

KAROLINA SEMERIAK, ANDRZEJ JARMOLUK

WPLYW NATURALNYCH ANTYOKSYDANTÓW NA BARWĘ PEKLOWANYCH PRZETWORÓW MIĘSNYCH

Streszczenie

W pracy podjęto próbę zwiększenia stabilności barwy chłodniczo przechowywanych, peklowanych przetworów mięsnych, wytwarzanych z zastosowaniem naturalnych przeciwutleniaczy w formie ekstraktów z rozmarynu, szalwii i goździka. Surowiec mięsny stanowiły mięśnie czterogłowe uda (*m. quadriceps femoris*) pozyskiwane z tusz wieprzowych 48 h *post mortem*. Mięso rozdrabniano w wilku laboratoryjnym, a następnie homogenizowano z solanką peklującą o składzie 2 % peklosoli (zawierającej 99,5 % NaCl i 0,5 % NaNO₂), 0,5 % fosforanów i 0,5 % karagenu oraz ekstraktami naturalnych przeciwutleniaczy (ekstrakt rozmarynu na poziomie 200, 400 ppm oraz ekstrakt szalwii w ilości 100 i 200 ppm). Zmienność barwy eksperymentalnych przetworów poddanych naświetlaniu (250 lx) przez: 0, 1, 3, 6, 12, 24 h oceniano bezpośrednio po obróbce cieplnej oraz po miesięcznym chłodniczym składowaniu próbek. Zmienność barwy oceniono na podstawie oznaczenia parametrów wyróżników barwy L*a*b*, stopnia konwersji barwników hemowych (CFR - *Colour Forming Ratio*) oraz analizy sensorycznej. Stwierdzono, że zastosowanie w procesie wytwarzania eksperymentalnych przetworów ekstraktu rozmarynu wpłynęło na przesunięciem tonu ich barwy w kierunku czerwonym. W próbach z zastosowaniem ekstraktu szalwii wykazano rozjaśnienie barwy. Maksymalnym stopniem konwersji barwników hemowych charakteryzowały się warianty zawierające 400 ppm ekstraktu rozmarynu i 200 ppm ekstraktu szalwii.

Słowa kluczowe: peklowanie mięsa, stabilność barwy, naturalne antyoksydanty, rozmaryn, szalwia

Wprowadzenie

Barwa peklowanych przetworów mięsnych jest istotnym czynnikiem mającym wpływ na decyzje konsumenckie dotyczące zakupu produktu [14, 15]. Od szeregu lat są badania mające na celu optymalizację procesu peklowania i stabilizację barwy tego typu przetworów [11, 19, 20]. Dotychczas, największy postęp osiągnięto w wyniku pakowania próżniowego lub w modyfikowanej atmosferze oraz kształtowania barwy produktów za pomocą barwników naturalnych bądź identycznych z naturalnymi [3, 24,

Mgr inż. K. Semeriak, dr hab. A. Jarmoluk, prof. UP, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu ul. Chelmońskiego 37/41, 51-360 Wrocław

26]. Nowoczesne sposoby pakowania pozwalają nie tylko zachować barwę, ale i przedłużyć termin przydatności do spożycia przetworów mięsnych, stanowiąc ochronę przed zepsuciem mikrobiologicznym [25]. Kolejnym rozwiązaniem jest stosowanie barwników, jednak odpowiadają one jedynie za kształtowanie barwy, nie wykazując żadnego dodatkowego działania mającego na celu przedłużenie trwałości produktów [5]. Konieczne więc są dalsze badania umożliwiające rozpoznanie nowych metod ograniczenia procesów deterioracji barwy peklowanych przetworów mięsnych oraz przedłużenia jej trwałości. Faustman i wsp. [6], udowodnili silną korelację pomiędzy utlenianiem tłuszczu a oksydacją oksymyoglobiny i nitrozomyoglobiny, co powoduje obniżenie jakości przetworów zarówno w aspekcie odżywczym, jak i sensorycznym. Skutecznym sposobem ograniczania zmian barwy produktów finalnych mogłoby być zastosowanie przeciwutleniaczy. Praktyczny brak zastrzeżeń natury zdrowotnej oraz możliwości wytwarzania ekstraktów bądź olejków zawierających naturalne przeciwutleniacze stwarzają nowe perspektywy ich zastosowania w przemyśle mięsnym [12, 13].

Celem pracy było określenie możliwości zwiększenia stabilności barwy chłodniczo przechowywanych i naświetlanych, peklowanych przetworów mięsnych, w wyniku zastosowania naturalnych przeciwutleniaczy w formie dodatku ekstraktów z rozmarynu, szałwii i goździka.

