

KATARZYNA ANTOSIK, ELŻBIETA KRZĘCIO,  
MARIA KOĆWIN-PODSIADŁA, ANDRZEJ ZYBERT, HALINA SIECZKOWSKA,  
BOGDAN MISZCZUK, ANDRZEJ ŁYCZYŃSKI

## ZWIĄZEK PRZEWODNICTWA ELEKTRYCZNEGO Z WYBRANYMI CECHAMI JAKOŚCI MIĘSA WIEPRZOWEGO

### Streszczenie

Celem niniejszej pracy była ocena przydatności pomiaru przewodnictwa elektrycznego określanego w różnym terminie *post mortem* w diagnozowaniu cech jakości mięsa wieprzowego na różnych grupach genetycznych zwierząt. Uzyskane stosunkowo wysokie bądź wysokie, potwierdzone statystycznie współczynniki korelacji między przewodnictwem elektrycznym a cechami jakości mięsa różnych grup zwierząt świadczą o przydatności pomiaru tego parametru w diagnozowaniu jakości mięsa wieprzowego, szczególnie w grupie zwierząt z genetycznymi predyspozycjami do wytwarzania mięsa PSE (linia 890). Stwierdzona największa liczba statystycznie istotnych współczynników korelacji między wartością LF po 120 min od uboju a analizowanymi cechami, w tym wyciekami naturalnym i zdolnością utrzymywania wody własnej, wśród zwierząt wolnych od genu HAL<sup>n</sup> (L, LxD, LxY) świadczy o możliwości różnicowania jakości mięsa uznanego za normalne dla potrzeb przetwórstwa mięsnego.

**Słowa kluczowe:** przewodnictwo elektryczne, wyciek naturalny, pH, korelacje.

### Wprowadzenie

Pogarszanie się jakości mięsa stanowi problem przemysłu mięsnego zarówno w Polsce jak i na świecie. Zakłady mięsne poszukują metod dokładnego, szybkiego i ekonomicznego różnicowania odchyleń jakościowych mięsa w celu prawidłowego jego zagospodarowania.

Do oceny jakości mięsa stosuje się wiele, często bardzo różnych kryteriów [2, 7, 8, 11, 12, 16]. Najczęściej wykorzystywana jest metoda pomiaru wartości pH oraz barwy. W literaturze [4, 6, 15, 23, 26, 27] spotyka się również wyniki badań nad moż-

---

Mgr inż. K. Antosik, dr inż. E. Krzęcio, prof. dr hab. M. Koćwin-Podsiadła, mgr inż. A. Zyberty, mgr inż. H. Sieczkowska, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa, Akademia Podlaska, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce, Bogdan Miszczuk-SOKOŁÓW S.A, prof. dr hab. Andrzej Łyczyński Katedra Surowców Pochodzenia Zwierzęcego, Akademia Rolnicza, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

liwością wykorzystania niektórych właściwości elektrycznych mięśni zwierząt, takich jak pojemność czy przewodność, zmieniających się w czasie *post mortem* w diagnozowaniu głównie zdolności utrzymania wody przez mięso i wycieku naturalnego z tkanki. W ocenie jakości mięsa wykorzystuje się zjawisko zależności przewodności od tempa przebiegu glikolizy i zmian stężenia jonów w przestrzeni międzykomórkowej tkanek, a zmiany przewodnictwa elektrycznego w czasie mogą wynikać ze zmian w umiejscowieniu wody w kapilarach mięśni [4, 17]. Tak więc przewodnictwo elektryczne może być trafną metodą odróżniającą odchylenia jakości mięsa wieprzowego, porównując mięso normalne z PSE czy RSE, zawierające znacznie więcej "wolnej" wody wyciekającej podczas poubojowego przechowywania [15].

Analizując możliwości wykorzystania przewodności elektrycznej w diagnozowaniu odchyłeń jakościowych mięsa należy zwrócić uwagę na określenie najodpowiedniejszego momentu pomiaru tego parametru. W dostępnej literaturze spotyka się bowiem stosowanie różnych terminów pomiaru przewodnictwa zarówno na linii ubojowej, jak i tusz wychłodzonych [4, 6, 18, 23, 27].

Celem niniejszej pracy była ocena przydatności pomiaru przewodnictwa elektrycznego, określanego w różnym terminie *post mortem*, w diagnozowaniu cech jakości mięsa wieprzowego różnych grup genetycznych zwierząt.

