

BARBARA M. KŁOSSOWSKA, MICHAŁ OLKIEWICZ

BARWA MODELOWEGO, SUROWO-DOJRZEWAJĄCEGO PRODUKTU MIĘSNEGO

Streszczenie

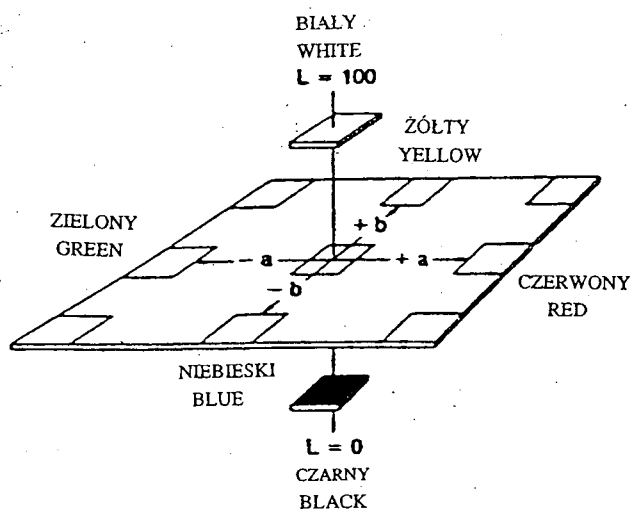
Badano wpływ czasu dojrzewania, ilości dodanego azotanu oraz czasu naświetlania na barwę modelowego, surowo-dojrzewającego produktu mięsnego. Wyznaczono, przy użyciu aparatu Minolta CR-300, współrzędne barwy $L^* a^* b^* C^*$ i H° . W celu oceny trwałości barwy wyliczono wartości ΔE^* . Zastosowane współrzędne dobrze opisywały zmiany barwy produktu surowo-dojrzewającego. Produkt po 3 miesiącach dojrzewania charakteryzował się najbardziej intensywną czerwoną barwą z najmniejszym przesunięciem odcienia w kierunku żółtej części spektrum. Zróżnicowane ilości dodanego azotanu nie wywarły istotnego wpływu na parametry barwy. Trwałość barwy produktów po 3 i 7 miesiącach dojrzewania była lepsza niż po 1 miesiącu. Uzyskane wyniki potwierdzają zaobserwowany wcześniej problem pogarszania się barwy peklowanych produktów mięsnych pod wpływem światła.

Wstęp

Barwa jest jednym z najważniejszych wyróżników jakości produktów surowo-dojrzewających, szczególnie jeśli są one oferowane do sprzedaży w postaci plasterkowanej. Często stanowi ona podstawę wyboru przez konsumenta lub rezygnacji z kupna określonego produktu. Doskonalenie jakości surowo-dojrzewających produktów mięsnych oraz wprowadzanie nowych technologii ich wytwarzania wymaga obiektywnej i szybkiej metody oceny barwy i jej trwałości.

Cechą charakterystyczną aparatów powszechnie używanych do pomiaru barwy jest liczbowe wyrażanie barwy w przestrzeni trójwymiarowej. Wyznaczane współrzędne trójchromatyczne zależą od tego, który z układów kolorymetrycznych zalecanych przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową (CIE) został zastosowany. Do oceny barwy mięsa i jego przetworów obecnie najpowszechniej stosowane są dwa układy: CIE (1976) $L^* a^* b^*$ oraz CIE (1976) $L^* C^* H^\circ$ [1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 11].

Współrzędne trójchromatyczne układu CIE $L^* a^* b^*$ przedstawiono na rys. 1. Współrzędna L^* określa jasność barwy i jest skalibrowana od 0 do 100, przy czym $L^* = 0$ oznacza absolutną biel, a $L^* = 100$ absolutną czerń. Współrzędna a^* określa chromatyczność w zakresie czerwono-zielonym, a współrzędna b^* w zakresie żółto-niebieskim. W układzie CIE $L^* C^* H^\circ$ stosowane są współrzędne cylindryczne zamiast kartezjańskich, przy czym L^* również określa jasność barwy, natomiast współrzędna C^* określa całkowitą chromatyczność, zwaną także intensywnością lub nasyceniem barwy, a współrzędna H° odcień barwy. Wartości C^* i H° , mimo że są arytmetycznymi pochodnymi wartości a^* i b^* , dostarczają dodatkowych informacji o chromatyczności i odcieniu barwy [6, 8, 9, 10, 11].



