigs studied.

Cecha / Trait	$\bar{x} \pm s / SD$
Masa tuszy ciepłej / Hot carcass weight [kg]	85,13 $\pm$ 2,55
Zawartość mięsa w tuszy / Meat content in carcass [%]	57,64 $\pm$ 2,85
Potencjał glikolityczny / Glycolytic potential [ $\mu\text{mol/g}$ ]	138,71 $\pm$ 34,60
Glikogen - Glycogen [ $\mu\text{mol/g}$ ]	47,30 $\pm$ 16,97
Kwas mlekowy - Lactic acid [ $\mu\text{mol/g}$ ]	44,11 $\pm$ 4,88
Zawartość wody - Water content [%]	74,07 $\pm$ 1,20
Zawartość suchej masy - Dry matter content [%]	25,69 $\pm$ 1,69
Zawartość białka ogólnego - Protein content [%]	22,95 $\pm$ 0,73
Zawartość tłuszczu śródmięśniowego - Intramuscular fat content [%]	1,75 $\pm$ 0,79
pH <sub>45</sub> LL	6,54 $\pm$ 0,18
pH <sub>2</sub> LL	6,39 $\pm$ 0,22
pH <sub>3</sub> LL	6,23 $\pm$ 0,23
pH <sub>24</sub> LL	5,68 $\pm$ 0,12
pH <sub>48</sub> LL	5,48 $\pm$ 0,13
pH <sub>96</sub> LL	5,51 $\pm$ 0,15
pH <sub>144</sub> LL	5,54 $\pm$ 0,14
R <sub>1</sub>	0,91 $\pm$ 0,06
EC <sub>2</sub> LL - Electrical conductivity [mS/cm]	2,72 $\pm$ 0,78
EC <sub>3</sub> LL - Electrical conductivity [mS/cm]	3,19 $\pm$ 1,00
EC <sub>24</sub> LL - Electrical conductivity [mS/cm]	4,30 $\pm$ 1,55
Jasność barwy - Colour brightness [L*]	54,73 $\pm$ 2,62
Wyciek naturalny 48 h - Drip loss [%]	5,38 $\pm$ 2,76
Wyciek naturalny 96 h - Drip loss [%]	8,74 $\pm$ 3,02
Wyciek naturalny 144 h - Drip loss [%]	10,95 $\pm$ 3,14
WHC - Water holding capacity [cm <sup>2</sup> ]	5,62 $\pm$ 1,49

Objaśnienia: / Explanatory notes:

$\bar{x} \pm s / SD$  - wartość średnia  $\pm$  odchylenie standardowe (s / SD) / mean value  $\pm$  standard deviation;

n = 80

W badaniach Zyberta i wsp. [23], przeprowadzonych na grupie mieszańców z udziałem rasy duroc po stronie ojcowskiej - ( $L \times Y$ )  $\times$  D, stwierdzono związek potencjału glikolitycznego z szeregiem cech jakości mięsa. Analogicznie, jak w badaniach własnych, ww. autorzy stwierdzili udowodnioną statystycznie ujemną zależność

po między potencjałem glikolitycznym a zakwaszeniem tkanki mięśniowej 24, 48, 96 i 144 h *post mortem* i dodatnią korelację z wyciekami naturalnymi 96 i 144 h po uboju oraz ze zdolnością utrzymywania wody własnej przez mięso (WHC). Koćwin-Podsiadła i wsp. [9] (na materiale linii pbz-23) oraz Przybylski i wsp. [19] (na mieszańcach wbp: (wbp × pbz) × P; (wbp × pbz) × P-76)) również stwierdzili ujemną i statystycznie istotną zależność potencjału glikolitycznego i pH końcowego. Oksbjerg i wsp. [12] potwierdzili statystycznie ujemną korelację fenotypową prostą tylko pomiędzy glikogenem a pH końcowym.

Tabela 2

Współczynniki korelacji fenotypowej prostej (r) oraz regresji (b) pomiędzy kwasem mlekowym, zawartością glikogenu, pH<sub>45</sub>, EC<sub>2</sub> a cechami jakości mięsa wieprzowego.

Coefficients of phenotypic simple correlation (r) and regression (b) among lactic acid, content of glycogen, pH<sub>45</sub>, EC<sub>2</sub>, and quality traits of pork meat.

