

Agnieszka Orkusz

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mail: agnieszka.orkusz@ue.wroc.pl

WPLYW BARIEROWOŚCI OPAKOWANIA NA PARAMETRY BARWY I ZAWARTOŚĆ ALDEHYDU MALONOWEGO W SUROWYCH MIĘŚNIACH UDOWYCH INDYKÓW PAKOWANYCH W MODYFIKOWANEJ ATMOSFERZE

Streszczenie: Celem pracy było zbadanie wpływu materiału opakowaniowego (PA/PE, PA/PE + AF, PA/ARE/PE) o różnej barierowości na parametry barwy C^* i h^0 oraz zawartość aldehydu malonowego w mięśniach udowych indyków przechowywanych w modyfikowanej atmosferze: 75% CO₂, 20% N₂, 5% O₂ w temperaturze 1° C przez: 4, 8, 12, 15 dób. W trakcie przechowywania obserwowano stopniowe zmniejszenie się wartości parametru barwy C^* oraz stopniowe zwiększanie się wartości parametru h^0 oraz zawartości aldehydu malonowego w mięśniach indyków zapakowanych we wszystkie rodzaje folii. Mięśnie pakowane w folii PA/PE charakteryzowały się największą zawartością aldehydu malonowego w porównaniu z pozostałymi dwoma materiałami opakowaniowymi.

Słowa kluczowe: mięśnie udowe indyków, modyfikowana atmosfera, materiał opakowaniowy, właściwości barierowe.

DOI: 10.15611/nit.2014.3.06

1. Wstęp

Wyjątkowo znaczącym wyróżnikiem jakości surowego mięsa jest jego barwa, ponieważ z punktu widzenia handlu detalicznego, z reguły ten właśnie wyróżnik decyduje o zakupie mięsa. Lynch i in. [Lynch, Kastner, Kropf 1986] twierdzili, że 74%, a Sikora i Weber [1995], że 94,6% konsumentów wskazywało na barwę jako decydujący czynnik przy zakupie mięsa. Jedną z podstawowych przyczyn pogorszenia m.in. barwy mięsa są zmiany oksydacyjne lipidów. Lipidy ulegają bowiem wolnorodnikowej, wieloetapowej reakcji łańcuchowej, w wyniku której z kwasów tłuszczowych powstają różne związki, takie jak: wolne rodniki, nadtlenki, aldehydy, ketony i inne.

W celu wydłużenia przydatności do spożycia, z jednoczesnym zachowaniem konsumentcko akceptowanego i wysoce pożądanego wyglądu przechowywanego mięsa, stosuje się, m.in. pakowanie w modyfikowanej atmosferze (MA). Polega ono na zastąpieniu powietrza w opakowaniu mieszaniną gazów, głównie: CO₂, N₂ i O₂ [Krala 1999; Acton i in. 2007; McMillin 2008]. Pakowanie mięsa w modyfikowanej atmosferze jest skuteczne pod warunkiem zagwarantowania właściwego składu atmosfery wewnątrz opakowania, co wymaga zastosowania materiału o odpowiednio wysokiej barierowości, wyrażonej w cm³/m²·24h·0,1MPa w określonej temperaturze i wilgotności względnej powietrza.

Barierowość materiału opakowaniowego określa się stopniem przenikalności tlenu (SPT), ditlenku węgla, azotu i pary wodnej. Przenikalność CO₂ jest 3-5 razy większa, a azotu 3-5 razy mniejsza niż tlenu [Krala 1999].

Do pakowania mięsa i jego przetworów w MA szeroko wykorzystywane są laminaty poliamidowo (PA)-polietylenowe (PE) [Pettersen i in. 2004; Alvarez i in. 2009; Hasapidou, Savvaidis 2011; Orkus 2013]. W celu zwiększenia barierowości laminatów stosuje się m.in.: kopolimery etylenu z alkoholem winylowym, polichlorek winylidenu, żywice poliamidowe, amorficzne poliamidy [Czerniawski, Michniewicz 1998]. Natomiast w celu przeciwdziałania gromadzeniu się pary wodnej wewnątrz opakowania oraz aby umożliwić dobrą widoczność zapakowanego produktu, stosuje się warstwę przeciwmglową (*anti-fog*) określaną również jako warstwa przeciwdziałająca tworzeniu się rosy na wewnętrznej powierzchni opakowania [Anonim 2004]. Powszechnie stosowanym laminatem do pakowania mięsa i jego przetworów w modyfikowanej atmosferze jest laminat poliamidowo-polietylenowy (PA/PE) o przenikalności tlenu wynoszącej do 100 cm³/m²·24h·0,1MPa.

