

Agnieszka Orkusz

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

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

WPLYW BARIEROWOŚCI OPAKOWANIA KULINARNYCH MIĘŚNI UDOWYCH INDIKÓW PAKOWANYCH W MODYFIKOWANEJ ATMOSFERZE NA ICH CECHY SENSORYCZNE

Streszczenie: Celem pracy było zbadanie wpływu materiału opakowaniowego (PA/PE, PA/PE+AF, PA/ARE/PE) o różnej barierowości na cechy sensoryczne (wygląd ogólny, konsystencję i wygląd opakowania, z przechowywanymi mięśniami, przed jego otwarciem) surowych mięśni udowych indorów pakowanych w modyfikowanej atmosferze (75% CO₂, 20% N₂, 5% O₂) i przechowywanych w warunkach chłodniczych, w temperaturze 1°C przez: 4, 8, 12, 15 dni. Wygląd ogólny i konsystencja prób pakowanych we wszystkie rodzaje folii pogarszały się w trakcie 15 dób przechowywania. Na koniec okresu przechowywania wygląd ogólny prób pakowanych w folii PA/PE określony został jako niepożądany, podczas gdy prób pakowanych w folii PA/ARE/PE i PA/PE+AF – jako tolerowany. Wygląd opakowania z mięśniami udowymi przechowywanymi w folii PA/PE+AF z warstwą antyroszeniową nie zmienił się podczas całego okresu przechowywania.

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

DOI: 10.15611/nit.2014.2.06

1. Wstęp

Z marketingowego punktu widzenia najkrytyczniejszym wyróżnikiem jakości surowego mięsa jest jego wygląd zewnętrzny, ponieważ on z reguły decyduje o decyzji zakupu mięsa na podstawie tego wyróżnika.

W celu wydłużenia okresu przydatności do spożycia, z jednoczesnym zachowaniem konsumentom akceptowanego i wysoce pożądanego wyglądu przechowywanego mięsa, stosuje się m.in. pakowanie w modyfikowanej atmosferze (MA), które polega na zastąpieniu powietrza w opakowaniu mieszaniną gazów, głównie: CO₂, N₂ i O₂ [Krala 1999; Pikul 2000; Veberg i in. 2006; Acton i in. 2007; McMillin 2008]. Pakowanie mięsa, w tym również mięsa drobiowego, w modyfikowanej atmosferze jest skuteczne tylko pod warunkiem zagwarantowania właściwego składu atmosfery

wewnątrz opakowania, co wymaga zastosowania materiału o odpowiednio wysokiej barierowości, wyrażonej w $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0,1\text{MPa}$ w określonej temperaturze i wilgotności względnej powietrza.

Barierowość materiału opakowaniowego określa się stopniem przenikalności tlenu (SPT), ditlenku węgla, azotu i pary wodnej [Krała 1999].

Do pakowania mięsa i jego przetworów w MA szeroko wykorzystywane są laminaty poliamidowo (PA)-polietylenowe (PE) [Pettersen i in. 2004; Economou i in. 2009; Alvarez i in. 2009; Hasapidou, Savvaidis 2011; Luciano i in. 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 zabezpieczenia przed gromadzeniem się pary wodnej wewnątrz opakowania, a także aby umożliwić dobrą widoczność zapakowanego produktu, stosuje się warstwę *anti-fog*, określaną również jako warstwę przeciwdziałającą 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 $100 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0,1\text{MPa}$.

W dostępnej literaturze brakuje 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 w zakresie wpływu stopnia przenikania tlenu na właściwości surowego mięsa, ze szczególnym uwzględnieniem mięsa drobiu, przedstawiła Orkus [Orkus 2010].

Celem pracy było zbadanie wpływu materiału opakowaniowego o różnej barierowości na cechy sensoryczne (wygląd ogólny, konsystencję i wygląd opakowania, z przechowywanymi mięśniami, przed jego otwarciem) mięśni 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 cieplny, straty masy podczas pieczenia, chemiczne: ogólną zawartość barwników hemowych, zawartość mioglobiny, oksymioglobiny i metmyoglobiny, a także zawartość wtórnych produktów utlenienia lipidów.

2. Materiały i metody badawcze

Materiałem do badań były mięśnie udowe (bez skóry i kości) 18-tygodniowych indorów pochodzących z uboju przemysłowego. Średnia masa mięśnia wynosiła $\pm 0,5$ kg. Tuszki wychładzano metodą owiewowo-natryskową, dzielono i odkostniało 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 część 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 × 120 mm, chłonność: 2,5 l/m²) w przezroczystych pojemnikach z polipropylenu (227 × 178 × 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 wymienionych 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 [mm]	60	80	60
Grubość poszczególnych warstw [mm]	10/50	20/60	15/5/40
Przepuszczalność:			
– tlenu [cm ³ /m ² ·24h ·0.1MPa]	70	50	14
– ditlenku węgla [cm ³ /m ² ·24h ·0.1MPa]	287	175	47
– azotu [cm ³ /m ² ·24h ·0.1MPa]	–	–	54
– pary wodnej [g/m ² ·24h]	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: the author's 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 [Krała 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 doby (w każdym z tych okresów badano 5 mięśni). Doświadczenie powtórzono pięciokrotnie.

2.1. Ocena sensoryczna

Ocena sensoryczna mięsa wykonana została przez siedmioosobowy zespół o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej; określono:

1. W odniesieniu do surowego mięsa: wygląd ogólny oraz konsystencję według 6-punktowej skali jednostek umownych [JU] (tab. 2).

