

MARTA CHMIEL, MIROSŁAW SŁOWIŃSKI, PAWEŁ CAL

ZASTOSOWANIE KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU DO WYKRYWANIA WADY PSE MIĘSA WIEPRZOWEGO

Streszczenie

Celem pracy było określenie możliwości wykorzystania komputerowej analizy obrazu (CVS – ang. computer vision systems) do wykrywania wady PSE mięsa wieprzowego. Materiał badawczy stanowiły 42 wieprzowe mięśnie najdłuższe pozyskane w warunkach przemysłowych. Na podstawie pomiarów wartości pH oraz jasności barwy (L^*) dokonano klasyfikacji surowca do trzech grup jakościowych: mięso normalne (RFN), mięso obciążone wadą PSE oraz mięso niespełniające kryteriów przynależności do żadnej z dwóch powyższych grup (NZ). Wykonano zdjęcia badanych próbek mięsa, a następnie przeprowadzono analizę obrazu, polegającą na określeniu wartości składowych barwy trzech modeli: RGB, HSV i HSL. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że CVS może znaleźć zastosowanie do wykrywania wady PSE mięsa wieprzowego. Najbardziej przydatne do tego celu okazały się składowe: V (z modelu HSV), L (z modelu HSL) oraz R, G, B (z modelu RGB).

Słowa kluczowe: komputerowa analiza obrazu, wieprzowina, PSE

Wprowadzenie

Jednym z najczęściej występujących odchyłeń jakościowych mięsa wieprzowego jest wada PSE (ang. pale, soft, exudative – jasne, miękkie, wodniste). Mięso obciążone tą wadą cechuje się słabszą wodochłonnością, zwiększonym wyciekaniem soku mięsnego, miękką konsystencją oraz jaśniejszą barwą [22, 24]. Z tych powodów wykazuje ono obniżoną przydatność jako surowiec do produkcji mięsa kulinarnego oraz do przetwórstwa. Prawidłowe wykrywanie mięsa o obniżonej jakości technologicznej jest bardzo istotne, gdyż od właściwości surowców uzależniona jest jakość gotowego produktu. Ocena jakości surowca mięsnego bardzo często przeprowadzana jest wzrokowo. Pracownik na podstawie swojego doświadczenia klasyfikuje mięso do różnych grup jakościowych. Jest to więc ocena subiektywna, obciążona błędem wynikającym np.

Mgr inż. M. Chmiel, dr hab. M. Słowiński, prof. SGGW, mgr inż. P. Cal, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

z wyszkolenia pracownika, warunków otoczenia oraz ze zmęczenia. W praktyce przemysłowej do oceny jakości surowca wrywkowo stosowane są także pomiary: pH i jasności barwy. Jednak jednoznaczne zidentyfikowanie występowania wady PSE w mięsie wieprzowym jest trudne [3, 5, 18, 27, 28, 29].

Wartość pH jest podstawowym kryterium pozwalającymi na kontrolę występowania wad jakości mięsa. Niedogodnością pomiaru pH jest konieczność dobrego kontaktu elektrod pH-metru z mierzonym surowcem. Istnieje także możliwość wystąpienia zakażeń krzyżowych mięsa. Ponadto elektroda szklana ma małą wytrzymałość mechaniczną, ulega silnemu zabrudzeniu podczas pomiaru i musi być często kalibrowana. Pomocniczym wskaźnikiem w ocenie jakości mięsa może być pomiar jasności barwy (L^*). Pomiar tego parametru dokonywany metodą odbiciową w systemie CIE $L^*a^*b^*$ stosowany jest do selekcji mięsa wieprzowego na obarczone wadą PSE oraz normalne (RFN; ang. reddish-pink, firm, non-exudative – czerwonoróżowe, twarde, niecieknące) [1, 4, 15, 29, 30]. Określenie jasności barwy przy użyciu kolorymetru obarczone wadami. Przede wszystkim do pomiarów powierzchnia produktu musi być jednolita, a więc by uzyskać reprezentatywne wyniki, niezbędne jest wykonanie dużej liczby pomiarów. Dodatkowo jest to metoda kontaktowa.