Material i metody badań

Material do badań stanowił wieprzowy mięsień czterogłowy (*m. quadriceps femoris*) wchodzący w skład mięśni pośladkowych (tzw. „myszka”), pozyskiwany 48 h *post mortem*, o pH w przedziale 5,6 - 5,8. Jako naturalne przeciwutleniacze zastosowano ekstrakt rozmarynu „Stabiloton WS”, ekstrakt szałwii „Salbei-extract”, ekstrakt goździka „Clove extract”, (RAPS) oraz izoaskorbinian sodu (REGIS). Jako składników solanki peklującej użyto peklosoli (Kopalnia Soli „Solino” S.A., Inowrocław), mieszaniny fosforanów Hamina S (Vassen-Schoemaker) oraz mieszaniny karagenów R-250 firmy AMCO. Doświadczenie zrealizowano według frakcyjnego modelu trójwartościowego Boxa-Behnkena. Jako czynniki zmienności przyjęto ekstrakt rozmarynu na poziomie 0, 200, 400 ppm oraz ekstrakt szałwii w ilości: 0, 100 i 200 ppm. Ekstrakt goździka zastosowano na stałym poziomie 100 ppm (tab. 1). Jednocześnie do każdej z eksperymentalnych próbek (z powodu silnego napowietrzania w czasie homogenizacji) zastosowano stały (1000 ppm) dodatek izoaskorbinianu sodu. Doświadczenie zrealizowano w dwóch odrębnych powtórzeniach produkcyjnych. Surowiec mięsny rozdrabniano w wilku W-82AN („Spomasz” Żary) o średnicy gardzieli równej 82 mm oraz siatce o średnicy oczek 3 mm.

Tabela 1

Model doświadczenia i kodowanie wariantów.
Experiment Model and variants encoding.

Kod wariantu Variant code	Ekstrakt rozmarynu Rosemary extract [ppm]	Ekstrakt szalwii Sage extract [ppm]	Ekstrakt goździka Clove extract [ppm]	Izoaskorbinian sodu Isoascorbic acid [ppm]
R0S0	0	0	100	1000
R0S100	0	100		
R0S200	0	200		
R200S0	200	0		
R200S100	200	100		
R200S200	200	200		
R400S0	400	0		
R400S100	400	100		
R400S200	400	200		

Rozdrobnione mięso o masie 50 g homogenizowano ze składnikami recepturowymi za pomocą homogenizatora BÜCHI Mixer B-400 w ciągu 3 s przy prędkości obrotowej zespołu nożowego 9000 obr./min. Stosunek solanki peklującej do mięsa wynosił 1 : 1. Do sporządzenia solanki użyto 2 % peklosoli (zawierającej 99,5 % NaCl i 0,5 % NaNO₂), 0,5 % fosforanów i 0,5 % karagenu. Tak przygotowanym homogenatem napełniano naczynia polipropylenowe typu Falcon (50 ml) i pozostawiano w chłodni na 24 h. Następnie prowadzono obróbkę termiczną półproduktu w łaźni wodnej o temp. 80 °C (±0,5 °C), do osiągnięcia 72 °C (±0,1 °C) w centrum geometrycznym wyrobów. Gotowe produkty chłodzono w wodzie z lodem do temp. ok. 5 °C. Każdy z doświadczalnych wariantów sporządzano w trzech partiach po 12 próbek. Jedną z nich poddawano badaniom po 24 h chłodniczego przechowywania, natomiast drugą po okresie chłodniczego składowania trwającego 4 tygodnie. Próbkę wychłodzonych przetworów krojono w plastry, pakowano do woreczków z folii wielowarstwowej (PA/PE), zamykano próżniowo i poddawano, w warunkach chłodniczych, 24-godzinnemu naświetlaniu białym światłem jarzeniowym o natężeniu oświetlenia około 250 lx. Z każdego wariantu naświetlaniu poddawano 5 próbek.

Pomiar barwy wykonywano przy użyciu kolorymetru odbiciowego MINOLTA CR-400 wykorzystując iluminant D65 i 10 stopniowy kąt obserwacji. Kolorymetr kalibrowano wobec wzorca bieli o następujących wartościach współczynników: $Y = 93,8$, $x = 0,3158$, $y = 0,3323$. Każdy pomiar przeprowadzano dla dwóch wzorców. Pierwszy (I) z nich był wzorcem bieli, natomiast drugi (II) stanowił zdefiniowany wzorec barwy tj. wartości parametrów barwy wariantu R0S0, niepoddanego przechowywaniu. Pomiar barwy wykonywano po: 0, 1, 3, 6, 12 i 24 h ekspozycji próbek na światło.

Czas 0 odpowiadał pomiarowi prowadzonemu bezpośrednio po przekrojeniu próbki. Pomiar fizycznych wyróżników barwy wykonywano w trzech miejscach zapakowanego w folię PA/PE doświadczalnego homogenatu. Wyniki przedstawiono w systemie $L^*a^*b^*$ [10]. Parametry $L^*a^*b^*$ oznaczono według wzorca I, natomiast współczynniki charakteryzujące dynamikę zmian barwy homogenatów podczas naświetlania (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^*ab) według wzorca II. Oznaczenie stopnia przereagowania barwników hemowych mięsa CFR (Colour Forming Ratio) prowadzono metodą opracowaną przez Sakata [22], polegającą na oznaczaniu barwników ogółem i nitrozobarwników w eksperymentalnych homogenatach. Zawartość barwników hemowych ogółem oznaczano w rozdrobnionej próbce produktu (5 g), którą przenoszono ilościowo do zaciemnionych naczyń za pomocą roztworu acetonu i HCl. Następnie próbkę homogenizowano i sączono. Mierzono absorbancję (A_{383}) przesącza przy długości fali $\lambda = 383$ nm. Próbę odniesienia stanowił roztwór ekstrakcyjny. Zawartość nitrozobarwników w produkcie oznaczono jak wyżej, z tą różnicą, że próbkę zalewano roztworem acetonu i wody. Mierzono absorbancję (A_{395}) przesącza przy długości fali 395 nm. Wszystkie czynności, z wyjątkiem pomiarów absorbancji, wykonywano w ciemni. Udział barwników nitrozohemowych w ogólnej ilości barwników hemowych mięsa obliczano z równania:

$$CFR = \frac{A_{395}[nm]}{A_{383}[nm]} * 1,2 * 100\%$$

gdzie:

1, 2 – współczynnik różnicy w molekularnej ekstynkcji między ekstraktem barwników nitrozohemowych i ekstraktem barwników ogółem,

A_{395} – absorbancja ekstraktu barwników nitrozohemowych,

A_{383} – absorbancja ekstraktu ogólnej ilości barwników.

Analizę sensoryczną barwy eksperymentalnych produktów prowadzono metodą skalowania, przy zastosowaniu pięciopunktowej skali ocen typu hedonicznego. Ocenę sensoryczną wykonywał panel 6 przeszkolonych osób, w pomieszczeniu oświetlonym światłem sztucznym. Zakodowane próbki oceniano w postaci plasterków o grubości 5 mm, w temp. 18 ± 2 °C [2, 21].

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy użyciu programu Statistica v.6.1. Do weryfikacji zmienności i wizualizacji wyników wykorzystano metodę płaszczyzny odpowiedzi modelu Boxa-Behnkena oraz wieloczynnikową analizę wariancji, weryfikując istotność różnic wielokrotnym testem rozstępu Duncana. Wszystkie analizy wykonano na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wzrost udziału ekstraktu rozmarynu w próbach od 0 do 400 ppm powodował zmniejszenie wartości parametru L^* o ok. 3 % (tab. 2). Do podobnej konkluzji doszli

Balentine i wsp. [1], Fernández-López i wsp. [7], Hernández-Hernández i wsp. [9], sugerując przyciemniające działanie ekstraktu rozmarynu.

Tabela 2

Wartości fizycznych parametrów barwy modelowych homogenatów w założonych okresach przechowywania.

Physical parameter values of model homogenates colour for assumed storage periods.

Okres przechow. [tyg] Storage period [week]	Rodzaj czynnika Factor type	Poziom czynnika Factor level [ppm]	Wyróżniki barwy Colour features		
			L*	a*	b*
0	ekstrakt rozmarynu rosemary extract	0	67,16 ^a	8,80 ^a	3,94 ^a
		200	66,53 ^b	9,42 ^b	4,30 ^b
		400	64,92 ^c	12,50 ^c	4,49 ^c
	ekstrakt szalwii sage extract	0	66,09 ^a	9,39 ^a	4,37 ^a
		100	66,24 ^a	9,68 ^b	4,19 ^b
		200	66,28 ^a	9,55 ^{ab}	4,17 ^b
4	ekstrakt rozmarynu rosemary extract	0	67,69 ^a	7,38 ^a	4,47 ^a
		200	66,31 ^b	8,38 ^b	4,85 ^c
		400	66,48 ^b	8,28 ^b	4,78 ^b
	ekstrakt szalwii sage extract	0	66,49 ^a	8,46 ^a	4,71 ^{ab}
		100	67,24 ^c	7,69 ^b	4,65 ^a
		200	66,75 ^b	7,90 ^c	4,73 ^b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*a-c – różnice statystycznie istotne na poziomie $p < 0,05$ / statistically significant differences at $p < 0,05$; przypisane kolumnowo, rozpatrywane osobno dla 0 i 4 tygodni / ascribed per column, investigated separately for periods of 0 and 4 weeks

Największą wartość współczynnika L* (66,28) oznaczono w próbkach wariantu ROS200, wykazując jednocześnie rozjaśniający wpływ ekstraktu szalwii (tab. 2). Analogiczną zależność przedstawiła Karpińska-Tymoszczyk [11], stwierdzając rozjaśniające działanie szalwii na barwę peklowanych przetworów mięsnych. Minimalną wartością (64,92) omawianego wyróżnika charakteryzowało się mięso wariantu R400S0 (tab. 2). Wprowadzenie 400 ppm ekstraktu rozmarynu powodowało zwiększenie udziału składowej barwy czerwonej o 42 % (tab. 2). Potwierdzeniem tych wyników są badania przeprowadzone przez Valentine i wsp. [1]. Nie wykazano istotnej zależności pomiędzy stężeniem ekstraktu szalwii a wartością parametru a*. Do odmiennych wniosków doszli McCarthy i wsp. [17], stwierdzając, że przetwory wieprzowe z dodatkiem ekstraktu szalwii wykazują wyższe wartości parametru a* niż próby z dodatkiem ekstraktu rozmarynu. Minimalną wartość (9,02) analizowanego parametru identyfikowano