## **Materiał i metody badań**

Badania przeprowadzono na 475 tucznikach, ubijanych w różnym czasie, zaliczonych do trzech grup. Grupę I ( $n = 270$ ) stanowiły tuczniaki Landrace (L) ( $n = 60$ ), Landrace x Duroc (LxD) ( $n = 143$ ) oraz Landrace x Yorkshire (LxY) ( $n = 67$ ), pochodzące z Ośrodka Hodowli Zarodowej Jagodne. Materiał rodzicielski badanych tuczników pochodził z importu z Danii. Do grupy II zaliczono tuczniaki linii 890 ( $n = 55$ ) pochodzące z Centralnego Ośrodka Hybrydyzacji w Pawłowicach, a utrzymywane w Zakładzie Doświadczalnym Żywienia Zwierząt w Gorzynie. Grupę III stanowiły tuczniaki pogłowia masowego zaplecza surowcowego Sokołowskich Zakładów Mięśnych grupy SOKOŁÓW S.A ( $n = 150$ ).

Analizowany materiał był wyrównany w zakresie warunków uboju i postępowania poubojowego z tuszami. Uboju zwierząt dokonywano w zakładach mięśnych grupy SOKOŁÓW S.A., w Oddziale Sokołów Podlaski z wykorzystaniem wysokonapięciowego oszłamiania elektrycznego (700 V; 1,5 sek.) i wykrwawianiem zwierząt w pozycji leżącej (linia firmy holenderskiej INARCO). Charakterystykę analizowanej populacji tuczników w zakresie masy tuszy ciepłej (MTC) i procentowej zawartości mięsa w tuszy, określonej aparatem Ultra-FOM 100, przedstawiono w tab. 1.

Oceniany materiał z grupy I i II przebadano w zakresie obciążenia genem HAL<sup>n</sup> metodą PCR/RFLP [14].

Jakość mięsa oceniano na podstawie następujących parametrów: przewodnictwa elektrycznego mierzonego 35 min (LF<sub>35</sub>), 120 min (LF<sub>120</sub>) i 24 h (LF<sub>24</sub>) *post mortem*; pH<sub>35</sub>, pH<sub>45</sub>, pH<sub>24</sub>; R<sub>1</sub> (IMP/ATP); jasności barwy mięsa (L\*); zdolności utrzymywania wody własnej (WHC) oraz wycieku naturalnego z tkanki mięśniowej. Pomiarów LF<sub>35</sub>, LF<sub>120</sub>, LF<sub>24</sub>; pH<sub>35</sub>, pH<sub>24</sub> oraz L\* dokonywano bezpośrednio w tkance mięśnia *Longissimus dorsi* (w części *Longissimus lumborum* – LL), a pozostałe wartości analizowanych cech określano w próbkach mięśnia LL pobranych za ostatnim żebrem.

Pomiaru przewodnictwa elektrycznego dokonywano za pomocą konduktometru LF-Star firmy Matthäus. Wartości pH<sub>35</sub> i pH<sub>24</sub> określano stosując pH-metr Master firmy Dramiński. Z uwagi na istniejącą w zakładach mięsnych technologię uboju (po 38 min szok chłodniczy), pomiaru pH początkowego dokonywano 35 min *post mortem* a pH<sub>45</sub> oznaczano w wodnym homogenacie tkanki mięśniowej wg PN-77/A-82058, przy użyciu pH-metru CP-311 firmy Elmetron, z zastosowaniem szklanej elektrody kombinowanej. Wskaźnik przemian energetycznych R<sub>1</sub> (IMP/ATP) oznaczano spektrofotometrycznie 45 min po uboju metodą Honikela i Fischer [7]. Jasność barwy tkanki mięśniowej określano 24 h po uboju aparatem Minolta CR-310 w systemie L\* a\* b\*. Zdolność utrzymywania wody własnej metodą bibułową oznaczano po 24 h zgodnie z metodyką Grau'a i Hamma [5] w modyfikacji Pohja i Ninivaary [20], a ilość wycieku naturalnego (po 48 h) wg Prange i wsp. [21].

Określenie wpływu terminu pomiaru przewodności elektrycznej na jej wartość, z uwzględnieniem grupy genetycznej dokonano w oparciu o jednoczynnikową analizę wariancji w układzie nieortogonalnym, a wartości średnie porównano testem NIR [22].

Przydatność pomiaru LF 35 min, 120 min i 24 h po uboju w diagnozowaniu cech jakości mięsa analizowano metodą korelacji i regresji prostoliniowej. Obliczeń dokonano wykorzystując program STATISTICA PL 6.0.

