

MARIA BOCIAN, HANNA JANKOWIAK, WOJCIECH KAPELAŃSKI

Katedra Hodowli Trzody Chlewnej i Koni
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy

ZMIANY BARWY MIĘSA W TRAKCIE PRZECHOWYWANIA

CHANGES OF MEAT COLOUR DURING STORAGE

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących zależności między obiektywną oceną barwy i jej zmianami (Δ) po 48 h przechowywania a standardowymi wyróżnikami jakości mięsa wieprzowego. Mięso do badań pozyskano od 30 tuczników F₁ (wbp × pbz) pochodzących ze skupu na terenie woj. kujawsko-pomorskiego. Na próbach pobranych z mięśnia *longissimus lumborum*, 48 h po uboju, zmierzono zakwaszenie (pH), oznaczono intensywność barwy, zawartość barwników mięśniowych oraz określono właściwości technologiczne mięsa, tj.: wodochłonność, swobodny wyciek soku, wyciek termiczny. Barwę mięsa mierzono 48 i 96 h po uboju w systemie CIE $L^*a^*b^*$, wyliczono nasycenie barwy C^* i ton barwy h° . Wykazano istotne zmiany barwy mięsa w czasie 48 h jego przechowywania w wartościach parametrów barwy a^* , b^* i h° ($p \leq 0,01$). Największe zmiany stwierdzono w udziale barwy żółtej (Δb^*) i tonie barwy (Δh°). Uzyskano znaczące zależności pomiędzy parametrami barwy mięsa L^* , a^* , b^* i tonu barwy h° w czasie 48 i 96 h po uboju a kwasowością mięsa (pH₄₈), intensywnością barwy, barwnikami mięśniowymi oraz swobodnym wyciekami soku ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$). Uzyskane wartości korelacji prostej między parametrami barwy a cechami jakości mięsa mierzonymi 48 h po uboju wskazują na istotną rolę cech jakości mięsa w kształtowaniu parametrów jego barwy.

Słowa kluczowe: mięso wieprzowe, cechy fizyczne, jakość mięsa

Wstęp

Jednym z ważniejszych wyróżników jakości technologicznej i konsumpcyjnej mięsa wieprzowego jest jego barwa (Karamucki, 2008).

Obiektywna ocena barwy w skali CIE $L^*a^*b^*$ i CIE $L^*C^*h^\circ$ pozwala na niezależne określenie parametru L^* , tj. jasności barwy, zawierającej się między bielą (100%) i idealną czernią (0%), parametru a^* , będącego miarą czerwoności, parametru b^* , będącego miarą żółtości, oraz nasycenia C^* i tonu barwy h° (Karamucki, 2008).

Barwa stanowi bardzo istotny wyróżnik jakości mięsa powiązany z innymi właściwościami kształtującymi technologiczną i konsumpcyjną jakość i wydajność przetwórczą mięsa (Kajak i in., 2007; Škrlep i Čandek-Potokar, 2007; Strzyżewski i in., 2008; Van Laack i in., 2001). Szczególnie ważną właściwością barwy jest jej zdolność długotrwałego zachowania atrakcyjnego wyglądu mięsa świeżego.

Celem niniejszej pracy była ocena zależności między obiektywnym pomiarem barwy i jej zmianami po 48 h przechowywania a standardowymi wyróżnikami jakości mięsa wieprzowego.

Material i metody

Materiał do badań pozyskano od 30 tuczników – mieszańców F₁ (wbp × pbz) pochodzących ze skupu na terenie woj. kujawsko-pomorskiego (w połowie loszki i w połowie wieprzki). Zwierzęta żywiono do woli z wykorzystaniem mieszanek pełnoporcjowych, zgodnie z normami żywienia świń (Grela i Skomiał, red., 2014). Uboju tuczników dokonano przy masie ciała 105–120 kg.

Oceny jakości mięsa dokonywano na próbach mięśnia *longissimus lumborum*, które przechowywano w warunkach chłodniczych w temperaturze 4–6°C.