W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących oddziaływania stopnia przenikania pary wodnej do i z opakowania na wyróżniki jakościowe surowego mięsa. Nieliczne prace dotyczą porównania wpływu materiału opakowaniowego, o różnym stopniu przenikania tlenu na: utlenianie lipidów, wartość pH, wodochłonność, wyciek swobodny i cieplny, parametry reologiczne mięsa, zmiany ogólnej zawartości barwników hemowych i zmiany poszczególnych form mioglobiny mięsa pakowanego w zmienionej atmosferze. Podsumowanie stanu wiedzy o wpływie stopnia przenikania tlenu na właściwości surowego mięsa, ze szczególnym uwzględnieniem mięsa drobiu, przedstawiła Orkus [2010].

Celem pracy było oznaczenie wpływu materiału opakowaniowego o różnej barierowości na parametry barwy C* i h° oraz zawartość aldehydu malonowego w mięśniach udowych indyków przechowywanych w modyfikowanej atmosferze w temperaturze 1°C.

Artykuł jest prezentacją części obszernego opracowania, w którym wykonywano m.in.: oznaczenia mikrobiologiczne (ogólna liczba bakterii tlenowych, liczba bakterii fermentacji mlekowej z rodzaju *Lactobacillus*, liczba bakterii z rodzaju *Pseudomonas* oraz z rodziny *Enterobacteriace*) oraz oznaczenia fizyczne, tj.: parametry barwy, kwasowość czynną, wodochłonność, wyciek swobodny, wyciek ciepl-

ny, straty masy podczas pieczenia, oraz chemiczne: ogólną zawartość barwników hemowych, zawartość mioglobiny, oksymoglobiny i metmioglobiny.

2. Materiały i metody badawcze

Materiałem do badań były mięśnie udowe (bez skóry i kości) 18-tygodniowych indorów, pochodzące z uboju przemysłowego. Średnia masa mięśni wynosiła $\pm 0,5$ kg. Tuszki wychładzano metodą owiewowo-natryskową, dzielono i odkostniano automatycznie.

Wybrane losowo próby pakowano w worki foliowe, okładano wkładami chłodzącymi i przewożono w lodówkach turystycznych do Katedry Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, gdzie część prób natychmiast kierowano do badań, natomiast pozostałe pakowano zgodnie z założeniami eksperymentu. Czas od momentu uboju indyków do rozpoczęcia przechowywania i wykonania badań wynosił ok. 24 godz. Próby przeznaczone do pakowania umieszczano na wkładkach absorpcyjnych (160 x 120 mm, chłonność 2,5 l/m²) w przezroczystych pojemnikach z polipropylenu (227 x 178 x 80 mm), a następnie pakowano w worki wykonane z 3 rodzajów folii: PA/PE, PA/PE z warstwą przeciwmgielną (PA/PE+AF) oraz PA/PE z warstwą amorficznego poliamidu zwiększającą barierowość (PA/ARE/PE).

Parametry techniczne folii przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Parametry techniczne folii użytych do pakowania mięśni udowych indyków
Table 1. Mechanical and barrier properties of films used to packaging turkey thigh muscles

Rodzaj folii	PA/PE	PA/PE+AF	PA/ARE/PE
Grubość całkowita [μm]	60	80	60
Grubość poszczególnych warstw [μm]	10/50	20/60	15/5/40
Przepuszczalność:			
• tlenu [$\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0,1\text{MPa}$]	70	50	14
• ditlenku węgla [$\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0,1\text{MPa}$]	287	175	47
• azotu [$\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0,1\text{MPa}$]	–	–	54
• pary wodnej [$\text{g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$]	10,3	3	4,3

Warunki pomiaru przepuszczalności: tlenu i azotu 23°C, 75% RH; ditlenku węgla 23°C, 50% RH; pary wodnej 23°C, 85% RH.