Zastosowanie wyżej wymienionych pomiarów w praktyce przemysłowej jest pracochłonne oraz trudne organizacyjnie. Brak jest także wyraźnie określonej klasyfikacji mięsa na podstawie wyników tych pomiarów, a wartości graniczne określonych cech jakości mięsa podawane przez różnych badaczy często się różnią [16, 19]. Należy więc dążyć do zastąpienia tradycyjnych sposobów oceny przez metody, które w krótkim czasie i w obiektywny sposób informowałyby o jakości mięsa. Metodą, która znajduje coraz szersze zastosowanie w przemyśle spożywczym, także w przemyśle mięsnym, jest komputerowa analiza obrazu [6, 7, 8, 10, 14, 18, 26].

Celem pracy było określenie możliwości zastosowania komputerowej analizy obrazu do wykrywania wady PSE wieprzowego mięśnia najdłuższego (*m. longissimus*).

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły 42 wieprzowe mięśnie najdłuższe (*m. longissimus*) pozyskane w warunkach przemysłowych. Po 24 h od uboju z 42 prawych półtuszy pobrano próbki (z części *longissimus lumborum*) o masie około 1 kg. W każdej z nich oznaczano pH, a następnie wykrawano plaster o grubości około 50 mm. Plastry mięsa posłużyły do oznaczenia barwy w systemie CIE $L^*a^*b^*$ oraz przy użyciu komputerowej analizy obrazu. Pomiaru wartości pH mięsa dokonywano poprzez wbicie elektrody szklano-kalomelowej pH-metru Elmetron CP-411 w próbkę mięsa. Przed rozpoczęciem pomiarów pH-metr wykalibrowano w buforach o pH 4 i pH 7. Pomiaru barwy w systemie CIE $L^*a^*b^*$ dokonywano na świeżo przeciętej powierzchni plastra mięsa przy użyciu kolorymetru Minolta CR 200 (źródło światła D_{65} , obserwator 2° , otwór

głowicy pomiarowej 8 mm) wykalibrowanego na wzorcu bieli (L^* 97,83, a^* -0,45, b^* +1,88). Do obliczenia bezwzględnej różnicy barwy (między barwą mięsa PSE i RFN) zastosowano równanie [2]:

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2},$$

gdzie:

ΔE – bezwzględna różnica barw,

L^*_1, a^*_1, b^*_1 – składowe barwy mięsa normalnego,

L^*_2, a^*_2, b^*_2 – składowe barwy mięsa obarczonego wadą PSE.

W opracowaniu wyników posłużono się kryterium przyjętym przez Międzynarodową Komisję Oświeceniową. Według tego kryterium sklasyfikowane są bezwzględne różnice barw ΔE , adekwatnie do postrzegania barw przez człowieka. Przyjęto, że bezwzględne różnice barw pomiędzy 0 i 2 są nierozpoznawalne, od 2 do 3,5 rozpoznawalne przez niedoświadczonego obserwatora, natomiast powyżej 3,5 obserwuje się wyraźną różnicę barwy [2]. Każdy pomiar wartości pH oraz jasności barwy (L^*) wykonywano w 3 powtórzeniach, przyjmując wartość średnią za wynik oznaczenia.

Na podstawie wyników pomiarów wartości pH_{24} i jasności barwy (L^*) dokonano podziału próbek badanego mięsa wieprzowego na 3 grupy jakościowe. Pierwszą grupę stanowiły próbki o $pH_{24} \leq 5,5$ i $L^* > 50$, czyli mięso obarczone wadą PSE, drugą próbki o pH_{24} od 5,5 do 5,7 i $L^* < 50$, czyli mięso normalne – RFN [20], trzecią grupę stanowiły próbki mięsa niespełniające kryteriów przynależności do żadnej z dwóch powyższych grup (NZ). Po wykonaniu wyżej wymienionych pomiarów każdą próbkę umieszczano w stanowisku pomiarowym i fotografowano.