Rys. 1. Współrzędne trójchromatyczne układu CIE $L^* a^* b^*$.

Fig. 1. Chromaticity coordinates of CIE $L^* a^* b^*$.

Wówczas gdy peklowane produkty mięsne są poddawane działaniu światła następuje pogorszenie ich barwy, które jest związane ze zmniejszeniem się wartości współrzędnej a^* wraz ze zmianą lub bez zmiany wartości współrzędnych b^* i L^* . Dlatego też przy ocenie zmian barwy mięsa peklowanego bardzo użyteczne jest zastosowanie wyliczonego współczynnika syntetycznego ΔE^* .

Celem pracy było określenie wpływu ilości dodanego azotanu i czasu dojrzewania na zmiany wartości współrzędnych barwy oraz trwałość barwy modelowego produktu surowo-dojrzewającego.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym był modelowy produkt surowo-dojrzewający wytworzony z części karkowej mięśnia najdłuższego grzbietu świni, o pH w zakresie 5,6–5,8, jasnoczerwonej barwie i jędrnej konsystencji. Stosowano azotynowe peklowanie nastrzykowe, w którym ilość nastrzykniętej solanki w stosunku do masy materiału doświadczalnego wynosiła 10%, a ilość azotynu sodu w proporcji do mięsa 50 ppm. Bezpośrednio po nastrzyku schaby karkowe solono powierzchniowo mieszaniną soli kamiennej i warzonej w ilości 2,3% w stosunku do masy mięsa, z dodatkiem azotanu sodu na dwóch poziomach: 75 i 150 ppm oraz z dodatkiem glukozy i kultury startowej. Czas peklowania wynosił 21 dni. Proces dojrzewania początkowo przebiegał w temperaturze 12°C i wilgotności względnej 75%. Po osiągnięciu założonej wydajności schaby karkowe zamykano w folię barierową i dalsze dojrzewanie zachodziło w temperaturze 2–4°C. Po 1, 3 i 7 miesiącach dojrzewania pobierano próby do oznaczania parametrów barwy oraz wyróżników chemicznych i fizykochemicznych.

Z każdego schabu karkowego wycinano po 2 plastry grubości 1 cm. Próbkę umieszczono na płytce Petri'ego, przykryte folią w celu zabezpieczenia przed wysuszeniem powierzchni plastrów, wystawiano na działanie światła białego o natężeniu 500 lux w temperaturze 4–6°C. W celu określenia trwałości barwy wykonano na każdym plastrze po 7 równoległych pomiarów bezpośrednio po wycięciu plastrów oraz po 1, 3, 6 i 24 godzinach naświetlania.

Do pomiaru barwy używano aparatu Minolta CR-300 (Camera Co, Japan), z otworem pomiarowym o średnicy 8 mm. Zgodnie z zaleceniami przedstawionymi przez Cassensa i wsp. [3] oraz Hunta i wsp. [5], stosowano źródło światła D₆₅ i standardowy obserwator kolorymetryczny o polu widzenia 10°. Wyniki wyrażano jako CIE (1976) L* a* b* oraz CIE (1976) L* C* H°. Przed każdą sesją pomiarową aparat kalibrowano stosując wzorzec bieli. Całkowitą zmianę barwy wyliczano zgodnie z równaniem [4]:

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

Próbki przeznaczone do badań chemicznych mielono dwukrotnie w maszynie do mielenia mięsa z siatką o średnicy otworów 4 mm, za każdym razem dokładnie mieszając. Wykonano następujące analizy:

- zawartość wody metodą suszarkową, wg PN-73/A82110,
- zawartość chlorku sodu metodą Mohra, wg PN-73/A-82112,
- zawartość azotynów i azotanów oznaczono metodą przepływowo-nastrzykową kolorymetrycznie z odczynnikami Griessa i redukcją azotanów do azotynów w kolumnie wypełnionej kadmem [7],
- wartość pH, wg PN-77/A-82058.

Wykonano 6 serii doświadczalnych, a uzyskane wyniki poddano testom statystycznym za pomocą pakietu „Statgraphics Plus for Windows ver. 3.1”.

Wyniki i dyskusja

Wyniki trójczynnikowej analizy wariancji, zestawione w tabeli 1. przedstawiają wpływ czasu dojrzewania, zastosowanej dawki azotanu sodu i czasu naświetlania na parametry barwy L^* , a^* , b^* , C^* , H^0 oraz trwałość barwy, wyrażoną wartościami ΔE^* , modelowego produktu surowo-dojrzewającego.