w próbie kontrolnej, natomiast maksymalny udział (12,50) składowej barwy czerwonej a^* w ogólnym jej tonie oznaczono w próbkach wariantów sporządzonych jedynie z dodatkiem 400 ppm ekstraktu rozmarynu (tab. 2). Dodatek 200 ppm ekstraktu rozmarynu zwiększał wartość wyróżnika b^* o 9 %, natomiast wprowadzenie 400 ppm omawianego ekstraktu do homogenatu powodowało wzrost wartości b^* o 13,9 % w odniesieniu do próby kontrolnej (tab. 2). Analogiczne wyniki badań uzyskali Balentine i wsp. [1], stwierdzając istotny wpływ dodatku ekstraktu rozmarynu na udział barwy żółtej w ogólnym tonie. Próbkę sporządzoną jedynie z dodatkiem ekstraktu szałwii charakteryzowały się najmniejszą wartością (2,46) współczynnika b^* , natomiast największą wartość parametru (3,47) zanotowano w homogenatach zawierających 400 ppm ekstraktu rozmarynu i 100 ppm ekstraktu szałwii.

Tabela 3

Wyniki stopnia konwersji barwników hemowych w założonych okresach przechowywania.
Results of Colour Forming Ratio (CFR) for assumed storage periods.

Okres przechowywania [tyg] Storage period [week]	Rodzaj czynnika Factor type	Poziom czynnika Factor level [ppm]	CFR CFR [%]
0	ekstrakt rozmarynu rosemary extract	0	90,0 ^a
		200	89,5 ^a
		400	95,3 ^b
	ekstrakt szałwii sage extract	0	91,6 ^a
		100	92,2 ^a
		200	90,9 ^a
4	ekstrakt rozmarynu rosemary extract	0	92,6 ^a
		200	92,3 ^a
		400	92,7 ^a
	ekstrakt szałwii sage extract	0	93,5 ^a
		100	92,0 ^a
		200	92,0 ^a

Objaśnienia jak pod tab. 2 / Explanatory notes as In Tab. 1.

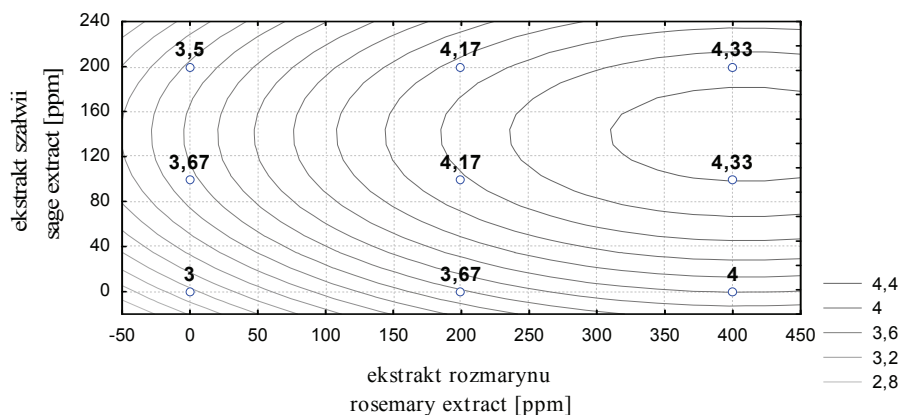
Analizując zależności pomiędzy dodatkami ekstraktów antyoksydantów a stopniem konwersji barwników hemowych, wykazano wpływ wysokiego stężenia ekstraktu rozmarynu na zmienność wartości CFR (tab. 3). W doświadczalnych homogenatach z zawartością 400 ppm ekstraktu rozmarynu wartość CFR wzrosła o 6 % w porównaniu z próbkami sporządzonymi z 200 ppm dodatkiem tego ekstraktu (tab. 3). Minimalnym udziałem (85,4 %) nitrozomioglobiny w ogólnej zawartości barwników hemowych charakteryzowała się próba sporządzona z dodatkiem obu ekstraktów na pozio-

mie 200 ppm (R200S200). Największym zaś stopniem konwersji (wartość CFR równa 97 %) cechowały się próbki, do których sporządzenia wykorzystano maksymalne ilości obu ekstraktów.

Najwyższą pożądalnością sensoryczną barwy charakteryzowały się eksperymentalne przetwory wytwarzane z dodatkiem ekstraktu rozmarynu – warianty R200 i R400. Produkty sporządzone z maksymalnym stężeniu ekstraktu rozmarynu (R400) i wzrastającym udziale ekstraktu szałwii cechowały się najwyższą (około 4,33 – warianty R400S100 i R400S200) pożądalnością barwy (rys. 1).

Według Karpińskiej-Tymoszczyk [11] wprowadzenie 0,1 % ekstraktu szałwii wyraźnie zwiększa wartości ocen barwy w analizie sensorycznej. Wykazano istotne rozjaśnienie barwy wszystkich doświadczalnych próbek na skutek poddania ich 3-godzinemu naświetlaniu białym światłem jarzeniowym.

Pomiar wszystkich parametrów obrazujących zmianę barwy podczas naświetlania (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^*_{ab}) wykonano w odniesieniu do próby kontrolnej, wyprodukowanej bez dodatku antyoksydantów. Najniższą wartością (-2,70) parametru Δa^* charakteryzowały się próby poddane 24-godzinnemu działaniu światła (tab. 4). Istotną zmianę barwy wykazano po upływie 3 h naświetlania – wartość wyróżnika ΔE^*_{ab} wzrosła o ok. 50 % z poziomu 1,68 (0 h) do 3,06 (3 h) (tab. 4).