Użyte folie, pojemniki oraz wkłady absorpcyjne posiadały atesty Państwowego Zakładu Higieny i certyfikaty bezpieczeństwa B. Folie pochodziły od trzech różnych producentów.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych otrzymanych od producentów folii.

Source: own study based on the data obtained from film producers.

W doświadczeniu zastosowano MA o składzie: 75%CO₂, 20%N₂ i 5%O₂ zalecanym do przechowywania mięsa kurcząt – tuszek całych lub porcjowanych [Krala

1999; 2002; 2003]. Modyfikowaną atmosferę wprowadzano do opakowań za pomocą pakowarki komorowej typ PP 5 firmy TEPRO, zaopatrzonej w funkcję dozowania gazu do opakowania. Objętość modyfikowanej atmosfery w stosunku do objętości zapakowanego produktu wynosiła 3:1. Zapakowane mięśnie przechowywano w chłodziarce wyposażonej w automatyczną regulację temperatury w temperaturze 1°C. Mięśnie badano: po 24h od uboju (próba odniesienia) oraz pakowane w MA i przechowywane przez: 4, 8, 12, 15 dób (w każdym z wymienionych okresów badano pięć mięśni). Doświadczenie powtórzono pięciokrotnie.

2.1. Parametry barwy

Nasylenie barwy (C^*) oraz kąt tonu barwy (h°) określono wg systemu CIE $L^*a^*b^*$ (CIE, 1976), stosując kolorymetr odbiciowy CR-310 firmy Minolta Camera Co., Ltd., Osaka, Japonia. Przyrząd wykalibrowano wg wzorca bieli ($Y = 93.50$; $x = 0.3114$; $y = 0.3190$). Parametry barwy C^* i h° wyliczono z następujących wzorów: $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$; $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ (AMSA, 1991).

Pomiary parametrów barwy wykonano w pięciu miejscach, po 30 min. od otwarcia opakowania z badanym mięśniem.

2.2. Zawartość aldehydu malonowego

Zawartość aldehydu malonowego, jako wskaźnika stopnia utleniania lipidów, oznaczono metodą Saliha [Salih i in. 1987] w modyfikacji Pikula [1993] i wyrażono jako liczbę TBA w mg aldehydu malonowego na 1 kg mięsa. Absorbancję mierzono za pomocą spektrofotometru UV/VIS 8452 Diode Array firmy Hewlett-Packard, przy długości fali 532 nm.

2.3. Obliczenia statystyczne

Obliczenia wykonano przy użyciu programu Statistica, wersja 9.0 (Statsoft InC., USA). Normalność rozkładu zmiennych weryfikowano testem Shapiro-Wilka. Pozwoliło to na zastosowanie wartości średniej, odchylenia standardowego oraz wykorzystania analizy wariancji jako testu parametrycznego (spełniono założenie o równości wariancji). Do zbadania istotnych różnic między wartościami średnimi zastosowano test Tukeya, na poziome istotności $p \leq 0,05$.

3. Wyniki i ich omówienie

3.1. Nasylenie barwy (C^*)

W trakcie przechowywania obserwowano stopniowe zmniejszanie się parametru barwy C^* w mięśniach pakowanych we wszystkie rodzaje folii. W próbach niepakowanych wartość parametru barwy C^* wynosiła odpowiednio 17,50 (tab. 2).

Istotny spadek nasycenia barwy w stosunku do wartości oznaczonych w próbach niepakowanych, odnotowano odpowiednio w 8 dobie dla folii PA/ARE/PE o 9,20%; w 12 dobie dla folii PA/PE+AF o 5,78%; w 15 dobie dla folii PA/PE o 8,46%.

Uzyskane wyniki wskazały, że nasycenie barwy w przechowywanych mięśniach utrzymywało się najdłużej w opakowaniu z najmniejszą barierowością.