Na zmiany wartości współrzędnej L^* , określającej jasność barwy, istotny wpływ ($P < 0,01$) miał jedynie czas procesu dojrzewania. Wartości L^* dla produktu po 1 i 3 miesiącach były istotnie niższe od wartości L^* charakteryzujących produkt po 7 miesiącach dojrzewania. Natomiast ilość dodanego azotanu oraz czas naświetlania próbek nie wywierały istotnego wpływu ($P < 0,05$) na zmiany wartości parametru L^* . Perez-Alvarez i wsp. [9, 10] stwierdzili, że zmniejszenie się zawartości wody powoduje spadek wartości L^* , a zwiększenie zawartości soli jest odpowiedzialne za przyrost wartości L^* . Własne dane eksperymentalne nie potwierdzają wyników uzyskanych przez cytowanych autorów. Podczas dojrzewania następował wzrost wartości L^* z równoczesnym wzrostem zawartości soli i spadkiem zawartości wody (tabele 1 i 2). Być może wzrost wartości współrzędnej L^* dla produktu po 7 miesiącach dojrzewania był związany z zakwaszaniem się wyrobu (spadek wartości pH blisko punktu izoelektrycznego białek), czego przyczyny można się doszukiwać w nagromadzeniu się kwasu mlekowego.

Wartości współrzędnej trójchromatycznej a^* zmieniały się istotnie pod wpływem czasu dojrzewania ($P < 0,01$) oraz czasu naświetlania ($P < 0,01$). Zastosowane poziomy dodanego azotanu sodu nie różnicowały w sposób istotny wartości a^* . Przebieg zmian wartości współrzędnej a^* podczas naświetlania przedstawiono na rys. 2. Wraz z wydłużeniem czasu naświetlania następował istotny ($P < 0,01$) spadek wartości parametru a^* dla wszystkich produktów niezależnie od czasu dojrzewania. Produkt po 3 miesiącach dojrzewania charakteryzował się istotnie wyższymi ($P < 0,01$) wartościami współrzędnej a^* w porównaniu z produktami po 1 miesiącu i po 7 miesiącach dojrzewania. Podobne zmiany wartości a^* w czasie fermentacji i dojrzewania szynki przedstawił Perez-Alvarez i wsp. [9]. Obserwowane po 3 miesiącach dojrzewania wyższe wartości a^* mogą być przypisane wzrostowi zawartości powstałej nitrozylomioglobiny, która jest odpowiedzialna za charakterystyczną czerwoną barwę produktów surowo-dojrzewających. Obniżenie się wartości a^* po 7 miesiącach dojrzewania może być wynikiem spadku zawartości nitrozylomioglobiny, spowodowanego wyczerpywaniem się resztkowej zawartości azotynów i azotanów (tabela 2) oraz działania kwasu mlekowego na różne stadia mioglobiny (mioglobina, nitrozylomioglobina, oksymoglobina).

na). Kwas mlekowy może bowiem częściowo lub całkowicie denaturować te związki hemowe.

Tabela 1

Wpływ czynników technologicznych i światła na zmiany wartości parametrów barwy i jej trwałość.
Effect of technological factors and light on the colour parameters and colour stability.

Czynnik/Factor		L*	a*	b*	C*	H ⁰	ΔE*
Czas naświetlania (godz.) Time of light exposure (h)	0	39,14	13,22 ^e	4,73	14,02 ^e	18,56 ^a	0,00
	1	39,43	11,70 ^d	4,65	12,49 ^d	20,54 ^{ab}	1,71 ^a
	3	39,36	10,78 ^c	4,74	11,90 ^c	22,52 ^b	2,55 ^b
	6	39,09	9,60 ^b	4,97	10,71 ^b	26,15 ^c	3,89 ^c
	24	40,29	7,18 ^a	4,66	8,60 ^a	32,10 ^d	6,10 ^d
Czas dojrzewania (miesiące) Ripening time (months)	1	39,27 ^a	10,20 ^a	5,40 ^b	11,63	28,78 ^b	3,99 ^b
	3	38,63 ^a	11,15 ^b	3,09 ^a	11,58	15,95 ^a	3,28 ^a
	7	40,67 ^b	10,13 ^a	5,11 ^b	11,42	27,20 ^b	3,42 ^a
Dodany / Added NaNO ₃ (ppm)	75	39,29	10,58	4,74 ^b	11,70	24,51	3,57
	150	39,63	10,41	4,33 ^a	11,38	23,44	3,55