## Wyniki i dyskusja

Wśród przebadanych tuczników Landrace, Landrace x Duroc oraz Landrace x Yorkshire nie stwierdzono ani jednego przypadku zwierzęcia obciążonego genem HAL<sup>n</sup>. Tuczniaki linii 890 były zaś obciążone tym genem w 100%, z czego 39 sztuk stanowiły heterozygoty (Nn), a 16 sztuk homozygoty wrażliwe na stres.

Jednoczynnikowa analiza wariancji wykazała wysoko istotny ( $p \leq 0,01$ ) wpływ wyodrębnionych grup zwierząt na wartość przewodnictwa elektrycznego mierzonego 35 min, 120 min i 24 h po uboju (tab. 2). Najwyższymi średnimi wartościami omawianego parametru (w kolejnych terminach) charakteryzowały się tuczniaki linii 890. Należało się tego spodziewać z uwagi na obciążenie tych zwierząt genem wrażliwości na stres, który w dużej mierze odpowiedzialny jest za występowanie mięsa PSE [10, 24, 28].

Tabela 1

Charakterystyka analizowanej populacji tuczników w zakresie masy tuszy ciepłej (MTC) oraz procentowej zawartości mięsa w tuszy określonej aparatem Ultra-FOM 100.

Profile of the population of fatteners analysed in the range of hot carcass weight (HCW) and meat content by Ultra-Fom100.

Parametr Parameter	Gr. I L, LxD, LxY n=270	Gr. II Linia 890 890 line n=55	Gr. III Pogłowie masowe Mass population n=150	Ogółem Total n=475	F emp.
MTC [kg]	84,82 B	85,24 B	81,43 A	83,81	9,69
HCW	±7,72	±7,94	±8,29	±8,07	XX
Zawartość mięsa w tuszy [%]	55,63 B	58,85C	50,75 A	54,49	76,03
Meat content in carcass	±4,44	±2,84	±5,81	±4,40	XXX

A, B, różnice istotne przy  $p \leq 0,01$ ; A, B, significant differences at  $p \leq 0.01$ ;

L – Landrace; LxD – Landrace x Duroc; LxY – Landrace x Yorkshire.

Jak wynika z badań i doniesień różnych autorów [1, 4, 13, 27], w przypadku mięsa wodnistej typu PSE – w wyniku intensywnej glikolizy – powstaje duża ilość kwasu mlekowego, który powoduje denaturację niektórych białek i uszkodzenie membran komórkowych, co w ostateczności prowadzi do wzrostu stężenia jonów w przestrzeni międzykomórkowej i zwiększenie elektrycznego przewodnictwa. Oliver i wsp. [18], porównując zwierzęta obciążone genem HAL<sup>n</sup> (n = 57) z wolnymi od tego genu (n = 96), odnotowali podobne wartości LF<sub>35</sub>, LF<sub>120</sub> i LF<sub>24</sub>. Wg ww. autorów osobniki genetycznie wrażliwe na stres wykazywały, podobnie jak w niniejszej pracy (tab. 2), wyższe wartości średnie omawianego parametru bez względu na termin dokonywania pomiaru. Należy jednak zwrócić uwagę na uzyskane w cytowanej pracy wartości przewodności elektrycznej. Ww. autorzy odnotowali bowiem, wśród zwierząt obciążonych genem wrażliwości na stres, wartości przewodnictwa w zakresie od 11,80 ± 0,86 do 13,27 ± 0,80 mS (w zależności od czasu pomiaru), a wśród osobników wolnych od tego genu w zakresie od 6,03 ± 0,95 do 7,79 ± 0,55 mS. Uzyskane w niniejszej pracy średnie wartości omawianego parametru są niższe i wynoszą 3,46 ± 1,07 mS/cm w grupie zwierząt wolnych od genu HAL oraz 4,53 ± 2,43 mS/cm w linii 890 z genetycznymi predyspozycjami do wytwarzania mięsa PSE. Różnice te wynikają najprawdopodobniej z zastosowanych różnych typów urządzeń do pomiaru przewodnictwa. Oliver i wsp. [18] dokonywali bowiem pomiaru LF za pomocą aparatu PQM (Pork Quality Meter, Germany).

Przewodność elektryczna istotnie ( $p \leq 0,01$ ) zmieniała się w czasie od 35 min do 24 h *post mortem* tylko w przypadku grupy tuczników pochodzących z pogłowia masowego (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ terminu pomiaru przewodnictwa elektrycznego (LF) na jego wartość z uwzględnieniem grupy genetycznej.

The impact of a moment in time selected to measure electrical conductivity (LF) on its level along with regard to the genetic group.