Kwasowość tkanki mięśniowej (pH₄₈) zmierzono pehametrem CP-401 firmy Elmetron w wodnym ekstrakcie mięsa przygotowanym w proporcji woda : mięso jak 1 : 1, po godzinie ekstrakcji. Aparat kalibrowano z użyciem buforu o pH 7,0 i pH 4,0 firmy Elmetron. Oznaczenie wykonywano trzykrotnie z dokładnością do 0,01. Temperatura próbek wynosiła około 20°C.

Na plastrze mięsa surowego o wadze 120 g określano wzrokowo intensywność barwy według skali 6-stopniowej (PN-ISO 4121:1998, 1998): 1 – mięso bardzo jasne, 6 – mięso ciemnopurpurowe. Barwę mięsa mierzono dwukrotnie na plastrze mięsa surowego, po 48 i 96 h od uboju, za pomocą fotokolorymetru Minolta CR 310 (Konica Minolta, Japonia) o średnicy portu pomiarowego 50 mm. Standaryzacji aparatu dokonano za pomocą białej płytki wzorcowej CR 310 o współrzędnych $Y = 92,80$, $x = 0,3175$ i $y = 0,3333$. Określono parametry barwy poszczególnych prób w systemie CIE $L^*a^*b^*$ (L^* – jasność, a^* – udział barwy czerwonej, b^* – udział barwy żółtej) (CIE, 1986), z zastosowaniem iluminantu D65 i standardowego obserwatora 2°. Nasylenie barwy (parametr C^*), a także ton barwy (h° – hue angle) wyliczono według wzoru, który podali Beattie i in. (1999) oraz Brewer i in. (2001):

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2}, h^\circ = (\tan^{-1}b^*/a^*)$$

Oznaczenie wodochłonności wykonywano metodą Graua i Hamma w modyfikacji Pohji i Niinivaary (1957). Próbkę rozdrobnionego mięsa o masie 300 mg naniesiono na bibułę typu Whatman 1, umieszczono między dwiema szklanymi płytkami i poddano równomiernemu obciążeniu 2 kg przez 5 min. Z wielkości powierzchni nacieku wyliczano procentową zawartość wody wolnej w mięsie, przyjmując, że 1 cm² nacieku odpowiada 10 mg wody. Mniejsza powierzchnia nacieku (ilość wody wolnej) oznacza większą wodochłonność prób.

Swobodny wyciek soku z mięsa w trakcie 48 h przechowywania prób oznaczano według Honikela (1987) na plastrach o grubości około 2,5 cm wraz z omięsną. Próbkę

umieszczano w woreczku foliowym i ważono. Woreczek w dolnej jego części kilkakrotnie nacinano, aby umożliwić wypływ soku mięśniowego. Następnie próbkę umieszczano w drugim woreczku i zawieszano tak, aby wyciekający sok nie miał kontaktu z próbą mięsa. Próby przechowywano w pozycji wiszącej w warunkach chłodniczych w temperaturze 2–4°C przez 48 h. Po tym okresie próby ponownie ważono. Z różnicy masy przed przechowywaniem i po 48 h przechowywania wyliczano wielkość swobodnego wycieku soku z mięsa.

Wielkość wycieku termicznego oznaczano 48 h po uboju metodą Walczaka (1959). Próbkę mięsa rozdrobnionego (20 g) umieszczano w gazie higroskopijnej i ogrzewano w łaźni wodnej w temperaturze 85°C przez 10 min. Po wyjęciu próby, usunięciu gazy i schłodzeniu do temperatury 4°C próbkę ważono. Z różnicy masy mięsa przed obróbką i po obróbce cieplnej wyliczano jej procentowy ubytek.