Stanowisko komputerowej analizy obrazu składało się z trzech podstawowych elementów: źródła światła, aparatu fotograficznego oraz oprogramowania do przetwarzania i analizy obrazów. Standardowe warunki wykonywania zdjęć stanowiły: oświetlenie (oświetlenie żarowe – 4 matowe żarówki o mocy 25 W każda, temperatura barwowa 2700 K, współczynnik oddawania barw charakteryzujący źródło światła (CRI) 90 - 100), barwa tła (matowe niebieskie) oraz odległość 50 cm pomiędzy obiektywem a fotografowaną powierzchnią mięsa. Zdjęcia wykonywano w pomalowanej na biały matowy kolor komorze, z zastosowaniem folii rozpraszającej światło, aparatem cyfrowym Canon EOS 350D z obiektywem EF-S 60 mm, umieszczonym pionowo w stabilny sposób nad badanymi próbkami. Aparat podłączono do portu USB komputera klasy PC. Zainstalowane oprogramowanie EOS Utility umożliwiło podgląd i uzyskiwanie zdjęć bezpośrednio na monitorze komputera.

Cyfrowy obraz przetwarzano i poddawano analizie, przy użyciu programu Image Analyzer [12], co umożliwiło uzyskanie danych na temat jasności oraz barwy badanego mięsa na zdjęciach. W programie wyliczone zostały średnie wartości składowych barwy modelu RGB (ang. Red, Green, Blue; czerwony, zielony, niebieski) ze zdjęć

próbek mięsa, a następnie przeliczone na wartości w pozostałych dwóch modelach: HSV (ang. Hue, Saturation, Value; odcień, nasycenie, wartość) i HSL (ang. Hue, Saturation, Lightness; odcień, nasycenie, jasność) [12]. Do dalszej analizy wykorzystano składowe barwy związane z jasnością badanych obrazów, czyli składowe R, G, B z modelu RGB oraz V i L (odpowiednio z modeli HSV i HSL). W modelu RGB zmiana jasności obrazu jest wynikiem jednoczesnej proporcjonalnej zmiany wszystkich trzech wartości R, G i B. Natomiast składowe V i L są parametrami liniowo związanymi z jasnością obrazu. Dlatego też wzrost tych wartości oznacza wzrost jasności obrazu i analogicznie, gdy wartości te obniżają się, oznacza to zmniejszenie jasności obrazu.

Zebrane dane archiwizowano w postaci tabeli w programie Microsoft Excel. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej [9], wykorzystując program Statgraphics 4.1, przeprowadzając jednoczynnikową analizę wariancji (One-Way ANOVA) oraz test Tuckey'a przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników pomiarów wartości pH_{24} oraz jasności barwy (L^*), z 42 próbek badanego mięsa wieprzowego 4 sklasyfikowano jako mięso o cechach PSE (9,5 % całej badanej populacji), natomiast 24 próbki zaklasyfikowano jako mięso RFN, co stanowiło 57,1 % całej badanej populacji. Pozostałych próbek mięsa (14 próbek, 33,3 % całej badanej populacji) nie uwzględniono w dalszej analizie, gdyż nie spełniały one wymaganych kryteriów mięsa normalnego oraz obciążonego wadą PSE podanych w podrozdziale Materiał i metody badań. W niniejszych badaniach stwierdzono niewielką liczbę próbek mięsa o cechach PSE. Przyczyną mógł być okres prowadzonych badań (zima – wiosna), gdyż wtedy udział tusz wieprzowych z wadą PSE jest znacznie mniejszy niż w okresie letnim [17, 23, 28].

Za najważniejsze kryterium jakości mięsa wieprzowego uznawane jest pH. W mięsie, w którym proces glikolizy przebiega typowo, kwasowość czynna powinna się kształtować w granicach 5,6 - 5,8 [20]. Natomiast w przypadku nietypowego przebiegu glikolizy w mięsie po uboju mogą wystąpić różne wady m.in. PSE. W niniejszych badaniach średnie pH_{24} mięsa obciążonego wadą PSE oraz RFN wynosiło odpowiednio 5,5 i 5,7. Kolejnym kryterium uwzględnianym podczas klasyfikacji próbek mięsa była jasność barwy – L^* . Dodatkowo wyznaczono pozostałe dwie składowe barwy: a^* i b^* . Średnia wartość składowej barwy L^* mięsa obciążonego wadą PSE wynosiła 55,7 jednostki, natomiast wartość tej składowej mięsa RFN wynosiła 47,2 jednostki. Pozostałe składowe barwy kształtowały następująco:

- mięso PSE – $a^* = 8,97$; $b^* = 0,42$;
- mięso RFN – $a^* = 7,59$; $b^* = -2,74$.