Rys. 1 Wpływ ekstraktów rozmarynu i szałwii na pożądalność sensoryczną barwy wytworzonych homogenatów ($R^2 = 0,985$), niepodanych procesowi przechowywania.

Fig. 1. Effect of rosemary and sage extracts on sensory acceptability of colour of manufactured homogenates ($R^2 = 0.985$), which did not undergo the storage process.

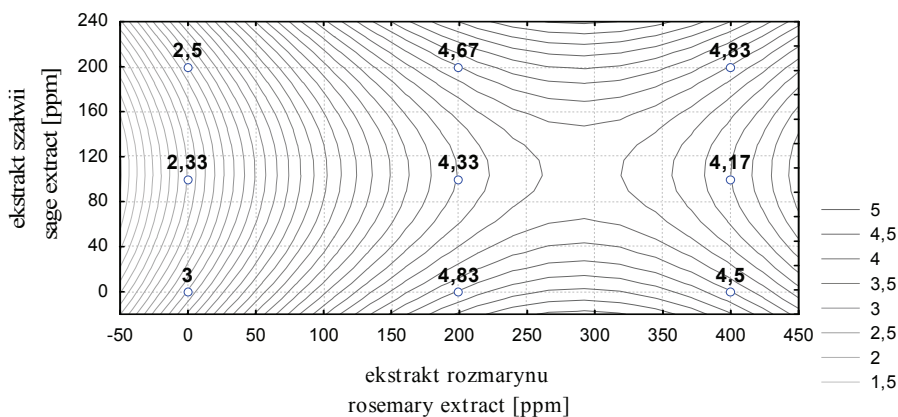
Tabela 4

Wartości fizycznych parametrów barwy modelowych próbek w zależności od czasu naświetlania, w założonych okresach przechowywania.

Physical parameter values of colour of model samples depending on light exposure time for assumed storage periods

Okres przechow. [tyg] Storage peiord [week]	Czas Time [h]	Wyróżniki barwy Colour features						
		L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*ab
0	0	66,72 ^b	10,87 ^c	2,96 ^a	0,36 ^b	0,16 ^d	0,37 ^a	1,68 ^a
	1	66,40 ^b	10,58 ^c	3,58 ^b	0,21 ^b	-0,24 ^c	0,98 ^b	1,99 ^a
	3	65,01 ^a	9,44 ^b	4,54 ^c	-1,16 ^a	-1,38 ^b	1,94 ^c	3,06 ^b
	6	66,33 ^b	9,10 ^b	4,64 ^c	0,14 ^b	-1,72 ^b	2,04 ^c	3,03 ^b
	12	66,29 ^b	9,13 ^b	4,66 ^c	0,11 ^b	-1,70 ^b	2,05 ^c	3,06 ^b
	24	66,47 ^b	8,12 ^a	5,08 ^d	0,28 ^b	-2,70 ^a	2,48 ^d	3,93 ^c
4	0	67,48 ^c	9,72 ^f	2,87 ^a	-0,19 ^c	0,29 ^f	-0,31 ^a	0,99 ^a
	1	66,65 ^b	9,05 ^e	3,94 ^b	-1,02 ^b	-0,38 ^e	0,76 ^b	1,77 ^b
	3	66,79 ^b	8,48 ^d	4,70 ^c	-0,87 ^b	-0,94 ^d	1,52 ^c	2,31 ^c
	6	66,75 ^b	7,99 ^c	5,05 ^d	-0,92 ^b	-1,43 ^c	1,87 ^d	2,70 ^d
	12	67,41 ^c	7,05 ^b	5,58 ^e	-0,26 ^c	-2,37 ^b	2,39 ^e	3,54 ^e
	24	65,88 ^a	5,80 ^a	6,048 ^f	-1,79 ^a	-3,62 ^a	2,86 ^f	5,07 ^f

Objaśnienia jak pod tab. 2 / Explanatory notes as In Tab. 1.

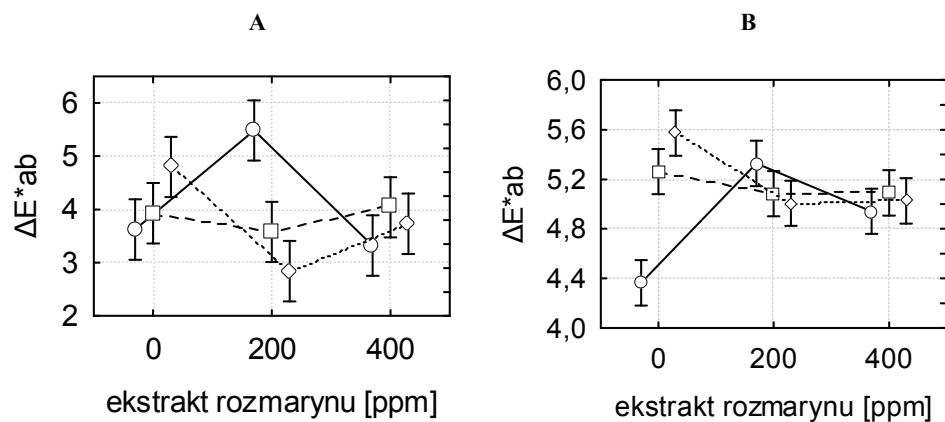


Rys. 2. Wpływ ekstraktów rozmarynu i szalwii na pożądalność sensoryczną barwy wytworzonych homogenatów przechowywanych przez 4 tygodnie ($R^2 = 0,985$)