Zawartość barwników mięśniowych określano kolorymetrycznie według metody Hornseya (1956). Rozdrobnione próbki mięsa (10 g) zalewano 40 ml mieszaniny aceton : woda : stężony HCl, w proporcjach 40 : 2 : 1, i ekstrahowano przez 1 h. Po przesączeniu mierzono absorbancję badanych roztworów za pomocą spektrofotometru Marcel Media przy długości fali 640 nm. Wartość gęstości optycznej (E) mnożono przez faktor 680 dla uzyskania właściwego stężenia hematyny wyrażonego jako mikrogramy hematyny w 1 g mięsa.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie. Charakterystykę próby określono za pomocą średnich arytmetycznych oraz odchylenia standardowego. Istotność różnic między barwą ocenianą 48 h i 96 h po uboju zweryfikowano testem t. Wyliczono współczynniki korelacji prostej Pearsona pomiędzy parametrami barwy L^* , a^* , b^* , nasyceniem C^* i tonem barwy h° w czasie 48 i 96 h po uboju i ich zmianami (Δ) po 48 h przechowywania a pozostałymi cechami jakości mięsa. Współczynniki korelacji oszacowano na podstawie par obserwacji zmiennych x i y. Do obliczeń zastosowano program komputerowy STATISTICA 8 PL (Statistica..., 2008).

Wyniki i dyskusja

Wyniki dotyczące subiektywnej oceny barwy, zawartości barwników mięśniowych oraz innych wyróżników jakości przedstawiono w tabeli 1. Uzyskane wartości omawianych cech wskazują na mięso normalnej jakości, co znajduje potwierdzenie w literaturze (Grajewska i Bocian, 2005; Warriss i in., 2006).

Jasność barwy i pozostałe składowe mierzone na plastrach dwukrotnie, w czasie 48 i 96 h po uboju oraz ich zmiany zamieszczono w tabeli 2. Całkowita ilość światła odbitego od powierzchni plastru mięsa i pochłoniętego przez nią określa jasność barwy L^* . Wartość ta w dużym stopniu zależy od fizycznie ukształtowanych właściwości tkanki mięśniowej determinujących jej strukturę i powiązanych z pH i wodochłonnością, a także od głębokości penetracji wiązki światła (Lindahl i in., 2001). Jasność barwy mięsa jest też determinowana ilością barwników mięśniowych, co ma swoje praktyczne znaczenie w rozróżnianiu gatunków, jak i wieku zwierząt. Uzyskane wartości jasności barwy L^* mięsa mierzone po 48 h i ponownie po 96 h od uboju nie wykazały istotnych zmian i były typowe dla mięsa normalnego (Warriss i in., 2006).

Tabela 1. Parametry przydatności technologicznej mięsa oceniane 48 h po uboju
Table 1. Parameters of technological suitability of meat assessed 48 h after slaughter

Cecha Trait	Średnia Average	Odchylenie standardowe Standard deviation
pH ₄₈	5,49	0,04
Intensywność barwy (skala 1–6) Visual colour intensity (1–6 scale)	3,79	0,45
Barwniki mięśniowe (mikrogramy hematyny w 1 g mięsa) Muscle pigments (micrograms of hematin per 1 g of meat)	36,82	7,00
Wodochłonność (% wody wolnej) Water holding capacity (% of free water)	18,51	1,59
Swobodny wyciek soku (%) Drip loss (%)	3,22	1,23
Wyciek termiczny (%) Thermal drip (%)	22,97	1,42

Tabela 2. Cechy barwy mięsa mierzone 48 i 96 h po uboju oraz ich zmiany (Δ)
Table 2. Meat colour traits measured 48 and 96 h after slaughter and their changes (Δ)

Cecha Trait	Godziny od uboju Hours after slaughter		Zmiany (Δ) barwy po 48 h przechowywania Colour changes (Δ) after 48 h of storage
	48	96	
L^*	54,69 \pm 2,46	55,33 \pm 2,33	+0,64
a^*	16,23 ^A \pm 0,95	15,19 ^B \pm 0,80	-1,04
b^*	4,38 ^A \pm 1,65	7,33 ^B \pm 0,69	+2,95
C^*	16,94 \pm 0,89	16,89 \pm 0,75	-0,05
h°	15,09 ^A \pm 5,69	25,79 ^B \pm 2,55	+10,70

L^* – jasność, a^* – udział barwy czerwonej, b^* – udział barwy żółtej, C^* – nasycenie, h° – ton barwy.

Wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się od siebie statystycznie na poziomie $p \leq 0,01$.

L^* – lightness, a^* – redness, b^* – yellowness, C^* – chroma, h° – hue angle.

Mean values in the row denoted by different letters are statistically different at the level of $p \leq 0.01$.

Kolejna cecha barwy, jaką jest wartość a^* , charakteryzująca udział barwy czerwonej, zmieniła się istotnie między obu pomiarami w kierunku zmniejszenia się udziału czerwieni po 96 h od uboju ($p \leq 0,01$). Z kolei wartość b^* , określająca udział barwy żółtej, zwiększyła się istotnie w trakcie ekspozycji mięsa na czynniki zewnętrzne ($p \leq 0,01$). Nasycenie barwy C^* , wyliczone jako pochodna a^* i b^* , podobnie jak jasność barwy, nie zmieniło się w trakcie przechowywania mięsa do 96 h po uboju, ton barwy h° natomiast, w warunkach niniejszego badania, wykazał istotną zmianę ($p \leq 0,01$) w kierunku zwiększenia swej intensywności, podobnie jak udział barwy żółtej b^* .

Karamucki i in. (2013) stwierdzili największe zmiany barwy w czasie przechowywania mięśni przepiórek w przypadku czerwoności (Δa^*) i tonu barwy (Δh°). Inni badacze (Kajak i in., 2007; Turyk i in., 2013) nie wykazali istotnego wpływu czasu przechowywania mięsa na zmianę parametrów barwy.

Współczynniki korelacji prostej pomiędzy barwą mięsa L^* , a^* , b^* , C^* i h° mierzoną 48 i 96 h po uboju i jej zmianami (Δ) po 48 h przechowywania a niektórymi cechami jakości technologicznej zawarto w tabeli 3.

Tabela 3. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy parametrami barwy mięsa mierzonymi 48 i 96 h po uboju oraz ich zmianami (Δ) po 48 h przechowywania a niektórymi cechami jakości technologicznej

Table 3. Simple correlation coefficients between meat colour traits measured 48 and 96 h after slaughter and their changes (Δ) after 48 h of storage and some of technological quality traits

Cecha Trait	Godzina od uboju Hour after slaughter	pH ₄₈	Intensywność barwy (skala 1–6) Visual colour intensity (1–6 scale)	Barwniki mięśniowe (mikrogramy hematyny w 1 g mięsa) Muscle pigments (micrograms of hematin per 1 g of meat)	Wodochłon- ność (% wody wolnej) Water holding capacity (% of free water)	Swobodny wyciek soku Drip loss (%)
L^*	48	-0,516**	-0,596**	-0,646**	0,129	0,506**
	96	-0,583**	-0,721**	-0,649**	0,080	0,682**
a^*	48	0,456*	0,434*	0,323	0,109	-0,440*
	96	0,367*	0,404*	0,306	0,290	-0,516*
b^*	48	-0,435*	-0,397*	-0,510**	0,268	0,402*
	96	-0,552**	-0,485**	-0,476**	0,276	0,447*
C^*	48	0,220	0,248	0,068	0,206	-0,241
	96	0,125	0,191	0,104	0,389*	-0,308
h°	48	-0,489**	-0,448**	-0,531**	0,211	0,463**
	96	-0,633**	-0,596**	-0,538**	0,094	0,628**
ΔL^*		0,109	0,259	-0,094	0,159	-0,417*
Δa^*		0,176	0,110	0,076	-0,166	-0,003
Δb^*		-0,286	-0,272	-0,437*	0,214	0,301
ΔC^*		0,129	0,098	-0,022	-0,133	0,018
Δh°		-0,288	-0,253	-0,408*	0,238	0,255

*Istotność przy $p \leq 0,05$.