Otrzymane wartości pH oraz L* obu grup jakości mięsa kształtowały się na poziomie zbliżonym do podawanego w literaturze [10, 12, 20, 24].

Obliczono bezwzględną różnicę pomiędzy barwą próbek mięsa obarczonego wadą PSE a RFN. Bezwzględna różnica barwy wyniosła $\Delta E \sim 9$, a więc mięso PSE charakteryzowało się inną barwą niż mięso RFN. Wykazane zależności pomiędzy pH oraz jasnością barwy (L*) a jakością mięsa są potwierdzeniem badań Normana i wsp. [16], Strzyżewskiego i wsp. [25], van de Perre i wsp. [28] oraz innych autorów [4, 15, 29].

W niniejszej pracy do podziału mięsa na PSE oraz RFN wykorzystano parametry barwy wyznaczone metodą analizy obrazu. Zdjęcia próbek badanego mięsa wieprzowego poddano analizie za pomocą programu komputerowego. Uzyskano informacje o barwie mięsa, w tym jej jasności. Do analizy wykorzystane zostały dane określające jasność obrazu z trzech modeli barw: RGB, HSV i HSL.

Tabela 1

Wartości R, G, B, V i L mięsa obarczonego wadą PSE oraz RFN, wyznaczone metodą komputerowej analizy obrazu (CVS).

R, G, B, V and L values of PSE and RFN meat determined by a method Computer Vision Systems (CVS).

Grupa jakości mięsa Meat quality group		Składowe barwy Colour values					Jasność barwy wyznaczona przy użyciu kolorymetru Colour lightness determined by colorimeter
		R	G	B	V	L	L*
PSE	$\bar{X} \pm s$	129,8 ^a ± 3,4	94,7 ^a ± 2,9	95,9 ^a ± 3,6	50,9 ^a ± 3,0	43,0 ^a ± 2,6	55,7 ^a ± 3,6
RFN	$\bar{X} \pm s$	113,8 ^b ± 2,9	81,1 ^b ± 2,3	82,1 ^b ± 2,7	44,6 ^b ± 2,8	38,1 ^b ± 3,4	47,2 ^b ± 1,7

Objaśnienia: / Explanatory notes:

$\bar{X} \pm s$ – wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation; n = 42

a, b – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $\alpha \leq 0,05$ / mean values in the rows, and denoted using diverse letters, differ statistically significantly at $\alpha \leq 0.05$

Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji (One-Way ANOVA) wykazała istotny wpływ grupy jakościowej mięsa na składowe barwy wyznaczone metodą CVS (tab. 1). Obraz mięsa obarczonego wadą PSE charakteryzował się istotnie wyższymi wartościami składowych R, G, B w porównaniu z mięsem normalnym. Stwierdzono także jednoczesny proporcjonalny wzrost wszystkich trzech wartości (R, G i B) w przypadku zdjęć mięsa obarczonego wadą PSE (tab. 1). Oznacza to wzrost jasności

obrazu, a więc barwa mięsa PSE była jaśniejsza od barwy mięsa normalnego. Świadczy to o możliwości wykorzystania tego modelu, czyli komputerowej analizy obrazu, do wykrywania wady PSE mięsa wieprzowego. Parametrami bezpośrednio związanymi z jasnością obrazu w modelach HSV i HSL są składowe V oraz L. Zdjęcia mięsa normalnego charakteryzowały się istotnie niższymi wartościami składowych V oraz L (odpowiednio 44,6 i 38,1 jednostki) w porównaniu ze zdjęciami mięsa PSE (odpowiednio 50,9 i 43,0 jednostki). Mięso PSE charakteryzowało się zatem większą jasnością w porównaniu z mięsem RFN. Potwierdza to możliwość wykorzystania także tych składowych barwy do wykrywania wady PSE mięsa wieprzowego.

Wyliczony w niniejszych badaniach współczynnik korelacji i determinacji pomiędzy jasnością barwy (L^*) wyznaczoną w systemie CIE $L^*a^*b^*$ a pH mięsa ($r = -0,77$, $R^2 = 0,59$, błąd średni szacunków parametrów: 2,37) zbliżone są do danych literaturowych [25]. W pracy dokonano analizy regresji i korelacji pomiędzy składowymi barwy charakteryzującymi jasność (V oraz L), wyznaczonymi metodą CVS, a pH mięsa. Wykazano istotne zależności pomiędzy wymienionymi parametrami, które miały następującą postać:

- w przypadku składowej barwy V: $V = -18,733 \cdot \text{pH} + 151,233$; $R^2 = 0,50$, błąd średni szacunków parametrów: 2,08
- w przypadku składowej barwy L: $L = -15,1228 \cdot \text{pH} + 124,252$; $R^2 = 0,55$, błąd średni szacunków parametrów: 1,51.