Fig. 2. Effect of rosemary and sage extracts on sensory acceptability of colour of manufactured homogenates stored for 4 weeks ($R^2 = 0,985$)

Maksymalną wartością (3,93) parametru ΔE^*ab charakteryzowały się próby R200S0, wystawione na 24-godzinne działanie oświetlenia (tab. 4, rys. 3A). Czterotygodniowe chłodnicze przechowywanie eksperymentalnych próbek (bez dostępu światła), niezależnie od innych czynników, powodowało ich rozjaśnienie. Oznaczono wzrost wartości wyróżnika L^* z poziomu 66,21 w próbkach nieprzechowywanych, do 66,83 po 4 tygodniach składowania w chłodni (tab. 2). W odniesieniu do ekwiwalentnych prób poddanych pomiarom bezpośrednio po wytworzeniu, zauważalne jest zmniejszenie oddziaływania 400 ppm ekstraktu rozmarynu na pociemnienie barwy. Do podobnych wniosków doszli Nassu i wsp. [18], stwierdzając obniżenie efektywności działania ekstraktu rozmarynu podczas przechowywania. Po chłodniczym składowaniu nie zanotowano rozjaśniającego działania ekstraktu szalwii, co miało miejsce przy ocenie próbek bezpośrednio po ich sporządzeniu. Homogenaty, do których sporządzenia wykorzystano największe stężenia obu ekstraktów (R400S200), cechowały się minimalną wartością (66,51) parametru L^* , co analogicznie do wyników Georgantelis i wsp. [8] wskazuje na addytywność oddziaływań obu naturalnych przeciwutleniaczy.

Analizując wpływ chłodniczego przechowywania na zmienność udziału składowej barwy czerwonej w ogólnym jej tonie, wykazano zmniejszenie wartości parametru a^* o 19% w odniesieniu do próbek nieprzechowywanych (tab. 2).



Rys. 3 Wpływ ekstraktu szalwii i rozmarynu na zmienność parametru ΔE^*ab po 24 h naświetlania, A – próby nieprzechowywane, B – próby przechowywane przez 4 tygodnie; ekstrakt szalwii 0 ppm, \square ekstrakt szalwii 100 ppm, \diamond ekstrakt szalwii 200 ppm.

Fig. 3. Effect of rosemary and sage extracts on variations of ΔE^*ab parameter 24 h after 24 h exposure to light; A- fresh (not stored) samples; B – samples stored for 4 weeks; sage extract 0 ppm, \square sage extract 100 ppm, \diamond sage extract 200 ppm.

Zauważono zmniejszenie efektywności w oddziaływaniu na parametr a^* 400 ppm ekstraktu rozmarynu (tab. 2). Djenane i wsp. [4] udowodnili stabilizujący wpływ na barwę ekstraktu rozmarynu po 29 dniach przechowywania. Do podobnej konkluzji doszli Sánchez-Escalante i wsp. [23], Lund i wsp. [12] oraz Sebranek i wsp. [24], wykazując skuteczność działania ekstraktu rozmarynu na stabilizację składowej czerwonej barwy przechowywanych chłodniczo produktów mięsnych. Najmniejszy udział (7,90) składowej barwy czerwonej w ogólnym tonie wyznaczono w homogenacie wariantu R0S200, potwierdzając negatywne oddziaływanie ekstraktu szaławii na barwę przechowywanych próbek. Największą wartością czerwonej barwy cechowały się homogenaty wytwarzane z dodatkiem 200 ppm ekstraktu rozmarynu (R200S0) – średnia wartość a^* wyniosła 8,38 (tab. 2). Fernández-López i wsp. [7] stwierdzili, że dodatek ekstraktu rozmarynu na poziomie 200 ppm najefektywniej zwiększał trwałość składowej czerwonej barwy. W produktach eksperymentalnych, po miesięcznym przechowywaniu, stwierdzono wzrost udziału składowej barwy żółtej w ogólnym tonie z wartości 4,49 (w próbkach nieprzechowywanych) do wartości 4,85 (tab. 2).

Chłodnicze składowanie próbek wpłynęło na zwiększenie wartości stopnia konwersji barwników (CFR) z poziomu ok. 91,6 % (we wszystkich próbkach nieprzechowywanych) do 92,5 % we wszystkich próbkach przechowywanych 4 tygodnie. Podczas procesu przechowywania oddziaływanie ekstraktu rozmarynu na wartość omawianego parametru uległo zmniejszeniu (tab. 3). Minimalny udział (87,8 %) barwników nitrozowych w ogólnej zawartości barwników oznaczono w mięsie wariantu sporządzonego z dodatkiem ekstraktu rozmarynu i ekstraktu szaławii na poziomie 200 ppm (R200S200). Homogenaty wykonane z dodatkiem 200 ppm ekstraktu rozmarynu i bez dodatku szaławii cechowały się najwyższym stopniem konwersji barwników, wartość CFR próbek wariantu R200S0 wynosiła 93,5 % (tab. 3). Oceniając eksperymentalne homogenaty po czterech tygodniach chłodniczego składowania, stwierdzono, że ich wyróżniki jakościowe charakteryzowały się wartościami porównywalnymi, jak w próbkach bezpośrednio po wytworzeniu.