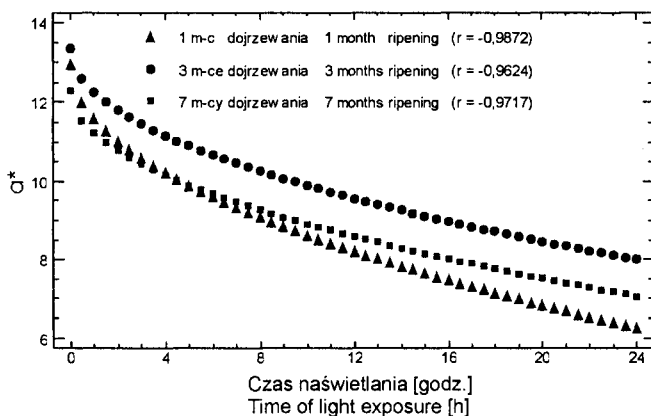
Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P < 0,01).

Values with different superscripts are significantly different (P < 0,01).

Tabela 2

Wartości średnie wyróżników chemicznych i fizyko-chemicznych.
Mean values of chemical and physico-chemical factors.

Czas dojrzewania (miesiące) Ripening period (months)	Dodany / Added NaNO ₃ (ppm)	pH	Woda Moisture (%)	NaCl (%)	Resztkowy / Residual NaNO ₂ (ppm)	Resztkowa suma / Sum of residual NaNO ₂ i NaNO ₃ (jako NaNO ₂ ppm) (as NaNO ₂ ppm)
1	75	6,02	55,7	3,9	8,2	56,4
	150	5,87	56,2	3,8	7,9	103,0
3	75	5,62	51,9	4,6	3,3	38,2
	150	5,60	51,3	4,4	3,6	62,3
7	75	5,48	45,5	5,0	1,6	11,2
	150	5,44	46,0	4,9	2,0	24,6



Rys. 2. Wpływ czasu dojrzewania i naświetlania na zmiany współrzędnej a^* .

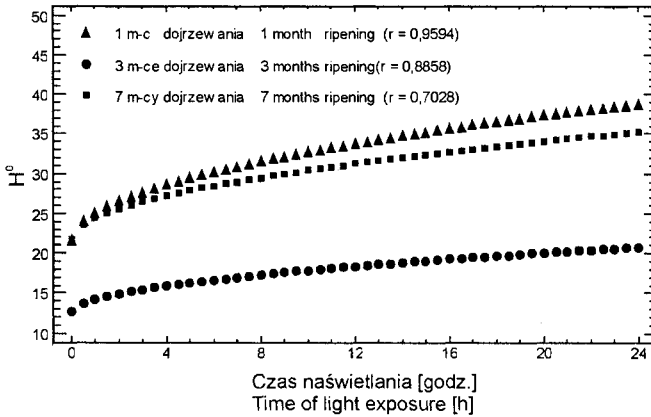
Fig. 2. Influence of ripening period and time of light exposure on the colour coordinate a^* .

Zmiany wartości współrzędnej b^* zależały zarówno od czasu dojrzewania ($P < 0,01$) jak i od ilości dodanego azotanu sodu ($P < 0,05$). Natomiast czas naświetlania nie powodował istotnych zmian w wartości b^* . Najniższe wartości b^* oznaczono w przypadku produktu po 3 miesiącach dojrzewania, a produkty po 1 miesiącu i 7 miesiącach dojrzewania miały wartości b^* na podobnym poziomie. Wyrób peklowany podwójną ilością azotanu sodu charakteryzował się niższymi wartościami współrzędnej b^* . Zdaniem Johanssona i wsp. [6] spadek wartości b^* jest powodowany tym, że w wyniku zachodzącej podczas dojrzewania fermentacji mlekowej, następuje intensywny wzrost mikroorganizmów zużywających tlen, co wpływa na zmniejszenie ilości oksymyoglobiny i tym samym na spadek wartości b^* . Za malejące wartości współrzędnej b^* według Pereza-Alvarez i wsp. [10] odpowiedzialne jest zmniejszające się w czasie dojrzewania stężenie mioglobiny i/lub oksymyoglobiny spowodowane reakcją tych związków z azotynem do form nitrozylomyoglobiny. Być może oba te mechanizmy miały wpływ na stwierdzone zmiany wartości b^* .

