

Przydatność kryteriów diagnozujących klasy jakości mięsa wieprzowego do szacowania cech przydatności kulinarnej mięsa

Halina Sieczkowska^{1#}, Agata Andrzejczuk¹, Andrzej Zybert¹,
Elżbieta Krzęcio-Nieczyporuk², Katarzyna Antosik²,
Krzystian Tarczyński¹, Maria Koćwin-Podsiadła¹

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Wydział Przyrodniczy,

¹Zakład Hodowli Trzody Chlewnej i Oceny Mięsa,

²Zakład Dietetyki i Oceny Żywności

ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce; [#]e-mail: hsieczkowska@uph.edu.pl

Celem badań było określenie przydatności kryteriów (pH, R₁, EC) diagnozujących podstawowe klasy jakości mięsa wieprzowego (RFN, PSE, DFD, AM) do szacowania podstawowych cech przydatności kulinarnej mięsa. Badania przeprowadzono w sezonie wiosenno-jesiennym na 320 tuczniakach pogłowia masowego. Zapewniono jednakowe warunki odchowu, obrotu przedubojowego i uboju zwierząt oraz postępowania poubojowego z tuszami. Analizowany materiał badawczy był wyrównany w zakresie masy tuszy ciepłej (87,09 ±4,05 kg) i procentowej zawartości mięsa w tuszy (56,68 ±3,01%). Udowodnione statystycznie istotne korelacje podstawowych kryteriów jakości mięsa wieprzowego z wybranymi (istotnymi z punktu widzenia konsumenta) cechami decydującymi o jego wartości kulinarnej, potwierdzają ich przydatność do szacowania podstawowych cech przydatności kulinarnej. Dla bardziej precyzyjnego wnioskowania dotyczącego przydatności podstawowych kryteriów diagnozujących klasy jakości mięsa wieprzowego (pH₁, pH₂₄, pH₄₈, R₁, EC₂, EC₂₄) do szacowania cech przydatności kulinarnej mięsa wieprzowego należałoby zastosować do wyliczeń statystycznych analizę kanoniczną, umożliwiającą określenie powiązań dwóch zbiorów zmiennych: objaśnianych (charakteryzujących przydatność kulinarną) i objaśniających (stanowiących podstawowe kryteria diagnozowania jakości mięsa).

SŁOWA KLUCZOWE: wieprzowina / jakość mięsa / przydatność kulinarna / korelacje fenotypowe

Zmiany stylu życia współczesnych konsumentów mięsa w Polsce, jak i na świecie, wiążą się na przestrzeni ostatniego ćwierćwiecza ze zmianami oczekiwań rynku mięsa i jego przetworów pod względem ich jakości. Dostosowanie jakości surowca wieprzowego oraz produktów mięsnych do wymagań konsumenta jest bardzo ważnym problemem przy wyznaczaniu strategii marketingowych zakładów mięsnych. Jakość mięsa wieprzowego nale-

zy analizować dwukierunkowo. Pierwszy kierunek dotyczy jakości wieprzowiny surowej z przeznaczeniem na mięso kulinarne, zaś drugi to jakość i przydatność technologiczna surowca przeznaczonego do dalszego przetwórstwa [1, 2, 3, 39]. Jakość wieprzowiny charakteryzuje się obecnie dość dużą zmiennością, a jej odchylenia niekorzystnie oddziałują na przydatność kulinarną i przetwórczą mięsa [16, 19, 37]. Zmienność cech jakości mięsa wieprzowego w wysokim stopniu determinowana jest intensywnością oraz zasięgiem przemian glikolitycznych i energetycznych *post mortem*, wyrażonych zakwaszeniem tkanki mięśniowej w okresie poubojowym i wskaźnikiem przemian energetycznych (R_1). Do podstawowych kryteriów diagnozujących podstawowe klasy jakości mięsa wieprzowego, tj. RFN (mięso o prawidłowych parametrach jakości – tzw. mięso normalne), PSE (jasne, miękkie, wodniste), DFD (ciemne, twarde, suche) i AM (tzw. mięso kwaśne), zalicza się odczyn pH w okresie od 35 min do 24-48 h *post mortem*, przewodność elektryczną (EC) w 2, 3 i 24 h po uboju, jak również wskaźnik informujący o rozpadzie energii IMP/ATP – R_1 [4, 18, 19, 43].

Celem przeprowadzonych badań było określenie przydatności kryteriów diagnozujących podstawowe klasy jakości mięsa wieprzowego do szacowania podstawowych cech przydatności kulinarnej mięsa.