Korelowane cechy Trait being correlated		Glikogen Glycogen	Kwas mlekowy Lactic acid	pH <sub>45</sub> LL	EC <sub>2</sub>
Potencjał glikolityczny Glycolytic potential	r	0,95**	0,22NS	-0,06NS	0,17NS
	b	1,94**	-	-	-
Glikogen Glycogen	r	-	-0,10NS	0,03NS	0,02NS
	b	-	-	-	-
Kwas mlekowy Lactic acid	r	-0,10NS	-	-0,72**	0,34**
	b	-	-	-44,08**	4,74**
Zawartość wody Water content	r	0,04NS	0,13NS	-0,11NS	0,54**
	b	-	-	-	0,82**
Zawartość suchej masy Dry matter content	r	0,03NS	-0,13NS	0,07NS	-0,49**
	b	-	-	-	-1,02**
Zawartość białka ogólnego Protein content	r	-0,13NS	-0,05NS	-0,07NS	-0,33**
	b	-	-	-	-0,33**
Zawartość tłuszczu śródmięśniowego Intramuscular fat content	r	-0,23NS	-0,25NS	0,24NS	-0,47**
	b	-	-	-	-0,47**
pH <sub>45</sub> LL	r	0,17NS	-0,72**	-	-0,37**
	b	-	-0,01**	-	-0,08**
pH <sub>2</sub> LL	r	0,08NS	-0,66**	0,83**	-0,42**
	b	-	-0,01**	1,07**	-0,12**
pH <sub>3</sub> LL	r	0,004NS	-0,70**	0,82**	-0,50**
	b	-	-0,01**	1,08**	-0,15**
pH <sub>24</sub> LL	r	-0,49**	-0,36**	0,14NS	-0,25*
	b	-0,003**	-0,004**	-	-0,04*
pH <sub>48</sub> LL	r	-0,55**	-0,26**	0,16NS	-0,18NS
	b	-0,004	-0,003**	-	-
pH <sub>96</sub> LL	r	-0,46**	-0,19NS	0,10NS	-0,33**
	b	-0,004**	-	-	-0,06**
pH <sub>144</sub> LL	r	-0,47**	-0,25*	0,15NS	-0,40**
	b	-0,004**	-0,003*	-	-0,08**
R <sub>1</sub>	r	-0,01NS	0,50**	-0,47**	0,18NS
	b	-	0,003**	-0,17**	-

EC <sub>2</sub> LL	r	0,02NS	0,34**	-0,37**	-
Electrical conductivity 2 h	b	-	0,05**	-1,62**	-
EC <sub>3</sub> LL	r	-0,27*	0,46**	-0,38**	0,73**
Electrical conductivity 3 h	b	-0,02*	0,05**	-2,51**	1,01**
EC <sub>24</sub> LL	r	-0,11NS	0,57**	-0,51**	0,68**
Electrical conductivity 24 h	b	-	0,08**	-4,52**	1,37**
Jasność barwy	r	0,32**	-0,02NS	0,04NS	0,08NS
Colour Brightness [L*]	b	0,05**	-	-	-
Wyciek naturalny 48 h	r	0,16NS	0,40**	-0,35**	0,38**
Drip loss	b	-	0,10**	-5,45**	1,35**
Wyciek naturalny 96 h	r	0,34*	0,44**	-0,40**	0,40**
Drip loss	b	0,06*	0,12**	-6,97**	1,55**
Wyciek naturalny 144 h	r	0,38**	0,44**	-0,24**	0,40**
Drip loss	b	0,07**	0,13**	-6,12**	1,61**
WHC	r	0,29*	0,30*	-0,24*	0,39**
Water holding capacity	b	0,02*	0,04*	-2,08*	0,73**

Objaśnienia: / Explanatory notes:

NS - statystycznie nieistotne / statistically insignificant; \*\* statystycznie istotne przy  $p \leq 0,01$  / significant at  $p \leq 0,01$ ; \* statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$  / statistically significant at  $p \leq 0,05$ .

W niniejszych badaniach udowodniono statystycznie (przy  $p \leq 0,01$  i przy  $p \leq 0,05$ ) zależności pomiędzy zawartością kwasu mlekowego a większością ocenianych cech i właściwości fizykochemicznych, z wyjątkiem pH<sub>96</sub>, jasności barwy oraz zasobów glikolitycznych 45 min *post mortem*. Nie stwierdzono natomiast statystycznie istotnych zależności pomiędzy zawartością kwasu mlekowego w tkance mięśnia LL a jej podstawowym składem chemicznym (tab. 2).