Cechy Traits	Gr. I L, LxD, LxY n = 270	Gr. II Linia 890 890 line n = 55	Gr. III Pogłowia masowe Mass population n = 150	Ogółem Total n = 475	F emp.
LF <sub>35</sub> [mS/cm]	-	4,29 B ±2,33	(C) 3,22 A ±0,91	3,46 ±1,62	24,13 XX
LF <sub>120</sub> [mS/cm]	3,45 B ±0,96	4,12 C ±2,91	(A) 2,33 A ±0,80	3,32 ±1,22	26,87 XXX
LF <sub>24</sub> [mS/cm]	3,48 B ±1,12	5,08 C ±2,31	(B) 2,98 A ±1,07	3,46 ±1,47	57,83 XXX
Ogółem Total	3,46 ±1,07	4,53 ±2,43	2,97 ±1,07	-	-
F emp.	0,71 NS	2,46 NS	27,36 XX	-	-

A, B, – różnice statystycznie istotne pomiędzy grupach zwierząt (w wierszach) przy  $p \leq 0,01$ , A, B, – significant differences appearing in the groups of animals (shown in the rows) at  $p \leq 0,01$ ;

(A), (B), – różnice statystycznie istotne w terminie pomiaru (w kolumnach) przy  $p \leq 0,01$ , (A), (B), – significant differences in the time of taking measurements (shown in the columns) at  $p \leq 0,01$

L – Landrace; LxD – Landrace x Duroc; LxY – Landrace x Yorkshire.

Jak już wspomniano we wstępie, w dostępnym piśmiennictwie spotyka się różne terminy pomiaru przewodnictwa elektrycznego tkanki mięśniowej. Najczęściej jednak badacze wykonują pomiary LF 40–50, 90 lub 120 min i 24 h *post mortem*. Odnotowuje się również różne opinie odnośnie skuteczności stosowania pomiaru LF do oceny jakości mięsa w określonym terminie. Według badań niemieckich [3, 4, 23], stosowanie przewodnictwa elektrycznego 40-50 min po uboju jest skuteczne w różnicowaniu jakości mięsa na linii ubojowej. Strzelecki i wsp. [25] sugerują natomiast, że LF po około 45 min od uboju jest zbliżone w mięsie normalnym i o częściowych cechach PSE i nie jest to odpowiedni moment oceny jakościowej mięsa, a różnice przewodności elektrycznej są wyraźnie widoczne dopiero po 90 i 120 min od uboju.

W tab. 3., 4. i 5. przedstawiono wartości współczynników korelacji i regresji prostoliniowej w celu określenia przydatności pomiaru LF 35, 120 min. i 24 h *post mortem* w diagnozowaniu cech jakości mięsa.

Tabela 3

Współczynniki korelacji i regresji prostoliniowej między przewodnictwem elektrycznym oznaczonym po 35 min od uboju a cechami jakości mięsa wieprzowego.

Coefficients of correlation and rectilinear regression between the electrical conductivity levels, measured 35 min after the slaughter, and the quality of meat properties.

Korelowane cechy Correlated traits	Przewodnictwo elektryczne 35min po uboju (LF <sub>35</sub> ) Electrical conductivity as measured 35minutes <i>post mortem</i>					
	Linia 890 890 line n = 55		Pogłowie masowe mass population n = 120		Ogółem Total n = 175	
	r	b	r	b	r	b
pH <sub>35</sub>	-0,57**	-0,07	-0,13	-	-0,38**	-0,06
pH <sub>45</sub> (homog.)	-0,40**	-0,04	-	-	-	-
pH <sub>24</sub>	-0,11	-	0,29**	0,05	0,16*	0,02
R <sub>1</sub>	0,51**	0,02	0,36**	0,02	0,52**	0,02
Jasność barwy (L*) Colour Brightness	0,05	-	-0,04	-	0,15**	0,39
Wyciek naturalny [%] Drip loss	0,25	-	-0,11	-	-0,04	-
WHC [cm <sup>2</sup> ] Water holding capacity	0,13	-	0,07	-	0,12	-

różnice statystycznie istotne: \* – przy  $p \leq 0,05$ ; \*\* – przy  $p \leq 0,01$  / \* – significant at  $p \leq 0,05$ ; \*\* – significant at  $p \leq 0,01$ ;

r – współczynnik korelacji / r – correlation coefficients; b – współczynnik regresji / b-regression coefficients.