Material i metody

Badania przeprowadzono w sezonie wiosenno-jesiennym na 320 tucznikach pochodzących z pogłównia masowego (z równym udziałem loszek i wieprzków). Tucznikom zapewniono jednakowe warunki utrzymania, żywienia (mieszkanki pełnoporcjowe stosownie do wieku) i obrotu przedubojowego. Uboju świń dokonano 2-4 h po przebytych transporcie (300 km), z wykorzystaniem oształamiania elektrycznego (system INARCO) i wykrwawianiem w pozycji leżącej, zgodnie technologią obowiązującą w zakładzie mięsnym. Masę tuszy ciepłej (mtc) ustalono z dokładnością do 0,1 kg 35 minut po uboju, na kolejkowej wadze elektronicznej. Zawartość mięsa w tuszy oszacowano za pomocą aparatu ultradźwiękowego ULTRA-FOM 300, duńskiej firmy SFK Technology. Analizowany materiał badawczy (320 szt.) był wyrównany w zakresie mtc i procentowej zawartości mięsa w tuszy, tj. odpowiednio: $87,09 \pm 4,05$ kg przy współczynniku zmienności (V) wynoszącym 4,65% i $56,68 \pm 3,01\%$ przy $V=5,31\%$.

Oceny cech jakości mięsa dokonano w mięśniu *Longissimus lumborum* (LL), na podstawie następujących parametrów: zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH), stosunku nukleotydów IMP/ATP (R_1), przewodności elektrycznej (EC), jasności barwy (L^*), wycieku naturalnego (WN), zdolności utrzymania wody własnej przez mięso (WHC).

Pomiaru pH dokonano bezpośrednio w tkance mięśnia LL 45 min (pH_{45}), 24 h (pH_{24}) i 48 h (pH_{48}) *post mortem*, stosując pH-metr MASTER firmy Dramiński z elektrodą sztyletową. Wartość wskaźnika R_1 (IMP/ATP) określono w 45 min *post mortem* metodą laboratoryjną Honikiel i Fischer [13]. Przewodność elektryczną mierzono bezpośrednio w tuszy wiszącej w 2 h (EC_2) oraz 24 h (EC_{24}) *post mortem*, stosując konduktometr LF-Star firmy Matthäus. Jasność barwy (L^*) tkanki mięśniowej określano 24 h po uboju, przy użyciu aparatu Minolta CR 310. Wyciek naturalny oznaczono według metodyki Prange i wsp. [32] 48 h (WN_{48}), 96 h (WN_{96}) oraz 144 h (WN_{144}) po uboju. Zdolność utrzymania wody

własnej (WHC – water holding capacity) oznaczono w 24 h *post mortem* metodą Graua i Hamma [12], w modyfikacji Pohji i Ninivaary [31]. W próbkach pobranych z mięśnia LL określono skład podstawowy: zawartość wody i suchej masy – według PN-ISO 1442:2000 [30], zawartość białka ogólnego metodą Kjeldahla, zgodnie z PN-75/A-04018 [28] i zawartość tłuszczu śródmięśniowego (IMF) metodą Soxhleta, zgodnie z PN-ISO 1444:2000 [29].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, przy pomocy pakietu statystycznego Statistica 7.1 PL (StatSoft). Charakterystykę materiału badawczego przedstawiono w postaci średniej arytmetycznej (\bar{x}), odchyłeń standardowych (SD) i współczynnika zmienności (V). Przydatność kryteriów klas jakości mięsa w diagnozowaniu podstawowych cech przydatności kulinarnej oszacowano metodą regresji (b wyznaczono w modelu regresji liniowej postaci $y = a + bx$) i korelacji prostopadkowej (r).

Wyniki i dyskusja

Oceniany materiał badawczy charakteryzował się dobrą jakością w zakresie cech podstawowych kryteriów wykorzystywanych przy diagnozowaniu klas jakości mięsa (z wyjątkiem pH_{48}). Średnie wartości pH_{45} , pH_{24} , R_1 oraz EC_2 , EC_{24} mieściły się w przedziale wartości typowych dla mięsa normalnego. Zmienność ww. cech wyrażona współczynnikiem zmienności kształtowała się na niskim poziomie, tj. od 2,13% dla pH_{45} do 5,43% dla R_1 . Wyjątek stanowiła przewodność elektryczna. Zmienność wyrażona współczynnikiem zmienności dla EC_2 i EC_{24} mięśnia LL kształtowała się na poziomie ok. 40% (tab. 1).