Tabela 2. Średnia (\pm odchylenie standardowe) parametrów barwy oraz liczby TBA mięśni udowych indyków pakowanych w MA i przechowywanych w temp. 1°C przez 15 dób

Table 2. Mean value (\pm standard deviation) of colour parameters [JU] and TBA value of turkey thigh muscles packed under modified atmosphere and stored at 1°C for up to 15 days

	Rodzaj folii	Okres przechowywania (dni)				
		0*	4	8	12	15
C*						
	PA/PE	17,50 ^A \pm 0,65	17,75 ^A \pm 0,51	17,68 ^{Aa} \pm 0,57	17,65 ^{Aa} \pm 0,86	16,02 ^{Ba} \pm 0,56
	PA/PE+ AF	17,50 ^A \pm 0,65	17,58 ^A \pm 0,68	16,84 ^{ABab} \pm 0,55	16,49 ^{Bb} \pm 0,70	16,19 ^{Ba} \pm 0,55
	PA/ARE/PE	17,50 ^A \pm 0,65	17,05 ^{AB} \pm 0,68	15,89 ^{BCb} \pm 0,59	15,50 ^{Cb} \pm 0,50	15,03 ^{Ca} \pm 0,68
h^a						
	PA/PE	9,48 ^A \pm 0,81	18,10 ^B \pm 0,88	18,34 ^B \pm 0,98	20,04 ^B \pm 1,26	23,89 ^C \pm 0,96
	PA/PE+ AF	9,48 ^A \pm 0,81	17,67 ^B \pm 0,94	18,95 ^B \pm 0,91	21,81 ^C \pm 1,31	23,38 ^C \pm 1,44
	PA/ARE/PE	9,48 ^A \pm 0,81	16,69 ^B \pm 0,96	18,92 ^{BC} \pm 1,00	21,35 ^C \pm 1,33	21,21 ^C \pm 1,13
TBA						
	PA/PE	0,59 ^A \pm 0,03	0,66 ^A \pm 0,03	1,54 ^{Ba} \pm 0,04	2,62 ^{Ca} \pm 0,02	3,63 ^{Da} \pm 0,06
	PA/PE+ AF	0,59 ^A \pm 0,03	0,65 ^A \pm 0,03	1,43 ^{Bb} \pm 0,03	2,53 ^{Cb} \pm 0,06	2,95 ^{Db} \pm 0,04
	PA/ARE/PE	0,59 ^A \pm 0,03	0,63 ^A \pm 0,02	1,33 ^{Bc} \pm 0,02	2,34 ^{Cc} \pm 0,04	2,52 ^{Dc} \pm 0,04

Wartość średnia: * dla $n = 75$, dla pozostałych okresów przechowywania $n = 25$.

A, B, C, D – wartości z różnymi literami w tym samym wierszu różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$ ze względu na czas przechowywania.

a, b, c – wartości z różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$ ze względu na rodzaj folii.

Źródło: opracowanie własne.

Source: own study.

Chociaż próby zapakowane w folii PA/PE charakteryzowały się istotnie większą wartością parametru C* w 8 dobie w porównaniu z próbkami pakowanymi w folie PA/ARE/PE oraz w 12 dobie w stosunku do mięśni pakowanych w oba pozostałe rodzaje folii, w 15 dobie wartość parametru C* w próbkach przechowywanych w opakowaniach o różnej barierowości nie różniła się istotnie. Być może w mięśniach zapakowanych w folię o najmniejszej barierowości istotny spadek wartości parametru C* między 12 a 15 dobą był wynikiem działania bakterii i/lub też utleniania

MbO₂ i/lub MMb. Produkty utleniania mogły powodować zmniejszenie natężenia barwy czerwonej prób przechowywanych w folii o najmniejszej barierowości. Należy wspomnieć, iż w mięśniach pakowanych w folię PA/PE w trakcie przechowywania obserwowano największą ogólną liczbę bakterii oraz najmniejszą zawartość oksymyoglobiny w porównaniu z próbami przechowywanymi w obu pozostałych rodzajach materiałów opakowaniowych [Orkusz, Wołoszyn, Okruszek 2011; Orkusz 2012].

Brak oddziaływania SPT materiału opakowaniowego na parametr barwy C* w mielonej wołowinie przechowywanej próżniowo w folii o SPT równym 10 i 37 cm³/m²/24h·0.1MPa stwierdzili Montgomery i in. [2003]. Z kolei Dawson i in. [1995] wykazali różnice w nasyceniu barwy (C*) nóg kurcząt przechowywanych w opakowaniach z różnym SPT (30, 2000, 4700, 7000, 12000 cm³/m²/24h·0.1MPa). Większą wartość parametru C* dla prób pakowanych w folię z SPT, wynoszącą 4700, 7000 i 12000 cm³/m²/24h·0.1MPa, tłumaczyli przewagą tworzenia się MbO₂ nad MMb, natomiast mniejszą wartość parametru C* dla prób pakowanych w folię z SPT równym 30 i 2000 cm³/m²/24h·0.1MPa – przewagą tworzenia MMb, co przejawiało się utratą nasycenia barwy czerwonej oraz zwiększeniem się natężenia barwy żółtej w badanych próbach mięsa.