Ze względu na wyliczone wartości współczynników determinacji (R^2) na poziomie 0,50 – 0,59 należy przypuszczać, że oprócz pH istnieją inne czynniki wpływające na jasność barwy. Wyróżnik ten jest jednak decydujący, gdyż wpływa w ponad 50 % na jasność barwy, wyznaczoną zarówno w systemie CIE $L^*a^*b^*$, jak i metodą komputerowych systemów wizyjnych.

Na podstawie równań regresji obliczono graniczne wartości tych składowych w badanych grupach jakości mięsa. W obliczeniach uwzględniono pH_{24} , stanowiące kryterium podziału (t.j. 5,5). Wyniosły one odpowiednio: $V = 48,2$; $L = 41,1$ jednostki.

Wartości graniczne poszczególnych składowych barwy pozwalające na odróżnienie mięsa PSE od RFN zostały zaproponowane w warunkach doświadczenia. Podanie dokładnych wartości tych składowych wymaga dalszych badań przeprowadzonych na większej populacji próbek.

Podsumowanie

Mierząc składowe barwy charakteryzujące jasność, uzyskane metodą komputerowej analizy obrazu, można dokonać selekcji mięsa wieprzowego na mięso PSE oraz RFN. Do tego celu mogą zostać zastosowane składowe V oraz L (odpowiednio z modeli HSV oraz HSL) oraz R, G, B z modelu RGB.

Praca finansowana z grantu nr N N312 068739 MNiSW w latach 2010-2012.

Literatura

- [1] Adzitey F., Nurul H.: Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences – a mini review. *Int. Food Res. J.*, 2011, **18**, 11-20.
- [2] Anonim: Barwa i jakość. Heidelberg Druckmaschinen AG, Kurfursten-Anlage, 1999, pp. 52-60.
- [3] Barbut S., Sosnicki A.A., Lonergan S., Knapp T., Ciobanu D.C., Gatcliffe L.J., Huff-Lonergan E., Wilson E.W.: Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Sci.*, 2008, **79**, 46-63.
- [4] Brewer M.S., Zhu L.G., Bidner B., Meisinger D.J., McKeith F.K.: Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Sci.*, 2001, **57**, 169-176.
- [5] Brewer M., Jansen J., Sosnicki A.A., Fields B., Wilson E., McKeith F.K.: The effect of pigs genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh pork loin chops. *Meat Sci.*, 2002, **61**, 249-256.
- [6] Brosnan T., Sun D.W.: Improving quality inspection of food products by computer vision – a review. *J. Food Eng.*, 2004, **61**, 3-16.
- [7] Cheng J.D., Sun D.W.: Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends Food Sci. Technol.*, 2004, **15**, 230-249.
- [8] Dasiewicz K., Pisula A., Słowiński M., Noga A.: Zastosowanie komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości peklowanego drobnego mięsa wieprzowego klasy II. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **4 (59)**, 52-60.
- [9] Gawęcki J., Wagner W.: Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywieniu i żywności. PWN, Warszawa 1984.
- [10] Gerrard D.E., Gao X., Tan J.: Determining beef marbling and color scores by image processing. *J. Food Sci.*, 1998, **61**, 145-148.
- [11] Grześkowiak E., Borzuta K., Lisiak D., Strzelecki J., Janiszewski P.: Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne oraz skład kwasów tłuszczowych mięśnia *longissimus dorsi* mieszańców pbz x wbp oraz pbz x (d x p). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **6 (73)**, 189-198.
- [12] Instrukcja programu komputerowego Image Analyzer, 2008.
- [13] Kajak K., Przybylski W., Jaworska D., Rosiak E.: Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **1 (50)**, 26-34.
- [14] Lu J., Tan J., Shatadal P., Gerrard D. E.: Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Sci.*, 2000, **56**, 57-60.
- [15] Mancini R.A., Hunt M.C.: Current research in meat color. *Meat Sci.*, 2005, **71**, 100-121.
- [16] Norman J.L., Berg E.P., Eilersieck M.R., Lorenzen C.L.: Prediction of color and pH measurement throughout boneless center-cut pork loins. *Meat Sci.*, 2004, **66**, 273-278.
- [17] O'Neill D.J., Lynch P.B., Troy D.J., Buckley D.J., Kerry J.P.: Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pig meat. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 105-111.
- [18] O'Sullivan M.G., Byrne D.V., Martens H., Gidskehaug L.H., Andersen H.J., Martens M.: Evaluation of pork colour: prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. *Meat Sci.*, 2003, **65**, 909-918.
- [19] Papadakis S.E., Abdul-Malek S., Kamdem R.E., Yam K.L.: A versatile and inexpensive technique for measuring color foods. *Food Technol.*, 2000, **54**, 48-51.
- [20] Pospiech E.: Diagnostowanie odchyłań jakościowych mięsa. *Gosp. Mięś.*, 2000, **52 (4)**, 68-71.