Na szczególną uwagę w niniejszych badaniach zasługuje wartość pH_{48} mięśnia LL, która kształtuje się na poziomie $5,46 \pm 0,12$, przy niskim współczynniku zmienności wynoszącym 2,20% (tab. 1). Odnotowana wyżej wartość pH_{48} mięśnia LL jest typowa dla mięsa typu kwaśnego, które charakteryzuje się niskim pH końcowym (poniżej 5,5) [18, 19, 23, 43]. Mięso kwaśne występuje u świń rasy hampshire i jej mieszańców obciążonych genem RN⁻ [26, 33, 34].

Tabela 1 – Table 1

Charakterystyka podstawowych kryteriów jakości mięsa

Basic meat quality criteria

Cecha – Trait	\bar{x}	SD	V (%)
pH_{45} LL	6,55	0,18	2,75
pH_{24} LL	5,62	0,12	2,13
pH_{48} LL	5,46	0,12	2,20
R_1	0,92	0,05	5,43
EC_2 LL (mS/cm)			
Electrical conductivity 2 h (mS/cm)	2,94	1,16	39,46
EC_{24} LL (mS/cm)			
Electrical conductivity 24 h (mS/cm)	3,86	1,54	39,90

\bar{x} – średnia arytmetyczna – mean

SD – odchylenie standardowe – standard deviation

V – współczynnik zmienności – coefficient of variation

W tabeli 2. przedstawiono charakterystykę cech przydatności kulinarnej. Poddana analizie tkanka mięśniowa charakteryzowała się wysoką wartością odżywczą, wyrażoną wysoką zawartością białka ogólnego – 22,67%, przy niskim współczynniku zmienności – 3,30%. Z kolei jasność barwy L* mięśnia LL, kształtującą się na poziomie 54,01 (V=3,30%), można uznać za akceptowalną przez konsumenta. Zdaniem Koćwin-Podsiadłej i wsp. [18] barwa mięsa uznawanego za normalne (różowoczerwone) powinna przyjmować wartości L* w przedziale od 52 do 55. Barwa mięsa jest jednym z istotnych wyróżników decydujący o jego przydatności kulinarnej. Należy ona do zasadniczych kryteriów wyboru i akceptowalności mięsa przez konsumentów [14, 24, 25, 38, 40]. Na jej intensywność wpływa między innymi zakwaszenie tkanki mięśniowej oraz zawartość tłuszczu śródmięśniowego, powodująca tzw. marmurkowatość [11]. Optymalna (na poziomie 2-3%) zawartość tłuszczu śródmięśniowego przyczynia się do wzrostu akceptowalności konsumenckiej i kulinarnej mięsa, czyli poprawy jego kruchości, soczystości i smakowitości [42].

Tabela 2 – Table 2

Charakterystyka wybranych cech przydatności kulinarnej mięsa wieprzowego

Selected characteristics of culinary suitability of pork

Cecha – Characteristic	\bar{x}	SD	V (%)
Zawartość wody (%) Water content (%)	74,47	0,96	1,29
Zawartość suchej masy (%) Dry matter content (%)	24,82	1,50	6,04
Zawartość białka ogólnego (%) Protein content (%)	22,67	0,75	3,30
Zawartość tłuszczu śródmięśniowego (%) Intramuscular fat content (%)	1,69	0,66	39,05
Jasność barwy (L*) Colour lightness (L*)	54,01	3,02	5,49
Wyciek naturalny 48 h (%) Drip loss 48 h (%)	5,73	2,66	46,42
Wyciek naturalny 96 h (%) Drip loss 96 h (%)	8,97	2,99	33,33
Wyciek naturalny 144 h (%) Drip loss 144 h (%)	11,40	3,02	26,49
WHC (cm ²) Water holding capacity (cm ²)	5,48	1,62	29,56

 \bar{x} – średnia arytmetyczna – mean

SD – odchylenie standardowe – standard deviation

V – współczynnik zmienności – coefficient of variation

W przeprowadzonym doświadczeniu średnia zawartość tłuszczu śródmięśniowego (IMF) wynosiła ok. 1,7% (tab. 2), czyli poniżej średniej wartości (2-3%) przyjmowanej przez Wo-oda i wsp. [42] za optymalną w zakresie przydatności konsumenckiej. Zakres zmienności IMF na poziomie ok. 40% świadczy o tym, że w analizowanej populacji tuczników odnotowuje się znaczną grupę tusz z mięsem o optymalnej zawartości tłuszczu śródmięśniowego (powyżej 2%). Najprawdopodobniej w analizowanym materiale doświadczalnym znajdują

się tuczniaki mieszańce z udziałem rasy duroc po stronie ojcowskiej. Pozytywny efekt w zakresie IMF odnotowuje się u mieszańców z 25% i 50% udziałem rasy duroc [17, 37, 42].