Brak różnic w badaniach własnych i wynikach uzyskanych przez Montgomeryego i in. [2003] odnośnie do wartości parametru barwy C*, a także stwierdzenie różnic przez Dawsona i in. [1995] mogły być wynikiem innego zakresu SPT materiału opakowaniowego. Różnice w SPT folii stosowanych w badaniach własnych i badaniach Montgomeryego i in. [2003] wynosiły 10 cm³/m²/24h·0.1MPa, natomiast w pracy Dawsona i in. [1995] – 10³ i 10⁴ cm³/m²/24h·0.1MPa.

3.2. Odcień barwy (h°)

Podczas chłodniczego przechowywania mięśni indyków obserwowano stopniowe zwiększanie się wartości parametru h° bez względu na zastosowany materiał opakowaniowy. W próbach niepakowanych wartość parametru barwy h° wynosiła 9,48. W 15 dobie, w stosunku do prób niepakowanych, wartość parametru h° wzrosła o 152,00%; 146,62%; 123,73% dla mięśni przechowywanych w folii PA/PE, PA/PE+AF, PA/ARE/PE (tab. 2). Istotne zwiększenie się parametru barwy h° w badanych próbach, względem wartości oznaczonej w niepakowanych próbach, odnotowano w 4 dobie w mięśniach pakowanych we wszystkie stosowane materiały opakowaniowe. Wyjaśnienie tego zjawiska jest trudne, ponieważ pozostałe wartości parametrów barwy (a*, b*, L*) oraz ocena sensoryczna barwy, ogólna zawartość barwników hemowych, ogólna liczba bakterii, liczba bakterii z rodzaju *Lactobacillus* i z rodziny *Enterobacteriaceae* wzrastały dopiero od 8 doby przechowywania [Orkusz, Wołoszyn, Okruszek 2011; Orkusz 2012].

Chociaż nie stwierdzono oddziaływania barierowości opakowania na parametr barwy h° badanych mięśni w trakcie przechowywania, mięśnie zapakowane w folii

PA/PE, tj. o największym SPT i największej przepuszczalności pary wodnej, charakteryzowały się największą wartością tego parametru.

Biorąc pod uwagę jedynie SPT doświadczalnych folii, stwierdzono, że wyniki badań własnych są zgodne z wynikami innych badaczy, którzy stwierdzili brak istotnych różnic w wartościach parametru barwy h^0 mięsa przechowywanego w opakowaniach, dla których SPT mieścił się w zarówno wąskim ($10 \div 37 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$), jak i szerokim ($10 \div 7000 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$) zakresie [Montgomery i in. 2003; Kartika i in., 2003]. Wskazuje to na fakt, że SPT materiału opakowaniowego w zakresie $10 \div 7000 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ nie wpływa na wartość parametru barwy h^0 .

3.3. Zawartość aldehydu malonowego

W mięśniach indyków przechowywanych we wszystkich rodzajach folii obserwowano stopniowy wzrost zawartości aldehydu malonowego. W próbach niepakowanych zawartość aldehydu malonowego wynosiła 0,59 mg/kg tkanki (tab. 2). W 15 dobie, w porównaniu z próbami niepakowanymi, zawartość aldehydu malonowego w mięśniach pakowanych w foliach PA/ARE/PE, PA/PE+AF, PA/PE zwiększyła się odpowiednio o 327%, 400%, 515%.