**Istotność przy $p \leq 0,01$.

*Significance at $p \leq 0,05$.

**Significance at $p \leq 0,01$.

Wykazano istotne zależności pomiędzy parametrami barwy L^* , a^* , b^* i tonem barwy h° a cechami jakości technologicznej mięsa: pH_{48} , intensywnością barwy oraz swobodnym wyciekaniem soku w czasie 48 i 96 h po uboju ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$). Większość wykazanych zależności jest zgodna z wynikami badań innych badaczy (Brewer i in., 2001; Kajak i in., 2007; Strzyżewski i in., 2008; Van Laack i in., 2001). Uzyskano istotne ujemne korelacje proste pomiędzy stężeniem barwników mięśniowych a jasnością barwy L^* , żółtością b^* i jej tonem h° ($p \leq 0,01$) oraz nieistotne korelacje z czerwonnością barwy a^* i nasyceniem C^* . Jak podaje Feldhusen (1994), podsumowując wyniki badań wielu autorów, małe wartości współczynników korelacji prostej między koncentracją barwników a czerwonnością barwy a^* dla mięsa wieprzowego wskazują, iż istotną rolę w kształtowaniu czerwonoci odgrywają inne wyróżniki jakościowe. Zmiana barwy mięsa po 48 h przechowywania w przypadku żółtości barwy (Δb^*) i tonu (Δh°) była ujemnie istotnie skorelowana z barwnikami mięśniowymi ($p \leq 0,05$).

Podsumowanie

Na podstawie otrzymanych wyników badań wykazano istotne zmiany (Δ) barwy w czasie 48 h przechowywania mięsa w przypadku parametrów a^* , b^* i tonu barwy h° ($p \leq 0,05$). Uzyskano znaczące zależności pomiędzy parametrami barwy mięsa L^* , a^* , b^* i tonu barwy h° mierzonymi 48 i 96 h po uboju a kwasowością mięsa (pH_{48}), intensywnością barwy, barwnikami mięśniowymi oraz swobodnym wyciekaniem soku ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$). Zmiana barwy mięsa po 48 h przechowywania w przypadku żółtości barwy (Δb^*) i tonu barwy (Δh°) była ujemnie istotnie skorelowana z barwnikami mięśniowymi ($p \leq 0,05$). Uzyskane wartości korelacji prostej między parametrami barwy a cechami jakości mięsa mierzonymi 48 h po uboju wskazują na istotną rolę cech jakości mięsa w kształtowaniu parametrów jego barwy.

Literatura

- Beattie, V. E., Weatherup, R. N., Moss, B. W., Walker, N. (1999). The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.*, 52, 205–211.
- Brewer, M. S., Zhu, L. G., Bidner, B., Meisinger, D. J., McKeith, F. K. (2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Sci.*, 57, 169–176.
- CIE. (1986). *Colorimetry*. Publication CIE 15.2. Vienna: Central Bureau of CIE.
- Feldhusen, F. (1994). Einflüsse auf die postmortale Farbveränderung Oberfläche von Schweinemuskulatur. *Fleischwirtschaft*, 74, 9, 989–991.
- Grajewska, S., Bocian, M. (2005). Plastyczność surowego mięsa wieprzowego jako wskaźnik jego jakości z uwzględnieniem genotypu świń *RYRI*. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 44, 3, Supl., 38–47.
- Grela, E. R., Skomial, J. (red.). (2014). *Normy żywienia świń. Zalecenia żywieniowe i wartości pokarmowa pasz dla świń*. Jabłonna: Wyd. IFiZZ PAN.
- Honikel, K. O. (1987). The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, 67, 9, 1098–1102.