Na szczególną uwagę zasługuje istotna zależność ( $p \leq 0,01$ ) pomiędzy zawartością kwasu mlekowego 45 min *post mortem* a pH<sub>45</sub> mięśnia LL ( $r = -0,72^{**}$  i  $b_{xy} = -0,01^{**}$ ). Na podstawie uzyskanej wartości współczynnika regresji stwierdzono, że wzrost zawartości kwasu mlekowego 45 min *post mortem* o 1  $\mu\text{mol/g}$  tkanki mięśniowej przyczyni się do obniżenia pH<sub>45</sub> mięśnia LL o 0,01 jednostki, co przy wzroście zawartości kwasu mlekowego o 10  $\mu\text{mol/g}$  tkanki mięśniowej spowoduje spadek początkowego pH aż o 0,10 jednostki. Powyższe tendencje są bardzo ważne z punktu widzenia przebiegu glikogenolizy w początkowym okresie po uboju (do 1 h), co świadczy o możliwości wykorzystania tych parametrów w diagnozowaniu mięsa z syndromem PSE (jasnego, miękkiego, wodnisteo) (tab. 2).

Istnieje możliwość zastąpienia pomiaru pH w warunkach przemysłowych zakładów mięsnych pomiarem kwasu mlekowego 45 min *post mortem* zobjektywizowanym poprzez wykorzystanie zautomatyzowanego aparatu pracującego na zasadzie spektroskopii laserowej. Takie podejście zostało już wstępnie opracowane i zaprezentowane podczas Międzynarodowego Kongresu Nauk o Mięsie i Technologii (ICOMST) w Kopenhadze przez badaczy Instytutu Fizyki Jądrowej w Berlinie [21], aczkolwiek

metoda ta nie została jeszcze dostosowana do potrzeb diagnostyki odchyień jakościowych mięsa w warunkach przemysłowych.

Udowodnioną (analogicznie jak w niniejszej pracy) statystycznie ujemną zależność pomiędzy zawartością kwasu mlekowego a  $\text{pH}_1$  stwierdzili Koćwin-Podsiadła i wsp. [8], Przybylski i wsp. [19] oraz Edwards i wsp. [4].

Z kolei, potwierdzone statystycznie w badaniach własnych, zależności pomiędzy zawartością kwasu mlekowego a  $\text{pH}_{48}$  mięśnia LL ( $r = -0,26^{**}$ ), wyciekami naturalnym w całym okresie przechowywania od 24 do 144 h *post mortem*, przewodnością elektryczną 2, 3 i 24 h *post mortem* z całą pewnością wskazują na możliwość wykorzystania kwasu mlekowego jako wyznacznika w diagnozowaniu mięsa kwaśnego oraz ciekącego (tab. 2).

W niniejszym eksperymencie wyliczono również współczynniki korelacji fenotypowej prostej i współczynniki regresji pomiędzy  $\text{pH}_{45}$  oraz przewodnością elektryczną mięśnia LL 2 h *post mortem* a wieloma cechami jakości mięsa (tab. 2).

Udowodniono statystycznie istotne bądź wysoko istotne zależności ( $p \leq 0,01$ ,  $p \leq 0,05$ )  $\text{pH}_{45}$  mięśnia LL, jak również  $\text{EC}_2$  mięśnia LL z zawartością kwasu mlekowego, ze wskaźnikiem przemian energetycznych -  $R_1$ , z zakwaszeniem tkanki mięśniowej do 144 h po uboju i z przewodnością elektryczną mierzoną 2 h i 24 h po uboju, a także z wyciekami soku mięśniowego w trakcie przechowywania do 144 h *post mortem*. Na podstawie powyższych wyników jednoznacznie potwierdzono możliwość wykorzystania zakwaszenia tkanki mięśniowej *post mortem* po 1 h od uboju ( $\text{pH}_{45}$ ) i przewodności elektrycznej 2 h po uboju ( $\text{EC}_2$ ) jako wyznaczników (łatwo mierzalnych w zakładach mięsnych) w diagnozowaniu mięsa typu PSE i ciekącego (tab. 2).