Istotne zwiększenie się zawartości aldehydu malonowego w mięśniach indyków przechowywanych we wszystkich stosowanych materiałach opakowaniowych, w stosunku do wartości oznaczonej w próbach niepakowanych, odnotowano w 8 dobie. Należy założyć, że w doświadczalnych mięśniach istotne zwiększenie się w 8 dobie ilości aldehydu malonowego, będącego wskaźnikiem zaawansowania procesów utleniania lipidów mięsa o 125%÷161%, wiązało się z utlenianiem mioglobiny w mięśniach indyków. W 8 dobie stwierdzono bowiem istotne zmniejszenie się zawartości oksymioglobiny i wzrost zawartości metmioglobiny [Orkus, Wołoszyn, Okruszek 2011]. Wielu autorów wskazuje, że utlenianie barwników hemowych i lipidów mięsa jest wzajemnie powiązane [Renerre 1999; Kopeć 2000; Cheng, Wang, Ockerman 2007]. Wolne rodniki powstałe w wyniku utleniania lipidów przyspieszają oksydację oksymioglobiny do metmioglobiny. Ta z kolei w reakcji z nadtlaniem wodoru tworzy bardzo reaktywną ferryli-mioglobinę, która skutkuje powstaniem wolnych rodników i wodoronadtlenków. Rodniki są bardzo nietrwałe i ulegają przemianom, stając się źródłem wielu produktów wtórnych, w tym aldehydu malonowego.

Zwiększając się zawartość aldehydu malonowego podczas przechowywania odnotowali również: Nam i Ahn [2003] oraz Przysiężna [2005] w pakowanych próżniowo mięśniach piersiowych indyka, Przysiężna [1999] w pakowanych próżniowo mięśniach piersiowych i nogach kaczek, Alasnier i in. [2000] w mięśniach piersiowych i udowych kurcząt, Houben i in. [2000], Luño i in. [2000], Jayasingh i in. [2002] w wołowinie pakowanej w MA (zawartość tlenu 65%÷80%), Seydim i in. [2006] w mięsie strusim przechowywanym w próżni i MA o składzie: 80% N_2 , 20% CO_2 ; 80% O_2 , 20% CO_2 ; 80% O_2 , 20% N_2 , Cheng i in. [Cheng, Wang, Ockerman 2007] w wieprzowinie.

W badanych mięśniach od 8 doby stwierdzono wpływ rodzaju zastosowanego materiału opakowaniowego na zawartość aldehydu malonowego. Od 8 do 15 doby próby pakowane w folię o najmniejszej barierowości (PA/PE) charakteryzowały się największą zawartością aldehydu malonowego, natomiast te przechowywane w folii o większej barierowości – mniejszą. Zatem utlenianie lipidów mięsa wzrasta wraz ze zmniejszeniem barierowości materiału opakowaniowego. Berruga i in. [2004], Mancini i Hunt [2005], Seydim i in. [2006] twierdzą, że wraz ze wzrostem ilości tlenu w atmosferze, w której przechowywane jest mięso, wzrasta utlenianie ich lipidów.

Pettersen i in. [2004], badając wpływ rodzaju opakowania (folia 14-warstwowa o $SPT = 59 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1 \text{ MPa}$ z naturalnym antyoksydantem, tj. witaminą E, oraz folia 7-warstwowa o $SPT = 68 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1 \text{ MPa}$ z antyoksydantem syntetycznym) na zawartość aldehydu malonowego w mrożonym mechanicznie odkostnionym mięsie indyka przechowywanym w MA, wykazali nieznacznie większą zawartość aldehydu malonowego w próbach przechowywanych w opakowaniu o większym SPT. Jak twierdzą autorzy, różnice w zawartości aldehydu malonowego w badanych próbach nie wynikały z różnego stopnia przenikania tlenu przez materiał opakowaniowy. Badacze sugerowali, iż różnice w zawartości aldehydu malonowego w mięsie przechowywanym w różnych opakowaniach mogły wynikać z rodzaju zastosowanych antyoksydantów.

4. Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, iż nasycenie barwy utrzymywało się najdłużej w opakowaniu z najmniejszą barierowością. Zauważono ponadto, że w 15 dobie przechowywania barierowość materiału opakowaniowego nie miała wpływu na parametr barwy C^* . Chociaż podczas przechowywania nie zaobserwowano oddziaływania barierowości opakowania na odcień barwy (h°), próby zapakowane w folii PA/PE (o największym SPT i największej przepuszczalności pary wodnej) charakteryzowały się największą wartością tego parametru. Wykazano również, iż utlenianie lipidów mięsa wzrasta wraz ze zmniejszeniem barierowości materiału opakowaniowego. Stwierdzono bowiem największą zawartość aldehydu malonowego w mięśniach przechowywanych w folii o najmniejszej barierowości, natomiast mniejszą w próbach pakowanych w folię o większej barierowości.