- [21] Strzelecki J., Borzuta K., Grześkowiak E., Lisiak D.: Wpływ pór roku na występowanie wad jakości mięsa tusz wieprzowych. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tł.*, 2006, **1 (44)**, 89-92.
- [22] Strzelecki J., Borzuta K.: Objawy PSE w tuszy wieprzowej oraz przemysłowa metoda selekcji jakościowej mięsa. *Gosp. Mięś.*, 2002, **54 (12)**, 26-28.
- [23] Strzelecki J., Lisiak D., Borzuta K., Winiarski R., Borys A., Wajda S., Kondratowicz J., Janiszewski P., Chwastowska I., Burczyk E.: Stan jakościowy tusz wieprzowych z pogłowia masowego ocenianego w 2007 roku. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tł.*, 2008, **1 (46)**, 105-110.
- [24] Strzelecki J.: Rozkład mięsa bladego (PSE) w mięśniach szkieletowych tuszy wieprzowej. *Gosp. Mięś.*, 2006, **58 (2)**, 20-26.
- [25] Strzyżewski T., Bilka A., Krzysztofiak K.: Zależność pomiędzy wartością pH mięsa a jego barwą. *Nauka. Przyroda. Technologie*, 2008, **2 (2)**, #12.
- [26] Tan J.: Meat quality evaluation by computer vision. *J. Food Eng.*, 2004, **61**, 27-35.
- [27] Torley P.J., D'Arcy B.R., Trout G.R.: The effect of ionic strength, polyphosphates type, pH, cooking temperature and preblending on the functional properties of normal and pale, soft, exudative (PSE) pork. *Meat Sci.*, 2000, **55**, 451-462.
- [28] Van de Perre V., Ceustermans A., Leyten J., Geers R.: The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham – Effects of season and lairage time. *Meat Sci.*, 2010, **86**, 391-397.
- [29] Van Oeckel M. J., Warnants N.: Variation of the sensory quality within the *m. longissimus thoracis et lumborum* of PSE and normal pork. *Meat Sci.*, 2003, **63**, 293-299.
- [30] Warriss P.D., Brown S.N., Paściak P.: The colour of the adductor as a predictor of pork quality in the loin. *Meat Sci.*, 2006, **73**, 565-569.

USE OF COMPUTER VISION SYSTEMS TO DETECT PSE DEFECT IN PORK MEAT

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the possibility of using computer vision systems (CVS) to detect a PSE defect in pork meat. The research material comprised 42 pork *longissimus dorsi* muscles obtained under the industrial conditions. Based on the measurements of pH and colour lightness (L^*), the raw material studied was classified into three quality groups: normal meat (RFN, i.e. reddish-pink, firm, non-exudative), PSE meat (pale, soft, exudative), and meat that did not meet any criteria of being classified into any of the two quality groups as above (NZ). The meat samples analyzed were photographed and their images were analyzed in order to determine the values of colour components of the three models: RGB, HSV, and HSL. Based on the results obtained, it was found that CVS could be applied to detect a PSE defect in pork meat. For this purpose, the colour components of V (from the HSV model), L (from the HSL model), and R, G, B (from the RGB model) appeared to be most useful.

Key words: computer vision systems, pork meat, PSE 