Analizując zależności między przewodnictwem elektrycznym a wybranymi cechami jakości mięsa wieprzowego w badanych grupach tuczników najwyższe wartości współczynników korelacji odnotowano wśród zwierząt obciążonych genem HAL<sup>n</sup> (linia 890) w przypadku LF mierzonego 120 min po uboju. Stwierdzono bowiem wysokoistotne ( $p \leq 0,01$ ) korelacje między LF<sub>120</sub> a pH<sub>35</sub> ( $r = -0,77$ ), pH<sub>45</sub> ( $r = -0,74$ ) i R<sub>1</sub> ( $r = 0,84$ ) oraz istotne ( $p \leq 0,05$ ) z wyciekiem naturalnym ( $r = 0,45$ ) (tab. 4). Nieco niższe, choć najwyższe wśród analizowanych grup zwierząt, wartości współczynników korelacji odnotowano między przewodnością mierzoną 35 min i 24 h *post mortem* a wybranymi cechami jakości mięsa również tuczników linii 890 (tab. 3 i 5).

Godne podkreślenia są obliczone, w grupie świń z genetycznymi predyspozycjami do wytwarzania mięsa PSE, dość wysokie współczynniki korelacji między przewodnością mierzoną 35 min *post mortem* a wartością pH<sub>35</sub> oraz pH i R mierzonymi 45 min – odpowiednio  $r = -0,57^{**}$ ;  $r = -0,40^{**}$  i  $r = 0,51^{**}$ . Wskazują one na przydat-

ność tego pomiaru w diagnozowaniu cech jakościowych mięsa charakteryzujących intensywność przemian glikolitycznych do 45 min *post mortem*. Pomiar spełniałby swoje zadanie tylko w tych zakładach mięsnych, w których czynnik hamujący te przemiany w postaci szoku chłodniczego zastosowano by na linii ubojowej po upływie 45 min, a więc w czasie, w którym w pełni ujawniają się cechy mięsa PSE będące podstawą jego klasyfikacji.

Tabela 4

Współczynniki korelacji i regresji prostoliniowej między przewodnictwem elektrycznym oznaczonym 120 min od uboju a cechami jakości mięsa wieprzowego.

Coefficients of correlation and rectilinear regression coefficients between the electrical conductivity level, measured 120 minutes after the slaughter, and the quality of meat properties.

Cechy Traits	Przewodnictwo elektryczne 120 min <i>post mortem</i> (LF <sub>120</sub> ) Electrical conductivity as measured 120 minutes <i>post mortem</i>						Ogółem Total n = 314	
	L,LxD,LxY n = 241		Linia 890 890 line n = 21		Pogłowie masowe mass population n = 52			
	r	b	r	b	R	b	r	b
pH <sub>35</sub>	-0,13*	-0,03	-0,77	-0,07	0,11	-	-0,14**	-0,02
PH <sub>45</sub> (homog.)	-0,27**	-0,09	-0,74**	-0,04	-	-	0,30**	-0,07
pH <sub>24</sub>	0,05	-	0,16	-	0,51**	0,08	0,14*	0,01
R <sub>1</sub>	0,18**	0,01	0,84**	0,03	0,03	-	0,25**	0,01
Jasność barwy (L*) Colour Brightness	-0,01	-	-0,21	-	-0,37**	-1,26	-0,1	-
Wyciek naturalny [%] Drip loss	0,23**	0,67	0,45*	0,45	-0,22	-	0,1	-
WHC [cm <sup>2</sup> ] Water holding capacity	0,18**	0,36	-0,11	-	-0,05	-	0,05	-

Oznaczenia jak w tab. 3 / Denotation as in Tab. 3.

Whitman i wsp. [27] badając 25 tuczników o nieznanym pochodzeniu uzyskali również wysokie i wyższe zależności między LF<sub>90</sub> a pH<sub>45</sub> i R<sub>1</sub> (odp. R = -0,73\* i 0,89\*) aniżeli między przewodnictwem mierzonym 45 min po uboju a analizowanymi cechami (odpowiednio R = -0,35<sup>NS</sup> i 0,54\*). Podobne tendencje zaobserwowali Oliver i wsp. [19], przeprowadzając badania na 153 loszkach ras wielka biała, Landrace, Landrace belgijska, Pietrain i Duroc. Cytowani autorzy uzyskali nieco wyższe współczynniki korelacji między LF<sub>120</sub> a pH<sub>45</sub> (r = -0,77\*\*) i pH<sub>24</sub> (r = -0,25\*\*) niż między LF<sub>45</sub> a omawianymi parametrami – odpowiednio R = -0,70\*\* i -0,22\*.