Koćwin-Podsiadła i wsp. [9] w eksperymencie przeprowadzonym na materiale tuczników pbz-23 i wbp x P-76 udowodnili statystycznie – jak w niniejszej pracy – zależności pomiędzy  $\text{pH}_1$  a  $R_1$  na poziomie  $r = 0,37^{**}$ . Z kolei Whitman i wsp. [22], poddawszy badaniom tuczniaki o nieznanym pochodzeniu, uzyskali również (jak w niniejszym eksperymencie) wysokie, udowodnione statystycznie współczynniki korelacji fenotypowych pomiędzy przewodnością elektryczną 90 min *post mortem* ( $\text{EC}_{90}$ ) a  $\text{pH}_{45}$  oraz  $\text{EC}_{90}$  a  $R_1$  (odp.  $R = -0,73^{**}$  oraz  $R = 0,89^{**}$ ). Podobnych obserwacji dokonali Olivier i wsp. [13] po przeprowadzeniu badań na loszkach ras: wielka biała, landrace, landrace belgijska, pietrain, duroc ( $\text{EC}_2 \times \text{pH}_{45}$ :  $r = -0,77^{**}$  i  $\text{EC}_2 \times \text{pH}_{24}$ :  $r = -0,25^{**}$ ) oraz Antosik i wsp. [1] w doświadczeniu wykonanym na materiale tuczników pogłowia masowego oraz mieszańców L  $\times$  D, L  $\times$  Y i linii 890 ( $\text{EC}_2 \times \text{pH}_{45}$ :  $r = -0,30^{**}$ ).

## Wnioski

1. Wykazano, że spośród czterech analizowanych parametrów, tj. zawartość kwasu mlekowego i glikogenu oraz pH mierzone 45 min *post mortem* oraz przewodność

- elektryczna mierzona 2 h *post mortem* największą przydatność w ocenie jakości mięsa mają pomiary zawartości kwasu mlekowego i EC<sub>2</sub> mięśnia LL.
2. Potwierdzony statystycznie związek przewodności elektrycznej 2 h *post mortem* z tempem przebiegu glikolizy do 45 min po uboju świadczy o możliwości wykorzystania tego parametru do wykrywania mięsa z syndromem PSE.
  3. Potwierdzone statystycznie zależności pomiędzy EC<sub>2</sub> a zakwaszeniem tkanki mięśniowej (od 2 do 144 h) oraz udowodnione zależności zawartości glikogenu oznaczonego 45 min *post mortem* z zakwaszeniem tkanki mięśniowej (od 24 do 144 h) świadczą o możliwości wykorzystania – głównie tego parametru – w diagnozowaniu mięsa kwaśnego. Udowodnione statystycznie zależności EC<sub>2</sub> 2 h *post mortem* z wyciekami naturalnymi w całym okresie przechowywania mięsa i z WHC oraz zawartości glikogenu oznaczonego 45 min *post mortem* z ww. parametrami (WN, WHC) świadczą o możliwości ich wykorzystania do diagnozowania mięsa ciekącego.
  4. Potwierdzona statystycznie zależność pomiędzy zawartością kwasu mlekowego a pH 48 h *post mortem* oraz z wyciekami naturalnymi w całym okresie przechowywania mięsa wskazuje na możliwość wykorzystania zawartości kwasu mlekowego 45 min *post mortem* jako wyznacznika w diagnozowaniu mięsa typu: PSE, kwaśnego i ciekącego.
  5. Wartość współczynnika regresji ( $b_{xy} = -0,01$ ) dowodzi, że wzrost zawartości kwasu mlekowego 45 min *post mortem* o 10  $\mu\text{mol/g}$  tkanki mięśniowej przyczynia się do obniżenia pH<sub>45</sub> mięśnia LL aż o 0,1 jednostki.

### Literatura

- [1] Antosik K., Krzęcio E., Koćwin-Podsiadła M., Zybert A., Sieczkowska H.: Związek przewodnictwa elektrycznego z wybranymi cechami jakości mięsa wieprzowego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2003, **4** (37) Supl., 11-21.
- [2] Bergmeyer H.U.: *Methods of enzymatic analysis*. Academic Press., New York, 1974.
- [3] Darlymple R.H., Hamm R.: A method for the extracting of glycogen and metabolites from a single muscle sample. *J. Food Technol.*, 1973, **8**, 439-444.
- [4] 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.
- [5] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch-Wirt., *Fleischwirtschaft*, 1952, **4**, 295-297.
- [6] Honkiel K.O., Fischer H.: A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. *J. Food Sci.*, 1977, **42**, 1633-1636.
- [7] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E., Kurył J., Pospiech E., Grześ B., Zybert A., Sieczkowska H., Antosik K., Łyczyński A.: Wpływ form polimorficznych wybranych genów na mięsność oraz właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne tkanki mięśniowej. W: *Podstawy genetyki molekularnej bydła i trzody chlewnej*. Red. M. Świtoński, Wyd. AR., Poznań 2004, 259-329.