Szczegółowej analizie wymaga wyciek naturalny z tkanki mięśnia LL w okresie przechowywania. Zbyt duży wyciek swobodny z mięśnia ogranicza możliwość jego sprzedaży jako mięsa kulinarnego. Straty masy mięsa na skutek wycieku soku mięśniowego w trakcie przechowywania i w sprzedaży detalicznej znajdują bezpośrednie odzwierciedlenie w stratach finansowych ponoszonych przez producentów, dystrybutorów i konsumentów mięsa [8, 10, 15, 20, 21]. W analizowanym materiale badawczym zaobserwowano dużą zmienność wycieku naturalnego w każdym terminie pomiarowym oraz zdolności utrzymywania wody własnej przez mięso (WHC), odpowiednio: 46,62% przy średniej 5,73% dla WN_{48} , 33,33% przy średniej 8,97% dla WN_{96} i 26,49% przy średniej 11,40% dla WN_{144} oraz ok. 30% przy średniej 5,48 cm² dla WHC (tab. 2). Uzyskana średnia wartość dla wycieku naturalnego w 48 h *post mortem* jest charakterystyczna dla mięsa uznawanego za ciekące – powyżej 4,0% według Bertram i wsp. [5].

W duńskiej populacji świń Bertram i wsp. [5] oraz Schäfer i wsp. [35] wykazali występowanie tusz z mięsem ciekącym (powyżej 4,0%); odpowiednio 90% oraz ok. 60% tusz z mięsem ciekącym. Krzęcio i wsp. [22] w badaniach przeprowadzonych na tuczniakach pogłównia masowego w Polsce stwierdzili wysoką zmienność wartości wycieku naturalnego z mięśnia LL w 48 h po uboju (od 2% do 16%).

Przydatność powszechnie stosowanych kryteriów wyodrębniania podstawowych klas jakości mięsa w diagnozowaniu cech charakteryzujących jego przydatność kulinarną oszacowano na podstawie współczynników korelacji fenotypowej prostej (r) i regresji (b) – tabela 3.

Poddane analizie kryteria jakości mięsa dotyczące pH (pH_1 , pH_{24} , pH_{48}) były ujemnie istotnie skorelowane (przy $p \leq 0,01$ i $p \leq 0,05$) z wyciekami naturalnymi soku mięśniowego w całym okresie przechowywania od 24 do 144 godzin *post mortem*, czyli do tzw. półki sklepowej. Wskaźnik przemian energetycznych R_1 był dodatkowo istotnie skorelowany tylko z wyciekami naturalnymi w 48 h *post mortem* ($r=0,18^*$). Najwyższe zależności między ww. parametrami stwierdzono dla zakwaszenia tkanki mięśniowej w 48 h po uboju. Współczynniki korelacji fenotypowych prostych między pH_{48} mięśnia LL a wyciekami naturalnymi w okresie przechowywania kształtowały się na poziomie: $r=-0,40^{**}$ dla WN_{48} ; $r=-0,49^{**}$ dla WN_{96} i $r=-0,44^{**}$ dla WN_{144} . Wartości pH_{24} i pH_{48} mięśnia LL były ujemnie wysoko skorelowane z jasnością barwy ($r=-0,39$). W przypadku pH_{48} mięśnia LL odnotowano także ujemną wysoko istotną zależność z WHC ($r=-0,26^{**}$). Na podstawie ww. udowodnionych statystycznie i zamieszczonych w tabeli 3. współczynników korelacji fenotypowej prostej i współczynników regresji można stwierdzić, iż spadek pH w końcowej fazie dojrzewania mięsa, tj. w 24 i 48 h po uboju, przyczynił się istotnie do zwiększenia wycieku naturalnego z tkanki mięśnia LL w całym okresie przechowywania (aż do 144 h) oraz pojaśnienia barwy mięsa. Zakwaszenie tkanki mięśniowej (od 24 do 48 h *post mortem*) jest jednym z podstawowych parametrów diagnozującym mięso kwaśne, charakteryzujące się wzmożonym wyciekami naturalnymi, wyższą wartością WHC oraz jaśniejszą barwą. W niniejszych badaniach udowodniono również statystycznie (przy $p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$) zależności między pH_{45} mięśnia LL a wyciekami naturalnymi w całym okresie przechowywania tkanki mięśniowej (24-144 h) i zdolnością utrzymywania wody własnej