Tabela 5

Współczynniki korelacji i regresji prostoliniowej między przewodnictwem elektrycznym oznaczanym 24 h po uboju a cechami jakości mięsa wieprzowego.

Coefficients of correlation and rectilinear regression coefficients between the electrical conductivity level, measured 24 hours after the slaughter, and the quality of meat properties.

Cechy Traits	Przewodnictwo elektryczne 24 h po uboju (LF <sub>24</sub> ) Electrical conductivity measured 24 h <i>post mortem</i>						Ogółem Total n = 475	
	L, LxD, LxY n = 270		Linia 890 890 line n = 55		Pogłowie masowe mass population n = 150		r	b
	r	b	r	b	r	b		
pH <sub>35</sub>	-0,10	-	-0,49**	-0,06	-0,46**	-0,08	-0,28**	-0,04
pH <sub>45</sub> (homog.)	-0,16**	-0,04	-0,54**	-0,04	-	-	-0,30**	-0,06
pH <sub>24</sub>	-0,18**	-0,02	-0,09	-	0,19*	0,03	0,08	-
R <sub>1</sub>	0,13*	0,004	0,50**	0,02	0,41**	0,02	0,34**	0,01
jasność barwy (L*) Colour Brightness	0,20**	0,53	-0,09	-	-0,03	-	0,17**	0,40
wyciek naturalny [%] Drip loss	0,21**	0,47	0,12	-	0,09	-	0,04	-
WHC [cm <sup>2</sup> ] Water holding capacity	0,13*	0,20	0,32*	0,13	0,04	-	0,15**	0,16

Oznaczenia jak w tab. 3 / Denotation as in Tab. 3.

W niniejszej pracy stwierdzono także interesujące wartości współczynników korelacji między LF mierzonym 120 min i 24 h po uboju a cechami jakości mięsa wśród grupy tuczników wolnych od genu wrażliwości na stres, u których nie stwierdzono ani jednego przypadku występowania mięsa typu PSE (L, LxD, LxY). W grupie tych zwierząt odnotowano największą liczbę istotnych korelacji między pomiarem przewodnictwa elektrycznego a analizowanymi cechami charakteryzującymi jakość mięsa. Rezultaty te mogą być dowodem na to, iż przewodnictwo elektryczne jest w stanie różnicować jakość mięsa uznanego za normalne (tab. 4 i 5).

Uzyskane w niniejszej pracy wyniki wskazują, że do określania wielkości wycieku naturalnego największą przydatność wykazuje pomiar przewodnictwa elektrycznego wykonywany 120 min. *post mortem*, z uwagi na odnotowane istotne zależności między tymi parametrami zarówno w grupie zwierząt obciążonych genetycznie wrażliwością na stres (linia 890), jak i u osobników wolnych od genu HAL<sup>n</sup> (L, LxD, LxY) (tab. 4). Jednak ujemna, nieistotna korelacja omawianej zależności wśród tuczników pogłowia masowego stawia wyzwanie głębszego przeanalizowania tej grupy zwierząt. Wielu autorów [6, 9, 15] wskazuje natomiast na większą przydatność przewodnictwa elektrycznego mierzzonego 24 h po uboju w diagnozowaniu ilości wycieku naturalnego.



go. Świadczą o tym uzyskane przez nich wysokie korelacje między tymi parametrami (odp.  $r = 0,73^{***}$ ;  $0,81^{**}$  i  $0,81^*$ ).

Biorąc pod uwagę obliczone wartości współczynników korelacji dotyczące materiału całej analizowanej populacji, bez względu na analizowaną grupę genetyczną tuczników, najwięcej zależności z cechami jakości mięsa wykazano w przypadku LF mierzonego 24 h *post mortem* (tab. 5). Uzyskano bowiem wysoko istotne ( $p \leq 0,01$ ), aczkolwiek niskie, korelacje między  $LF_{24}$  a  $pH_{35}$  ( $r = -0,28$ ),  $pH_{45}$  ( $r = -0,30$ ),  $R_1$  ( $r = 0,34$ ), jasnością barwy ( $r = 0,17$ ) oraz WHC ( $r = 0,15$ ).

Należy również zwrócić uwagę na dodatnie korelacje przewodnictwa elektrycznego z wartością  $pH_{24}$ , w przypadku tuczników pogłowia masowego, (tab. 3, 4, 5). W dostępnym piśmiennictwie odnotowuje się także podobne (nie zrozumiałe) tendencje owej zależności [1, 23, 26, 27]. Zaobserwowane tendencje mogą świadczyć o dużym współdziałaniu LF i  $pH_{24}$  w diagnozowaniu cech jakości mięsa zwierząt zestresowanych niekorzystnymi warunkami obrotu przedubojowego, dla których typowa jest wysoka wartość  $pH_{24}$  ( $pH_{24} > 5,7$ ). Zagadnienie to należałoby dokładniej przeanalizować w odrębnym opracowaniu. Być może pomiary tych parametrów łącznie, wykorzystywanych jako kryteria diagnostyczne, mogą lepiej opisywać jakość pozyskiwanego mięsa od tuczników.