Współrzędna C^* określająca całkowitą chromatyczność barwy malała w istotnym stopniu ($P < 0,01$) w miarę wydłużania czasu naświetlania. Oznacza to zmniejszającą się pod wpływem naświetlania intensywność barwy. Pozostałe wyróżniki, tzn. czas dojrzewania i poziom dodatku azotanu sodu, nie miały istotnego wpływu na zmiany wartości tej współrzędnej.

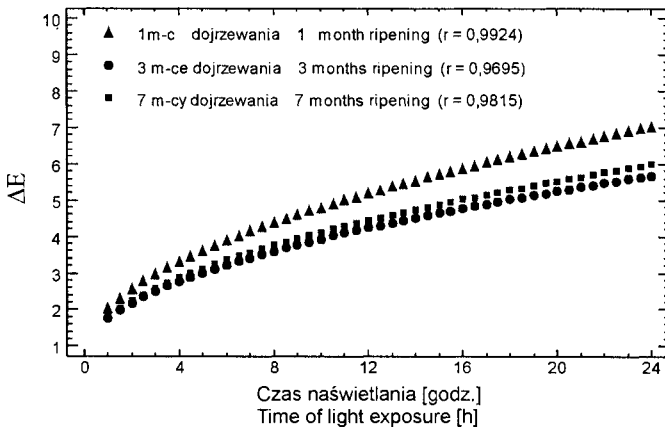
Zmiany wartości współrzędnej H° , określającej odcień barwy, pod wpływem naświetlania przedstawiono na rys. 3. Pod wpływem czasu naświetlania wartości tej współrzędnej barwy istotnie rosły ($P < 0,01$), co przy spadku wartości a^* i nie zmie-

niających się wartościach b^* oznacza, że w czasie naświetlania malała intensywność odcienia czerwonego bez jego przesunięcia w kierunku żółtej części spektrum. Również czas dojrzewania w istotny sposób ($P < 0,01$) różnicował wartości H^0 . Najniższe uzyskano dla produktu po 3 miesiącach dojrzewania, co przy najwyższych wartościach a^* i najniższych b^* oznacza, że produkt ten charakteryzował się najbardziej intensywną czerwoną barwą z najmniejszym przesunięciem odcienia w kierunku żółtej części spektrum. Wartości H^0 oznaczone dla produktów po 1 miesiącu i po 7 miesiącach dojrzewania nie różniły się istotnie między sobą.



Rys. 3. Wpływ czasu dojrzewania i naświetlania na zmiany współrzędnej H^0 .

Fig. 3. Influence of ripening period and time of light exposure on the colour coordinate H^0 .



Rys. 4. Wpływ czasu dojrzewania i naświetlania na zmiany wartości ΔE .

Fig. 4. Influence of ripening period and time of light exposure on value ΔE .

Analiza statystyczna wyliczonych wartości ΔE^* charakteryzujących całkowitą zmianę barwy wykazała, że istotny wpływ ($P < 0,01$) na trwałość barwy wywierał zarówno wydłużający się czas naświetlania próbek, jak i czas dojrzewania. Przebieg zmian wartości ΔE^* w zależności od czasu naświetlania wyrobów o zróżnicowanej dojrzałości przedstawiono na rys. 4. Wraz z wydłużaniem czasu naświetlania wartości ΔE^* wzrastały, co świadczyło o pogarszaniu się barwy w stosunku do prób nie naświetlanych. Największe zmiany barwy następowały w ciągu pierwszej godziny naświetlania. W miarę wydłużania czasu naświetlania szybkość zmian malała. Spostrzeżenia te są zgodne z wynikami innych prac [1, 8, 11], w których stwierdzono znaczące niekorzystne zmiany barwy w ciągu pierwszych godzin naświetlania. Powodem tego pogorszenia się barwy produktów surowo-dojrzewających pod wpływem czasu naświetlania prawdopodobnie była fotooksydacja czerwonej nitrozylomioglobiny do szaro-brązowej metmioglobiny. Z porównania wartości ΔE^* dla produktów o różnych czasach dojrzewania wynika, że najlepszą stabilnością barwy charakteryzowały się produkty po 3 i 7 miesiącach, a mniej trwałą barwę miały produkty po 1 miesiącu dojrzewania. Większy dodatek azotanu sodu, wynoszący 150 ppm, nie spowodował poprawy trwałości barwy produktów doświadczalnych w stosunku do dodatku 75 ppm.