Produkty wytwarzane z wykorzystaniem maksymalnych stężeń obu ekstraktów przeciwutleniaczy oraz wariant sporządzony z udziałem jedynie 200 ppm ekstraktu rozmarynu odznaczały się największą pożądannością barwy (rys. 2). Wyniki te znajdują potwierdzenie w badaniach Nassu i wsp. [18], według których dodatek 0,05 % ekstraktu rozmarynu poprawia akceptację sensoryczną barwy przechowywanych przetworów.

Wydłużenie czasu ekspozycji na światło powodowało zmniejszenie wartości ΔL^* chłodniczo przechowywanych przetworów mięsnych, analogicznie jak w próbkach nieprzechowywanych, przy czym wartość parametru próbek poddanych działaniu oświetlenia przez 24 h wynosiła -1,79 (tab. 4). Balentine i wsp. [1] wykazali ochronne działanie ekstraktu, który przeciwdziałał rozjaśnianiu barwy w czasie ekspozycji w ladzie chłodniczej. Analizując zmienność parametru Δa^* w doświadczalnych pró-

bach poddanych miesięcznemu przechowywaniu, zauważono zmniejszający się udział składowej barwy czerwonej w ogólnym jej tonie wraz ze wzrostem czasu ekspozycji na światło (tab. 4). Po upływie doby od rozpoczęcia naświetlania wartość omawianego współczynnika uległa 12-krotnemu zmniejszeniu z wartości ok. 0,29 do 3,62 (tab. 4). Wg Martinez i wsp. [16], barwa doświadczalnych wieprzowych kielbasek sporządzonych z dodatkiem ekstraktu rozmarynu i kwasu askorbinowego wykazywała bardziej czerwoną barwę w odniesieniu do próby kontrolnej, podczas 4 dni ekspozycji na działanie standardowego światła fluorescencyjnego.

Oceniając wpływ okresu przechowywania na całkowitą zmianę barwy, stwierdzono istotne zróżnicowanie międzywariantowe, przy czym największą wartością parametru ΔE^*ab , równą 5,57, charakteryzowały się próbki sporządzone z dodatkiem 200 ppm ekstraktu szałwii i bez dodatku ekstraktu rozmarynu (rys. 3B). Największe odbarwienie wykazano w przechowywanych homogenatach wystawionych na 12- i 24-godzinne działanie oświetlenia. Po upływie doby od rozpoczęcia ekspozycji oznaczono 5-krotny wzrost wartości wyróżnika ΔE^*ab (tab. 4).

Wnioski

1. Wprowadzenie ekstraktu rozmarynu do peklowanych homogenatów mięsa wieprzowego powoduje przesunięcie tonu ich barwy po obróbce cieplnej w kierunku odcieni czerwonych i mniejszej jasności.
2. Ekstrakt rozmarynu znacznie zwiększa stabilność barwy peklowanych przetworów mięsnych w czasie ich ekspozycji na sztuczne światło jarzeniowe.
3. Zastosowane ekstrakty naturalnych przeciwutleniaczy charakteryzują się wysoką efektywnością działania w czasie chłodniczego składowania peklowanych przetworów mięsnych, do których je wprowadzono.
4. Wprowadzenie do peklowanych homogenatów mięsnych 400 ppm ekstraktu rozmarynu i 200 ppm ekstraktu szałwii maksymalizuje stopień konwersji barwników hemowych (CFR) na poziomie 97 %.
5. Spośród wszystkich ocenianych mieszanin naturalnych antyoksydantów, najefektywniejszy pod względem kształtowania pożądalności sensorycznej i stabilności barwy peklowanych przetworów mięsnych jest ekstrakt rozmarynu w ilości 400 ppm.
6. Najbardziej pożądaną sensorycznie barwę eksperymentalnych peklowanych przetworów mięsnych osiągnięto przy jednoczesnym zastosowaniu: 400, 200 i 100 ppm dodatku ekstraktów, odpowiednio rozmarynu, szałwii i goździka.