Tabela 3 – Table 3

Współczynniki korelacji fenotypowej prostej (r) oraz regresji (b) pomiędzy kryteriami jakości mięsa wieprzowego a cechami jego przydatności kulinarnej

Coefficients of simple phenotypic correlation (r) and regression (b) between pork quality criteria and culinary suitability characteristics

Cechy przydatności kulinarnej mięsa Culinary suitability characteristics		Kryteria jakości mięsa – Meat quality criteria					
		pH ₁	pH ₂₄	pH ₄₈	R ₁	EC ₂	EC ₂₄
Zawartość wody Water content	r	0,06 NS	-0,17*	-0,09NS	0,12*	0,27**	0,19*
	b	–	-1,39	–	2,24	0,23	0,12
Zawartość suchej masy Dry matter content	r	0,01 NS	0,29**	0,08 NS	-0,01 NS	-0,33**	-0,08 NS
	b	–	3,50	–	–	-0,40	–
Zawartość białka ogólnego Protein content	r	0,07 NS	0,05 NS	0,08 NS	0,02 NS	-0,06 NS	-0,08 NS
	b	–	–	–	–	–	–
Zawartość tłuszczu śródmięśniowego Intramuscular fat content	r	0,08 NS	0,24**	0,26**	-0,15*	-0,21**	0,10 NS
	b	–	1,32	1,46	-1,88	-0,21	–
Jasność barwy (L*) Colour lightness (L*)	r	-0,01 NS	-0,39**	-0,39**	0,09 NS	0,04 NS	0,10 NS
	b	–	-9,68	-10,17	–	–	–
Wyciek naturalny 48 h Drip loss 48 h	r	-0,20**	-0,49**	-0,40**	0,18*	0,26**	0,26**
	b	-2,91	-10,69	-9,09	9,07	0,60	0,45
Wyciek naturalny 96 h Drip loss 96 h	r	-0,17*	-0,53**	-0,49**	0,06 NS	0,22**	0,24**
	b	-2,71	-13,07	-12,29	–	0,55	0,46
Wyciek naturalny 144 h Drip loss 144 h	r	-0,17*	-0,50**	-0,44**	0,02 NS	0,17*	0,18*
	b	-2,83	-12,57	-11,41	–	0,45	0,37
WHC Water holding capacity	r	-0,14*	-0,09 NS	-0,26**	0,17*	0,06 NS	0,15 NS
	b	-1,17	–	-3,68	5,24	–	–

NS – statystycznie nieistotne – not significant

**Statystycznie istotne przy $p \leq 0,01$ – significant at $p \leq 0,01$

*Statystycznie istotne przy $p \leq 0,05$ – significant at $p \leq 0,05$

przez mięso (WHC). Tak jak w przypadku pH końcowego, wzrost zakwaszenia w początkowym okresie po uboju (do 1 h) przyczynia się znacznie do wodnistości mięsa. Wartość pH do 1 h *post mortem* jest skutecznym kryterium w diagnozowaniu mięsa PSE (jasnego, miękkiego i ciekącego).

Zależności między zakwaszeniem tkanki mięśniowej a wyciekami naturalnymi w okresie przechowywania mięsa po uboju były przedmiotem wielu badań. Dla przykładu, odnotowane w badaniach Krzęcio [21] ujemne korelacje między wartością pH tkanki mięśnia LL a wartością wycieku naturalnego w 48 h po uboju były istotne dla pomiarów pH od 45 min do 48 h *post mortem*. Pliquet i wsp. [27], Czarniecka-Skubina i wsp. [9] oraz Sieczkowska i wsp. [36] udowodnili statystycznie korelację fenotypową prostą wycieku naturalnego z wartością pH mierzoną we wczesnym okresie *post mortem* (do 1 h). Van Wijck i wsp. [41] udowodnili statystycznie korelację genetyczną ($r = -0,92$) między pH końcowym mięsa a wyciekami naturalnymi w okresie przechowywania. Krzęcio-Nieczyporuk i wsp. [23], również odnotowali – jak w niniejszych badaniach – statystycznie potwierdzoną zależność między wartością wskaźnika przemian energetycznych (R_1) a wielkością wycieku naturalnego w 48 h po uboju.