- Hornsey, H. C. (1956). The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.*, 7, 534–540.
- Kajak, K., Przybylski, W., Jaworska, D., Rosiak, E. (2007). Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH. *Zywn. Nauka Technol. Jakość*, 50, 1, 26–34.
- Karamucki, T. (2008). Badania nad kształtowaniem się barwy mięśnia *longissimus lumborum* świń oraz przydatnością wybranych metod jej pomiaru do oceny jakości mięsa wieprzowego. *Rozpr. AR Szczec.*, 249.
- Karamucki, T., Gardzielewska, J., Jakubowska, M., Rybak, K., Garczewska, J. (2013). The relationship between colour and pH in cold-stored quail breast muscle. *Ann. Anim. Sci.*, 13, 2, 401–413.
- Lindahl, G., Lundström, K., Tornberg, E. (2001). Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Sci.*, 59, 141–151.
- PN-ISO 4121:1998. (1998). Analiza sensoryczna. Ocena produktów spożywczych przy użyciu metod skalowania. Warszawa: PKN.
- Pohja, M. S., Niinivaara, F. P. (1957). Die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantdruckmethode. *Fleischwirtschaft*, 9, 193–195.
- Škrlep, M., Čandek-Potokar, M. (2007). Pork color measurement as affected by bloom time and measurement location. *J. Muscle Foods*, 18, 78–87.
- STATISTICA (data analysis software system). Version 8. (2008). Kraków: StatSoft, Inc.
- Strzyżewski, T., Bilska, A., Krysztofiak, K. (2008). Zależność pomiędzy wartością pH mięsa a jego barwą. *Nauka Przym. Technol.*, 2, 2, #12.
- Turyk, Z., Osek, M., Milczarek, A. (2013). Wpływ preparatu ziołowego na zmiany barwy i kwasowości mięsa wieprzowego podczas przechowywania. *Rocz. Nauk. PTZ*, 9, 4, 53–61.
- Van Laack, R. L. J. M., Kauffman, R. G., Greaser, M. L. (2001). Wyznaczniki końcowego pH mięsa. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, 38, Monogr. (Supl. 1), 47–56.
- Walczak, Z. (1959). Laboratoryjna metoda oznaczenia zawartości galarety w konserwach mięsnych. *Rocz. Nauk. Roln. Ser. B*, 74, 4, 619–621.
- Warriss, P. D., Brown, S. N., Paściak, P. (2006). The colour of the adductor muscle as a predictor of pork quality in the loin. *Meat Sci.*, 73, 565–569.

CHANGES OF MEAT COLOUR DURING STORAGE

Summary. The study investigated a relation between objective colour measurement and standard meat quality traits together with changes of meat colour parameters (Δ) during the 48 h storage time. Analysed meat derived from 30 market pigs F₁ (plw × pl) originated from Kuyavian-Pomeranian voivodeship. In the samples taken from *longissimus lumborum* muscle at 48 h *post mortem* the pH_{48h}, visual colour intensity and meat heme pigment concentration, as well as meat holding capacity, drip loss and thermal drip were determined. Meat colour was measured 48 h and again 96 h *post mortem* with CIE $L^*a^*b^*$ system and colour saturation C^* and hue angle h° were calculated. Significant meat colour changes were observed during meat storage time between 48 h and 96 h *post mortem* in respect to a^* , b^* and h° values ($p \leq 0.01$). The highest changes were related to yellowness (Δb^*) and to the hue angle (Δh°). There were stated significant relations between meat colour parameters L^* , a^* , b^* and hue angle h° at 48 h and 96 h *post mortem* and the meat acidity (pH_{48h}), visual colour intensity, meat heme pigment concentration and meat drip loss ($p \leq 0.01$; $p \leq 0.05$). The obtained simple correlation coefficients between meat colour parameters

and meat quality traits measured 48 h *post mortem* suggested their significant role in determination of the meat colour parameters.

Key words: pork meat, physical features, meat quality

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Maria Bocian, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej i Koni, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Poland, e-mail: bocian@utp.edu.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:
10.08.2015

Do cytowania – For citation:

Bocian, M., Jankowiak, H., Kapelański, W. (2015). Zmiany barwy mięsa w trakcie przechowywania. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 4, #57. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.4.57