Literatura

- [1] Balentine C., Crandall P., O'Bryan C., Duong D., Pohlman F.: The pre- and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Sci.*, 2006, **73**, 413-421.
- [2] Baryłko-Piekielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT, Warszawa 1975
- [3] Carpenter C., Daren P., Cornforth D., Whittier D.: Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Sci.*, 2001, **57**, 359-363.
- [4] Djenane D., Sánchez-Escalante A., Beltra'n J.A., Roncale's P.: Ability of α -tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. *Food Chem.*, 2002, **76**, 407-415.
- [5] Duda Z., Pietrasik Z., Jarmoluk A.: Wpływ zmiennego poziomu wybranych preparatów barwotwórczych na wyróżniki barwy modelowych kielbas o obniżonym dodatku azotynu sodu. *Technologia Alimentaria*, 2003, **2(1)**, 143-153.
- [6] Faustman C., Cassens R.: The biochemical basis for discoloration in meat: a review. *J. Muscle Foods*, 1990, **1**, 217-243.
- [7] Fernández-López J., Zhi N., Aleson-Carbonell A., Pérez-Alvarez J., Kuri V.: Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 371-380.
- [8] Georgantelis D., Blekas G., Katikou P., Ambrosiadis I., Fletouris D.: Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Sci.*, 2007, **75**, 266-274.
- [9] Hernández-Hernández E., Ponce-Alquicira E., Jaramillo-Flores M., Guerrero Legarreta I.: Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. *Meat Sci.*, 2009, **81**, 410-417.
- [10] Hunter R., Harold R.: The measurement of appearance. Sec. Ed. A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons., New York 1987.
- [11] Karpńska-Tymoszczyk M.: Effects of sage extract (*Salvia officinalis*) and a mixture of sage extract and sodium isoascorbate on the quality and shelf life of vacuum-packed turkey meatballs. *J. Muscle Foods*, 2007, **18**, 420-434.
- [12] Lund M., Skibsted L.: The combined effect of antioxidants and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage. *Meat Sci.*, 2007, **76**, 226-233.
- [13] Madsen H., Bertelsen G.: Spices as antioxidants. *Trends Food Sci. Technol.*, 1995, **6 (8)**, 271-277.
- [14] Madsen H., Sorensen B., Skibsted L., Bertelsen G.: The antioxidative activity of summer savory and rosemary in dressing stored exposed to light or in darkness. *Food Chem.*, 1998, **63 (2)**, 173-180.
- [15] Mancini R., Hunt M.: Current research in meat color. *Meat Sci.*, 2005, **71**, 100-121.
- [16] Martinez L., Cilla I., Beltran J., Roncales P.: Effect of illumination on the display life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. Influence of the addition of rosemary, ascorbic acid and black pepper. *Meat Sci.*, 2007, **75**, 443-450.
- [17] McCarthy T., Kerry J., Kerry F., Lynch P., Buckley D.: Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. *Meat Sci.*, 2001, **57 (2)**, 177-184.
- [18] Nassua R., Guaraldo Gonc L., Azevedo M., da Silvab P., Beserrac F.: Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Sci.*, 2003, **63**, 43-49.
- [19] Naveena B., Muthukumar M., Sen A., Babji Y., Murthy T.: Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display. *Meat Sci.*, 2006, **74**, 409-415.
- [20] Pegg R., Shahidi F.: Nitrite curing of meat. The *N*-nitrosamine problems and nitrite alternatives. Food & Nutrition Press, inc., 2000.
- [21] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia.

- [22] Sakata R.: Studies on physicochemical characteristics of red pigments in meat products. *Anim. Sci. J.*, 2000, **71**, 1-16.
- [23] Sánchez-Escalante A., Djenane D., Torrescano G., Beltrán J., Roncalés P.: The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Sci.*, 2001, **58**, 421-429.
- [24] Sebranek J., Sewalt V., Robbins K., Houser T.: Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Sci.*, 2005, **69** (2), 289-296.
- [25] Smulevich G., Droghetti E., Focardi C., Coletta M., Ciaccio C., Nocentini M.: A rapid spectroscopic method to detect the fraudulent treatment of tuna fish with carbon monoxide. *Food Chem.*, 2007, **101**, 1071-1077.
- [26] Wilkinson B., Janz J., Morel P., Purchas R., Hendriks W.: The effect of modified atmosphere packaging with carbon monoxide on the storage quality of master-packaged fresh pork. *Meat Sci.*, 2006, **73**, 605-610.

EFFECT OF NATURAL ANTIOXIDANTS ON COLOUR STABILITY OF CURED MEAT PRODUCTS

S u m m a r y

The objective of this study was the attempt to increase the colour stability of cured meat products stored at chilling conditions, which were manufactured with the addition of natural antioxidants in the form of rosemary, sage, and clove extracts. The meat material studied comprised *m. quadriceps femoris* taken from 48 h post-mortem pig carcasses. The meat was minced in a laboratory grinder; next, it was homogenized using a curing brine of the following composition: 2 % of curing salts (99.5 % of NaCl and 0.5 % of NaNO₂), 0.5 % of phosphates, 0.5 % of carrageenan, and natural antioxidant extracts (the amounts of rosemary extracts were 200 and 400 ppm, the amounts sage extract were 100 and 200 ppm). The colour variations of experimental meat products exposed to light (250 lx) for 0, 1, 3, 6, 12, and 24 h were assessed directly after their thermal treatment, and one month after their chilling storage. The colour variations were assessed based on the determined parameters of L*, a*, b* colour features, Colour Forming Ratio (CFR), and sensory analysis results. It was found that the rosemary extract added during the manufacturing process of experimental meat products impacted their colour tone that became redder. The addition of sage extract to the experimental meat samples during their production process caused their colour to become lighter. The variants containing 400 ppm of rosemary extract and 200 ppm of sage extracts were characterized by the highest (max) heme pigment conversion degree of the meat colour.

Key words: curing of meat, colour stability, natural antioxidants, rosemary, sage ☒