W badaniach własnych wyciek naturalny z tkanki mięśnia LL w całym okresie jej przechowywania (aż do 144 h po uboju) był dodatnio istotnie (przy $p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$) skorelo-

wany z przewodnictwem elektrycznym mierzonym 2 i 24 h *post mortem* (tab. 3). Przewodność elektryczna jest parametrem łatwo mierzalnym w zakładach mięsnych na linii ubojowej [4, 36]. Przewodność elektryczna jest bardzo istotnym wyznacznikiem w diagnozowaniu mięsa typu PSE i kwaśnego oraz ciekącego (WN_{48} powyżej 4%). Wielu naukowców sugeruje zastosowanie przewodności elektrycznej równocześnie z pomiarem pH, jako kryterium wstępnej oceny jakości mięsa [6, 7, 16, 36].

Ważnym parametrem w ocenie przydatności kulinarnej mięsa wieprzowego jest zawartość tłuszczu śródmięśniowego w tkance mięśniowej. Jak już wspomniano, optymalna zawartość tłuszczu śródmięśniowego (ok. 2 do 3%) w tkance mięśniowej przyczynia się do poprawy kruchości, soczystości i smakowitości mięsa wieprzowego.

Spśród sześciu analizowanych w niniejszej pracy kryteriów diagnozowania jakości mięsa wieprzowego cztery, tj. pH_{24} , pH_{48} , wskaźnik przemian energetycznych – R_1 oraz EC_2 , wykazywały udowodniony statystycznie związek z zawartością tłuszczu śródmięśniowego (tab. 3). Wartości pH_{24} i pH_{48} były wysoko (przy $p \leq 0,01$) dodatnio skorelowane z zawartością tłuszczu śródmięśniowego; odpowiednio $r=0,24^{**}$ i $r=0,26^{**}$. Natomiast w przypadku wskaźnika przemian energetycznych (R_1) i przewodności elektrycznej 2 h po uboju z zawartością tłuszczu śródmięśniowego udowodniono statystycznie ujemną zależność; odpowiednio $r=-0,15^*$ i $r=-0,21^{**}$ (tab. 3). Analogiczną jak w niniejszym eksperymencie, również potwierdzoną statystycznie korelację fenotypową prostą dla R_1 i tłuszczu śródmięśniowego odnotowali Krzęcio-Nieczyporuk i wsp. [23]. Sieczkowska i wsp. [36] w swoich badaniach nie udowodnili statystyczne współzależności dla R_1 i tłuszczu śródmięśniowego, natomiast udowodnili statystycznie korelację fenotypową prostą dla EC_2 i tłuszczu śródmięśniowego ($r=0,47^{**}$).

Reasumując, udowodnione statystycznie istotne zależności podstawowych kryteriów diagnozowania jakości mięsa wieprzowego z wybranymi (istotnymi z punktu widzenia konsumenta) cechami przydatności kulinarnej potwierdzają ich przydatność w diagnozowaniu podstawowych cech wartości kulinarnej. Dla dokładniejszego i bardziej precyzyjnego wnioskowania przydatności podstawowych kryteriów jakości mięsa wieprzowego (pH_1 , pH_{24} , pH_{48} , R_1 , EC_2 , EC_{24}) w diagnozowaniu podstawowych cech przydatności kulinarnej mięsa należałoby zastosować do wyliczeń statystycznych analizę kanoniczną, umożliwiającą określenie powiązań dwóch zbiorów zmiennych: objaśnianych (charakteryzujących przydatność kulinarną) i objaśniających (stanowiących podstawowe kryteria jakości mięsa).

PIŚMIENNICTWO

1. ALCALDE M.J., RIPOLL G., PANEA B., 2013 – Consumer attitudes towards meat consumption in Spain with special reference to quality marks and kid meat. Consumer attitudes to food quality products, EAAP; Wageningen Academic Publishers 133, 97-107.
2. ANDERSEN H.J., 2000 – What is pork quality. EAAP Publication “Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics nutrition”, Zurich, 25 August 1999, No. 100, 15-26.
3. ANDERSEN H.J., OKSBJERG N., YUNG J.F., THERKILDSEN M., 2005 – Feeding and meat quality – a future approach. *Meat Science* 70, 543-554.
4. ANTOSIK K., 2006 – Przydatność przewodności elektrycznej w diagnozowaniu jakości mięsa wieprzowego. Praca doktorska, Akademia Podlaska w Siedlcach.