- [8] Koćwin-Podsiadła M., Przybylski W., Kurył J., Talmant A., Monin G.: Muscle glycogen level and meat quality in pigs of difference halothane genotypes. *Meat. Sci.*, 1995, **40**, 121-125.
- [9] Koćwin-Podsiadła M., Przybylski W., Kaczorek S., Krzęcio E.: Charakterystyka wydajności technologicznej mięsa wieprzowego typu PSE "Acid Meat" i normalnego. Materiały XXVIII Sesji Naukowej KTChŻ PAN, Warszawa 1996.
- [10] Kurył J., Korwin-Kossakowska A.: Genotyping of HAL locus by PCR method explains some cases of incomplete penetration of Hal<sup>n</sup> gene. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 1993, **11**, 271-277.
- [11] 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.
- [12] Oksbjerg N., Henckel P., Andersen S., Pedersen B.: Genetic Variation in Muscle Glycerol, Glycogen and Pigment in Danish Pure Breed Pigs. 47<sup>th</sup> Int. Congress of Meat. Sci. and Technol., Kraków 2001, 138-139.
- [13] Oliver M.A., Gispert M., Diestre A.: The measurement of light scattering and electrical conductivity for the prediction of PSE pig meat at various times post mortem. *Meat. Sci.*, 1991, **29**, 141-151.
- [14] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
- [15] PN-75/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [16] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
- [17] Pohja N.S., Ninivaara F.P.: De Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Constantdruckmethoden. *Fleischwirt.*, 1957, **9**, 193-195.
- [18] Prange H., Jugrtr L., Scharner E.: Untersuchungen zur Muskelfleischqualität beim Schwein. *Arch. Exper. Vet. Med. Leipzig*, 1977, **9**, **31** (2), 235-248.
- [19] Przybylski W., Koćwin-Podsiadła M., Kaczorek S., Krzęcio E.: The relationship between glycolytic potential of porcine muscles and ultimate pH and processing yield of meat. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998., **7/48**, 1, 83-88.
- [20] Przybylski W., Monin G., Koćwin -Podsiadła M., Krzęcio E.: Glycogen metabolism in muscle and its effects on meat quality in pigs – a mini review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **3**, 257-262.
- [21] Schmidt H., Kronfeld H.D., Schwägele F.: Hand-held Raman-Sensor for In-situ Characterization of Meat. 55<sup>th</sup> Int. Congress of Meat. Sci. Technol., Copenhagen, 2009, 272.
- [22] Whitman T.A., Forvest J.C., Morgan M.T., Okos M.R.: Electrical Measurement for detecting early post mortem changes in porcine muscle. *J. Anim. Sci.*, 1996, **74**, 80-90.
- [23] Zybort A., Krzęcio E., Sieczkowska H., Antosik K., Podsiadły W., Koćwin-Podsiadła M.: Związek potencjału glikolitycznego z wybranymi cechami fizyko-chemicznymi i funkcjonalnymi tkanki mięśniasia *Longissimus Lumborum* z uwzględnieniem systemu chłodzenia tusz. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2008, **4** (3), 301-309.

## USEFULNESS OF SELECTED PARAMETERS DETERMINED 45 MINUTES POST MORTEM IN *LONGISSIMUS LUMBORUM* MUSCLE TO EVALUATE PORK QUALITY

### S u m m a r y

The objective of the research performed was to evaluate the usefulness of the following parameters: contents of lactic acid and glycogen, pH<sub>45</sub>, and electrical conductivity (EC<sub>2</sub>) in *Longissimus Lumborum* muscle (LL) to evaluate the quality of pork. The above named parameters were determined 45 min *post mortem*, and, additionally, the electrical conductivity was measured 2, 3 i 24 h after slaughter. It was proved that the determination of the content of lactic acid and EC<sub>2</sub> in the LL muscle was more useful for

the pork quality evaluation. This is confirmed by the statistically significant correlations among those parameters and the majority of physical-chemical properties of the LL muscle. The statistically significant negative correlation ( $p \leq 0.01$ ) between the content of lactic acid determined 45 min *post mortem* and the pH<sub>45</sub> value of the LL muscle ( $r = -0.72^{**}$ ) suggests the usefulness of those parameters in evaluating the pork quality. The increase (45 min *post mortem*) in the lactic acid content by 10  $\mu\text{mol}/1\text{ g}$  of the muscle tissue contributes to the decrease in pH<sub>45</sub> of the LL muscle by as much as 0.1 unit.

**Key words:** fatteners, glycogen, lactic acid, pH, electrical conductivity, correlations ☒