Wnioski

1. Najbardziej intensywną czerwoną barwę, z najmniejszym przesunięciem odcienia w kierunku żółtej części spektrum, stwierdzono w wyrobie po 3 miesiącach dojrzewania.
2. Zróżnicowane ilości dodanego azotanu sodu nie wywarły istotnego wpływu na współrzędne barwy modelowego produktu oraz jej trwałość.
3. Trwałość barwy wyrobów po 3 i 7 miesiącach dojrzewania była lepsza niż po 1 miesiącu dojrzewania.
4. Zastosowane w badaniach współrzędne CIE L^* a^* b^* oraz C^* i H° dobrze opisywały zmiany barwy modelowego, surowo-dojrzewającego produktu mięsnego.

LITERATURA

- [1] Andersen H.J., Bertelsen G., Soerensen B.L., Sheke C.K., Skibsted L.H.: Effect of light and packaging on the colour stability of sliced ham. *Meat Sci.*, **22**, 1988, 283.
- [2] Bessera F.J., Fito P., Chiralt J.M., Martinez-Menzo J.: Influence of ripening conditions on the Spanish salchichon, Proc. 44th ICoMST, Barcelona, Spain, II, 1998, 870.
- [3] Cassens R.G., Demeyer D., Eikelenboom G., Honikel K.O., Johansson G., Nielsen T., Renner M., Richaardson I., Sakata R.: Recommendation of reference method of assessment of meat colour. Proc. 41th ICoMST, San Antonio, 1995, 410.

- [4] Commission International de l'Éclairage (CIE), Supplement No. 2 to CIE publication No. 15. Colorimetry. Bureau Central de la CIE, Paris 1978.
- [5] Hunt M.C., Acton J.C., Benedict R.C., Calkins C.R., Cornforth D.P., Jeremiah L.E., Olson D.G., Salm C.P., Savell J.W., Shivas S.D.: American Meat Science Association, Guidelines for meat colour evaluation. National Livestock and Meat Board, Chicago, 1991.
- [6] Johansson G., Tornberg E., Lundstrom K.: Meat colour in loin and ham muscles of normal meat quality from Hampshire, Swedish Landrace and Yorkshire pigs. Proc. 37 th ICoMST Kulmbach Germany 1991, 394.
- [7] Kłossowska B.: Determination of nitrite and nitrate content in meat products using flow injection analysis. Roczn. Inst. Przem. Mięsn. i Tł., **34**, 1997, 179.
- [8] Mielnik M., Mielnik J., Nilsen B. N., Zea P., Blom H.: Principle component analysis used to describe colour changes in meat products. Proc. 39 th ICoMST Calgary, Canada 1993, S4P16. WP.
- [9] Perez-Alvarez J.A., Sayas-Barbera M.E., Fernandez-Lopez J., Gago-Gago M.A., Pagan-Moreno M.J., Aranda-Catala V.: Spanish-type dry-cured sausage: colour parameters. 44 th ICoMST, Barcelona, Spain, **II**, 1998, 854.
- [10] Perez-Alvarez J.A., Sayas-Barbera M.E., Fernandez-Lopez J., Gago-Gago M.A., Pagan-Moreno M.J., Aranda-Catala V.: Spanish dry-cured ham aging process: colour characteristics. 44th ICoMST, Barcelona, Spain, **II**, 1998, 984.
- [11] Rodríguez-Lopez A., Perez-Alvarez J.A., Sayas-Barbera M. E., Pagan-Moreno M.J., Gago-Gago M.A., Aranda-Catala V.: Colour and colour stability of dry-cured ham. Proc. 38 th ICoMST, Clermont – Ferrand, France, **3**, 1992, 583.

COLOUR OF MODEL DRY-CURED MEAT PRODUCT

S u m m a r y

Effect of the ripening period, the amount of added nitrate and time of light exposure on the colour characteristics of model dry-cured meat product was study. Colour coordinates: L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness), C* (chroma) and H⁰ (hue) were determined using a Minolta CR-300. Colour stability was expressed as ΔE^* values.

The used colour coordinates were very useful for describing the colour changes of model dry-cured meat product. The product after 3 months of ripening showed the highest redness with the slightest shifting the hue toward the yellow part of the spectrum. The amount of added nitrate did not have significant influence on differentiation of all colour parameters. The colour stability in the model products after 3 and 7 months of ripening was better than after 1 month. The results obtained in this study confirmed existing problem with discoloration of cured meat displayed in light. ☒