5. BERTRAM H.C., PETERSEN J.S., ANDERSEN H.J., 2000 – Relationship between RN-genotype and drip loss in meat from Danish pigs. *Meat Science* 56, 49-55.
6. BEUTLING D., SEIFERT G., 2002 – Vorhersagesicherheit frühpostmortaler Messwerte bei Abweichungen der Fleischqualität. *Fleischwirtschaft* 12, 81-84.
7. BORZUTA K., GRZEŚKOWIAK E., STRZELECKI J., LISIAK D., ROGALSKI J., 2004 – Przewodność elektryczna różnych grup jakościowych mięsa. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* XLI, 171-180.
8. CHENG Q., SUN D.W., 2008 – Factors affecting the water holding capacity of red meat products: A review of recent research advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48, 137-159.
9. CZARNIECKA-SKUBINA E., PRZYBYLSKI W., JAWORSKA D., WACHOWICZ I., TRZAŚKOWSKA M., KAJAK K., LECH A., 2006 – Evaluation of rate and extend of pH fall on drip loss in *longissimus lumborum* pig muscle. *Annals of Animal Science* 2/1, 249-253.
10. FISCHER K., 2007 – Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 124, suppl. 1, 12-18.
11. FLOREK M., LITWIŃCZUK A., SKALECKI P., TOPYŁA B., 2004 – Influence of pH of fatteners' musculus longissimus lumborum on the changes of its quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 13/54, 195-198.
12. GRAU R., HAMM R., 1952 – Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirtschaft* 4, 295-297.
13. HONIKEL K.O., FISCHER H., 1977 – A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. *Journal of Food Science* 42, 1633-1636.
14. KLONT R.E., PLASTOW G.S., WILSON E.R., GARNIER J.P., SOSNICKI A.A., 2001 – Przewidywanie ilości i jakości mięsa wieprzowego – wypełnienie luki między miogenezą a tendencjami konsumenckimi. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* 38, Supl. II, 17-29.
15. KOĆWIN-PODSIADŁA M., KRZĘCIO E., 2004 – Nowe trendy w badaniach jakości wieprzowiny. *Prace i Materiały Zootechniczne. Zeszyt Specjalny* 15, 85-91.
16. KOĆWIN-PODSIADŁA M., KRZĘCIO E., PRZYBYLSKI W., 2006 – Pork quality and methods of its evaluation – a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 15/56, 3, 241-248.
17. KOĆWIN-PODSIADŁA M., KRZĘCIO E., KURYŁ J., POŚPIECH 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. Praca zbiorowa pod redakcją prof. M. Świtońskiego. Wyd. AR Poznań, s. 259-329.
18. KOĆWIN-PODSIADŁA M., PRZYBYLSKI W., KACZOREK S., KRZĘCIO E., 1998 – Quality and technological yield of pork PSE, acid and normal pork. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 7/48, 2, 217-222.
19. KOĆWIN-PODSIADŁA M., ZYBERT A., KRZĘCIO E., ANTOSIK K., SIECZKOWSKA H., 2009 – Biochemiczne mechanizmy kontrolujące jakość wieprzowiny. [W:] Genomika bydła i świń – wybrane zagadnienia. Praca zbiorowa pod red. L. Zwierzchowskiego i M. Świtońskiego. Wyd. UP Poznań.
20. KRISTENSEN L., PURSLOW P.P., 2005 – The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: role of cytoskeletal proteins. *Meat Science* 58, 17-23.