Literatura

- Acton J.C., Stephens C., Shaver V.A., Dawson P.L., 2007, *Packaging of fresh meat and meat products*, XVIII Europ. Symposium on the Quality of Poultry Meat, 2-5 September, Prague, s. 142-146.
- Alasnier C., Meynier A., Viau M., Gandemer G., 2000, *Hydrolytic and oxidative changes in the lipids of chicken breast and thigh muscles during refrigerated storage*, "Journal of Food Science", 65, 1, s. 9-14.

- Alvarez I., De La Fuente J., Cañeque V., Lauzurica S., Perez C., Diaz M.T., 2009, *Changes in the fatty acid composition of M. longissimus dorsi of lamb during storage in a high-oxygen modified atmosphere at different levels of dietary vitamin E supplementation*, "Journal of Food Agricultural and Food Chemistry", 57 (1), s. 140-146.
- Anonim, *Anti – fog masterbatches for food packaging*, "Plastics Additives and Compounding", 2004, Applications, November/December, s. 14.
- Berruga M.I., Vergara H., Linares M.B., *Quality of rabbit meat under modified atmospheres*, 2004, 50th Int. Con. of Meat Sci. and Techn., Helsinki, Finland, s. 354-357.
- Cheng J.H., Wang S.T., Ockerman H.W., 2007, *Lipid oxidation and color change of salted pork patties*, "Meat Science", 75, s. 71-77.
- Czerniawski B., Michniewicz J., 1998, *Opakowania żywności*, Agro Food Techn., Czeladź.
- Dawson P.L., Han I.Y., Voller L.M., Clardy C.B., Martinez R.M., Acton J.C., 1995, *Film oxygen transmission rate effects in ground chicken meat quality*, "Poultry Science", 74, s. 1381-1387.
- Hasapidou A., Savvaidis I.N., 2011, *The effects of modified atmosphere packaging, EDTA and oregano oil on the quality of chicken liver meat*, "Food Research International", 44, s. 2751-2756.
- Houben J.H., Dijk A., Eikelenboom G., Hoving-Bolink A.H., 2000, *Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef*, "Meat Science", 55, s. 331-336.
- Jayasingh P., Cornforth D.P., Brennan C.P., Carpenter C.E., Whittier D.R., 2002, *Sensory evaluation of ground beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging*, "Journal of Food Science", 67, 9, s. 3493-3496.
- Kartika S., Candogan K., Grimes L.W., Acton J.C., 2003, *Rinse treatment and oxygen barrier properties of films for improving quality retention in vacuum-skin packaged fresh chicken*, "Journal of Food Science", 68, 5, s. 1762-1765.
- Kopeć W., 2000, *Procesy oksydacji a właściwości funkcjonalne białek miofibrylarnych*, Konferencja naukowa pn. „Jakość i bezpieczeństwo żywności pochodzenia zwierzęcego”, AR we Wrocławiu, s. 48-56.
- Krala L., 1999, *Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości chłodzonego mięsa kurcząt*, Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, 814, Z. 255, s. 57, 75.
- Krala L., 2002, *Wpływ reszkowej zawartości tlenu w kontrolowanej atmosferze na właściwości przechowywanych tuszek kurcząt*, „Przemysł Spożywczy”, 56 (6), 19-21, 27.
- Krala L., 2003, *Pakowanie mięsa i przetworów w modyfikowanej atmosferze. Wszystko o opakowaniach i systemach pakowania*, Ogólnopolski Informator Masarski, lipiec, s. 11-12, 14-15, 17-18, 20-21.
- Luño M., Roncales P., Djanane D., Beltran J.A., 2000, *Beef shelf life in low O₂ and high CO₂ atmospheres containing different low CO concentration*, "Meat Science", 55, 413-419.
- Lynch N.M., Kastner C.L., Kropf D.H., 1986, *Consumer acceptance of vacuum packaged ground beef as influenced by product color and educational materials*, "Journal of Food Science", 51 (2), s. 253-255, 272.
- Mancini R.A., Hunt M.C., 2005, *Current research in meat color*, "Meat Science", 71, 100-121.
- McMillin K., 2008, *Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat*, Meat Science, , 80, s. 43-65.
- Montgomery J.L., Parrish F.C., Olson D.G., Dickson J.S., Niebuhr S., 2003, *Storage and packaging effects on sensory and color characteristics of ground beef*, "Meat Science", 64, s. 357-363.
- Nam K.C., Ahn D.U., 2003, *Double-packaging is effective in reducing lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated raw turkey meat*, "Poultry Science", 82, s. 1468-1474.
- Orkus A., 2010, *Wpływ przenikania tlenu przez opakowanie na właściwości mięsa ze szczególnym uwzględnieniem mięsa drobiowego – artykuł przeglądowy*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, „Nauki Inżynierskie i Technologie”, nr 2, s. 46-55.