## Wnioski

1. Przewodność elektryczna, niezależnie od terminu pomiaru i grupy genetycznej (z wyjątkiem pogłowia masowego badanego 120 min *post mortem*), wykazuje ściśle, potwierdzony statystycznie związek z tempem przebiegu glikolizy do 45 min *post mortem* mierzonym intensywnością rozpadu ATP do IMP ( $R_1$ ) (współczynniki korelacji od  $0,13^*$  w grupie zwierząt wolnych od genu wrażliwości na stres – L, LxD, LxY do  $0,84^{**}$  wśród zwierząt linii 890 – w 100% obciążonej tym genem, a więc w grupie zwierząt z predyspozycjami genetycznymi do wytwarzania mięsa PSE).
2. Uzyskane stosunkowo wysokie bądź wysokie, potwierdzone statystycznie, współczynniki korelacji między przewodnictwem elektrycznym, niezależnie od terminu jego pomiaru, a cechami jakości mięsa różnych grup zwierząt świadczą o przydatności pomiaru tego parametru w diagnozowaniu jakości mięsa wieprzowego, szczególnie w grupie zwierząt z genetycznymi predyspozycjami do wytwarzania mięsa PSE (linia 890).
3. Stwierdzona największa liczba statystycznie istotnych współczynników korelacji między wartością LF po 120 min od uboju a analizowanymi cechami, w tym wyciekem naturalnym i zdolnością utrzymywania wody własnej, wśród zwierząt wolnych od genu  $HAL^n$  z mięsem o prawidłowych parametrach jakości, świadczy o możliwości wykorzystania pomiaru LF do różnicowania jakości mięsa dla po-

trzeb przetwórstwa mięsnego.

4. Stwierdzone, statystycznie istotne dodatnie współczynniki korelacji między LF (niezależnie od terminu pomiaru, tj. 35 i 120 min oraz 24 h *post mortem*) a wartością  $\text{pH}_{24}$  na materiale pogłowia masowego najprawdopodobniej dowodzą możliwości wykrywania zwierząt zmęczonych obrotem przedubojowym oraz wskazują na możliwość wykorzystania pomiaru tego parametru po 120 min *post mortem* w mięśniu LL łącznie z pomiarem  $\text{pH}_{24}$  do diagnozowania mięsa wadliwego.

*Praca wykonana w ramach grantu PBZ-KBN-036/P06/04 oraz badań statutowych Katedry Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa, AR Siedlce*

### Literatura

- [1] Blicharski T., Ostrowski A., Nowak B., Komender P.: Preliminary estimation of the value of electric conductivity measurements for detecting the PSE and DFD defects in pork. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 1995, **13** (1), 45-49.
- [2] Briskey E.J., Wismer-Pedersen J.: Biochemistry of pork muscle structure. I. Rate of anaerobic glycolysis and temperature change versus the apparent structure of muscle tissue. *J. Food Sci.*, 1961, **26**, 297-305.
- [3] Eggert U., Mohr R., Kalm E.: Bezahlung nach Fleischbeschaffenheit bei routinemäßiger Erfassung am Schlachtband. *Fleischwirt.*, 1990, **70** (7), 821-824.
- [4] Feldhusen F., Neumann-Fuhrmann D., Wenzel S.: Die Leitfähigkeit als Parameter der Fleischbeschaffenheit. *Fleischwirt.*, 1987, **67** (4), 455-460.
- [5] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch, *Fleischwirt.*, 1952, **4**, 295-297.
- [6] Greshake F., Schmitt F., Schepers K.H., Untersuchungen zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes von Schweinefleisch und dessen Zusammenhänge zu anderen Fleischqualitätskriterien. *Fleischwirt.*, 1988, **68** (6), 765-769.
- [7] Honikel K.O., Fischer H.: A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. *J. Food Sci.*, 1977, **42**, 1633-1636.
- [8] Joo S-T.: Pork Quality: Identification, Measurement and Explanation of Factors Associated with Color and Water-Holding Capacity of Porcine Muscle. PhD. Thesis. Korea University, Seoul, Korea, 1995.
- [9] Kauffman R.G., Norman J.M., Gunasekaran S., van Laack R., Lee S., Toliver T.: Predicting water-holding capacity in post-rigor pork. *Materiały 42<sup>nd</sup> ICOMST, Lillehammer*, 1996, pp. 284-285.
- [10] Koćwin – Podsiadła M., Przybylski W., Kaczorek S., Krzęcio E.: Quality and technological yield of PSE (Pale, soft, exudative), -acid, -and normal pork. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7/48**, 2, 217-222.
- [11] Koćwin-Podsiadła M.: Metoda wykrywania mięsa wadliwego u świń. *WSRP Siedlce*, 1993, monografia 26.
- [12] Kortz J.: Próba wyznaczenia syntetycznego wskaźnika jakości mięsa wieprzowego jako kryterium różnicowania mięśni normalnych, PSE i DFD (na przykładzie mięsa knurów i wieprzków). *Praca habilitacyjna, Ar Szczecin*, 1986, rozprawa, 100.
- [13] Kortz J.: The chief defects of meat and methods of detection. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2001, **10/51**, 3 (S), 6-10.
- [14] 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.