21. KRZĘCIO E., 2009 – Zmienność, uwarunkowania i diagnostyka wycieku naturalnego z mięsa wieprzowego. Rozprawa naukowa No 103. Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Siedlce.
22. KRZĘCIO E., ANTOSIK K., KOĆWIN-PODSIADŁA M., ZYBERT A., SIECZKOWSKA H., KURYŁ J., ŁYCZYŃSKI A., 2004 – Quality and technological value of meat from porkers of six genetic groups as related to *RYRI^T* gene. *Animal Science Papers and Reports* 22, suppl. 3, 19-30.
23. KRZĘCIO-NIECZYPORUK E., ANTOSIK K., SIECZKOWSKA H., ZYBERT A., KOĆWIN-PODSIADŁA M., CHOIŃSKA J., ROMANIUK J., 2014 – Związek wycieku naturalnego z właściwościami fizykochemicznymi mięśnia *Longissimus lumborum* tuczników. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 10 (4), 141-149.
24. LEÓN K., MERY D., PEDRESCHI F., LEÓN J., 2006 – Color measurement in L*a*b* units from RGB digital image. *Food Research International* 39 (10), 1084-1091.
25. LU J., TAN J., SHATADAL P., GERRARD D.E., 2000 – Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Science* 56 (1), 57-60.
26. LUNDSTROM K., ANDERSON A., HANSSON I., 1996 – Effect of the RN⁻ gene on technological and sensory meat quality in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire. *Meat Science* 42, 145-153.
27. PLIQUETT U., ALTMANN M., PLIQUETT F., SCHRÖBLEIN L., 2003 – P_y-a parameter for meat quality. *Meat Science* 65, 1429-1437.
28. PN-75/A-04018: Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
29. PN-ISO 1444:2000: Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.
30. PN-ISO 1442:2000: Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody.
31. POHJA N.S., NINIVAARA F.P., 1957 – Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstandrückmethods. *Fleischwirtschaft* 9, 193-195.
32. PRANGE H., JUGRRT L., SCHARNER E., 1977 – Untersuchungen zur Muskel fleischqualität beim Schwein. *Archives of Experiments in Veterinary Medizin* 31 (2), 235-248.
33. PRZYBYLSKI W., 2002 – Wykorzystanie potencjału glikolitycznego mięśnia *Longissimus dorsi* w badaniach nad uwarunkowaniem wybranych cech jakości mięsa wieprzowego. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa.
34. PRZYBYLSKI W., KOĆWIN-PODSIADŁA M., 1998 – Częstość występowania genu RN u świń rasy Hampshire i jej mieszańców z rasą Pietrain. Symposium Naukowe „Nauka w Polskiej Zootechnice XXI wieku”. Lublin, 10-11 września, 113-114.
35. SCHÄFER A., ROSERNWOLD K., PURSLOW P.P., ANDERSEN H.J., HENCKEL P., 2002 – Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork. *Meat Science* 64, 355-366.
36. SIECZKOWSKA H., ANTOSIK K., KRZĘCIO-NIECZYPORUK E., ZYBERT A., KOĆWIN-PODSIADŁA M., 2013 – Przydatność wybranych parametrów oznaczanych 45 min post mortem w mięśni *longissimus lumborum* do oceny jakości wieprzowiny. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 2 (87), 51-60.
37. SIECZKOWSKA H., KOĆWIN-PODSIADŁA M., KRZĘCIO E., ANTOSIK K., ZYBERT A., 2009 – Quality and technological properties of meat from Landrace-Yorkshire × Duroc and Landrace-Yorkshire × Duroc-Pietrain fatteners. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 59, 4, 329-333.

38. VALOUS N.A., MENDOZA F., SUN D.W., ALLEN P., 2009 – Colour calibration of a laboratory computer vision system for quality evaluation of pre-sliced hams. *Meat Science* 81 (1), 132-141.
39. VANDENDRIESSCHE F., 2008 – Meat products in the past, today and in the future. *Meat Science* 78, 104-113.
40. VAN OECKEL M.J., WARNANTS N., BOUCQUÉ CH.V., 1999 – Measurement and prediction of pork colour. *Meat Science* 52 (4), 347-354.
41. VAN WIJK H.J., ARTS D.J.G., MATTHEWS J.O., WEBSTER M., DUCRO B.J., KNOL E.F., 2005 – Genetic parameters for carcass composition and pork quality estimated in a commercial production chain. *Journal of Animal Science* 83, 324-333.
42. WOOD J.D., WISEMAN J., COLE D. J.A., 1994 – Control and manipulation of meat quality. [In:] Principles of pig science. Nottingham University Press.
43. ZYBERT A., 2016 – Zmienność zasobów glikolitycznych mięśnia *longissimus lumborum* w 45 min po uboju a wartość wybranych cech jakości mięsa wieprzowego. Monografia naukowa. UPH w Siedlcach.

Halina Sieczkowska, Agata Andrzejczuk, Andrzej Zybert,
Elżbieta Krzęcio-Nieczyporuk, Katarzyna Antosik,
Krystian Tarczyński, Maria Koćwin-Podsiadła

Usefulness of pork meat quality classes criteria in assessing of its culinary value

Summary

The aim of the study was to determine the usefulness of criteria (pH, R₁ and EC) used to determine pork quality classes (RFN, PSE, DFD and AM) in assessing culinary value characteristics of pork. The study was carried out on 320 fatteners from the mass population in the spring-autumn season. Rearing conditions, pre-slaughter handling and carcass handling were the same for all animals. The fatteners were similar in terms of hot carcass weight (87.09 ±4.05 kg) and lean meat content (56.68 ±3.01%). The statistically significant correlations found confirmed that basic pork quality criteria are suitable for assessment of selected parameters of culinary value that are important to the consumer. To obtain more precise conclusions regarding the suitability of basic pork quality criteria (pH₁, pH₂₄, pH₄₈, R₁, EC₂ and EC₂₄) for estimation of characteristics of culinary value, canonical analysis should be used to determine the relationships between two sets of variables: independent (basic criteria of pork quality classes) and dependent (basic culinary values of pork).

KEY WORDS: pork / meat quality / culinary suitability / phenotypic correlations