- Orkusz A., Wołoszyn J., Okruszek A., 2011, *Characteristics of the thigh muscles colour from turkey packaged under modified atmosphere in different film types*, "Archiv Für Geflügelkunde", 75 (3), s. 196-203.
- Orkusz A., 2013, *Wpływ barierowości opakowania surowych mięśni udowych indyków pakowanych w modyfikowanej atmosferze na ich cechy sensoryczne po obróbce termicznej*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, „Nauki Inżynierskie i Technologie”, nr 2 (9), s. 85-93.
- Orkusz A., Wołoszyn J., Okruszek A., 2012, *Influence of packaging materials on microbiological quality and odour of turkey thigh muscles packaged under modified atmosphere*, "Archiv Für Geflügelkunde", 76, 3, s. 208-213.
- Pettersen M.K., Mielnik M.B., Eie T., Skrede G., Nilsson A., 2004, *Lipid oxidation in frozen, mechanically deboned turkey meat as affected by packaging parameters and storage conditions*, "Poultry Science", 83, s. 1240-1248.
- Pikul J., 1993, *Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego*, AR, Poznań.
- Przysiężna E., 1999, *Zmiany proteolityczne i oksydacyjne zachodzące w mięśniach kaczek przechowywanych w opakowaniu próżniowym w warunkach chłodniczych*, XXX Sesja Naukowa KTiCZ PAN, 14-15 wrzesień, Kraków, s. II-223.
- Przysiężna E., 2005, *Effect of chilling storage time on the proteolysis and lipid oxidation in vacuum-packed turkey breast muscles*, "Polish Journal of Food and Nutrition Sciences", 14/55, 4, s. 397-402.
- Renner M., 1999, *Biochemical basis of fresh meat colour*, Proceeding of 45th ICoMST, Yokohama, Japan, vol. 2, s. 344-353.
- Salih A.M., Smith D. M., Price J. F., Dawson, L.E., 1987, *Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry*, "Poultry Science", 66, s. 1483-1488.
- Seydim A.C., Acton J.C., Hall M.A., Dawson P.L., 2006, *Effects of packaging atmospheres on shelf-life quality of ground ostrich meat*, "Meat Science", 73, s. 503-510.
- Sikora, T., Weber P., 1985, *Próba poznania konsumenckich preferencji dotyczących mięsa kulinarnego*, „Gospodarka Mięсна”, 1, s. 40-41.

THE INFLUENCE OF PACKAGING MATERIAL OF RAW TURKEY THIGH MUSCLES PACKAGED UNDER MODIFIED ATMOSPHERE ON THE COLOUR PARAMETERS AND THE MALONALDEHYDE CONTENT

Summary: The objective of this study was to investigate the influence of packaging material: (PA/PE, PA/PE+AF, PA/ARE/PE) with different barrier properties on the colour parameters C* and h° and the content of malonaldehyde of turkey thigh muscles packed in a modified atmosphere: 75% CO₂, 20% N₂, 5% O₂ and stored at 1°C for: 4, 8, 12, 15 days. During the cold storage the C* parameter decreased and the h° parameter and malonaldehyde content increased in muscles throughout the period of storage for all packaging materials. The muscles packed in PA/PE bags had the highest concentration of malonaldehyde in comparison to samples packed in other two packaging materials.

Keywords: turkey thigh muscles, modified atmosphere, packaging material, barrier properties.