- [15] Lee S., Norman J.M., Gunasekaran S., Van Laack R.L.J.M., Kim B.C., Kauffman R.G.: Use of electrical conductivity to predict water-holding capacity in post-rigor pork. *Meat Sci.*, 2000, **55**, 385-389.
- [16] Monin G., Sellier P.: Pork flow 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.
- [17] Offer G., Trinick J.: The structural basis of water – holding capacity in meat. Part 1: General principles and water uptake in meat processing. *Development in Meat Sci.-4, Elsevier Applied Sci.*, 1988, 63-171.
- [18] Oliver M.A., Gispert M., Diestre A.: The effects of breed and Halothane Sensitivity on Pig Meat Quality, *Meat Sci.*, 1993, **35**, 105-118.
- [19] 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.
- [20] Pohja N.S., Ninivaara F.P.: Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Constantdruckmethoden. *Fleischwirt.*, 1957, **9**, 193-195.
- [21] Prange H., Jugrrt L., Scharner E.: Untersuchungen zur Muskelfleischqualität beim Schwein. *Arch. Exper. Vet. Med. Leipzig*, 1977, **31 (2)**, 235-248.
- [22] Ruszczyc Z.: *Metodyka doświadczeń zootechnicznych*. PWRiL, Warszawa 1981.
- [23] Schmitt F., Schepers K.H., Jüngst H., Reul U., Festerling A.: Fleischqualität beim Schwein. Untersuchungen zu deren Erfassung. *Fleischwirtschaft*, 1984, **64 (10)**, 1238-1242.
- [24] Sellier P., Monin G.: Genetics of pig meat quality: a review. *J. Muscle Foods*, 1994, **5**, 187-219.
- [25] Strzelecki J., Borzuta K., Piechocki T., Grześkowiak E.: Określenie parametrów przewodności elektrycznej mięsa wieprzowego różnej jakości. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 1995, **20**, 89-100.
- [26] Warriss P.D., Brown S.N., Adams S.J.M.: Use of the tecpro pork quality meter for assessing meat quality on the slaughter line. *Meat Sci.*, 1991, **30**, 147-156.
- [27] Whitman T.A., Forrest 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.
- [28] Wood J.D., Wiseman J., Cole D.J.A.: Control and manipulation of meat quality. In: *Principles of Pig Science*, Nottingham University Press 1994, pp. 433-456.

## THE CORRELATION BETWEEN THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY AND SOME SELECTED PORK MEAT QUALITY PROPERTIES

### Summary

The objective of the present work was to evaluate the usefulness of electrical conductivity measurements taken *post mortem* at different moments in time for the purpose of determining the quality properties pork meat. The investigations included different genetic groups of animals studied. The results obtained were statistically significant correlations between the electrical conductivity and the meat quality properties of different groups of animals; thus, they confirmed the usefulness of this specific parameter to determine quality of pig meat, particularly in a group of animals showing genetic predispositions to produce a PSE meat (890 line). The largest number of statistically significant coefficients of correlation was stated between the electrical conductivity measured in 120 minutes after the slaughter and the analyzed properties (including drip loss and water holding capacity) of animals that were free of the HAL<sup>n</sup> gene (L, LxD, LxY). Therefore, it is concluded and confirmed that it is possible to apply this parameter while differentiating meat quality (considered a standard quality) as necessary in the meat processing technology.

**Key words:** electrical conductivity, drip loss, pH, correlations. ☒