Tabela 2. Kryteria sześciopunktowej skali oceny sensorycznej ud indycznych przechowywanych w modyfikowanej atmosferze

Table 2. The criteria of a six-point scale of the sensory assessment of turkey thighs stored under modified atmosphere

	Liczba punktów	Wskaźnik jakości	
		Wygląd ogólny	Konsystencja
Pożądana	6	Idealny, typowy, powierzchnia wilgotna	Tkanka mięśniowa sprężysta, zwarta
	5	Typowy, powierzchnia lekko wilgotna	Tkanka mięśniowa sprężysta, mniej zwarta
Tolerowana	4	Zauważalnie zmieniony, powierzchnia lekko obsuszona	Średnio sprężysta, po nacisku palcem odkształcenie powoli powraca do stanu wyjściowego
	3	Zauważalnie zmieniony, powierzchnia sucha lub lekko lepka	Tkanka mięśniowa po nacisku palcem odkształca się trwale
Niepożądana	2	Silnie zmieniony, powierzchnia lekko lepka	Tkanka mięśniowa rozluźniona, po nacisku palcem rozpląszcza się
	1	Całkowicie zmieniony, powierzchnia lepka, oślizgła	Tkanka mięśniowa rozluźniona po nacisku palcem łatwo rozdziela się

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Polska Norma, PN-ISO 4121:1998; Polska Norma, PN-ISO 11035:1999].

Source: the author's own study based on [Polska Norma, PN-ISO 4121:1998; Polska Norma, PN-ISO 11035:1999].

2. Wygląd opakowania przed jego otwarciem według skali 3-punktowej jednostek umownych [JU], gdzie: 1 punkt – mocno zmieniony, niepożądany, nieestetyczny wygląd całego opakowania oraz utrata przezroczystości opakowania na skutek nagromadzenia się pary wodnej na powierzchni folii wewnątrz opakowania, 2 punkty – akceptowany zmieniony wygląd opakowania, 3 punkty – pożądaný wyjściowy wygląd opakowania z widocznym produktem.

Skale opracowano na podstawie kryteriów podanych w normach PN-ISO 4121:1998 [Polska Norma, PN-ISO 4121:1998] oraz PN-ISO 11035:1999 [Polska Norma, PN-ISO 11035:1999].

2.2. Obliczenia statystyczne

Obliczenia statystyczne 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 wykorzystanie analizy wariancji jako testu parametrycznego (spełniono założenie o równości wariancji). Do zbadania istotnych różnic między wartościami średnimi zastosowano test Tukeya, na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

3. Wyniki i ich omówienie

3.1. Ocena sensoryczna wyglądu ogólnego oraz konsystencji doświadczalnych mięśni

Wygląd ogólny mięśni przed zapakowaniem określono jako pożądany, tj. typowy dla mięsa, o wilgotnej powierzchni badanych prób. W sześciopunktowej skali jednostek umownych wyglądowi ogólnemu mięśni przed zapakowaniem przyznano ocenę 5,86 JU. Wygląd ogólny prób zapakowanych w folię PA/PE oraz w pozostałe dwa rodzaje użytych materiałów opakowaniowych (PA/ARE/PE i PA/PE + AF) określono jako tolerowany, zauważalnie zmieniony, o lekko obsuszonyj powierzchni mięśni, odpowiednio po 8 i 12 dobach (tab. 3).

Po 15 dobach ocena wyglądu ogólnego doświadczalnych mięśni przechowywanych w użytych rodzajach folii istotnie się różniła. Zdecydowanie najgorszą ocenę wyglądu, tj. 2.80 JU, otrzymały mięśnie opakowane w folię PA/PE – o największym SPT i największej przenikalności pary wodnej. Wygląd tych prób określony został jako niepożądany i znacząco zmieniony, o suchej bądź lekko lepkiej powierzchni mięśni, nieakceptowany przez zespół oceniający. Wygląd prób pakowanych w folie PA/ARE/PE i PA/PE + AF był po 15 dobach przechowywania tolerowany, mimo nieznacznie obsuszonyj powierzchni mięśni. Wyższą ocenę sensoryczną wyglądu uzyskały próby zapakowane w folię PA/ARE/PE (tab. 3).

Po 8 i 12 dobach stwierdzono brak różnic w ocenie sensorycznej wyglądu ogólnego mięśni przechowywanych w foliach PA/PE + AF i PA/ARE/PE, co było prawdopodobnie skutkiem nieznacznych różnic w przepuszczalności pary wodnej tych folii (o 1,3 g/m²·24h), a nie różnicą w SPT (36 cm³/m²·24h·0.1MPa). Z kolei istotne różnice w ocenie wyglądu ogólnego mięśni zapakowanych w folie PA/PE i PA/PE + AF mogły wynikać z różnicy w przepuszczalności pary wodnej (o 7,3 g/m²·24h).

Konsystencję mięśni przed zapakowaniem określono jako pożądaną i charakterystyczną i oceniono ją na 5,93 JU w sześciopunktowej skali jednostek umownych.

Tabela 3. Średnia (\pm odchylenie standardowe) oceny sensorycznej [JU] mięśni udowych indyków pakowanych w MA i przechowywanych w temp. 1°C przez 15 dób**Table 3.** Mean value (\pm standard deviation) of sensory evaluation [JU] of turkey thigh muscles packed under modified atmosphere and stored at 1°C for up to 15 days

	Rodzaj folii	Okres przechowywania (doby)				
		0*	4	8	12	15
Wygląd ogólny						
	PA/PE	5.86 ^A \pm 0.34	5.64 ^A \pm 0.50	4.86 ^{Bb} \pm 0.35	4.19 ^{Cb} \pm 0.33	2.80 ^{Dc} \pm 0.17
	PA/PE+ AF	5.86 ^A \pm 0.34	5.67 ^A \pm 0.40	5.39 ^{Aa} \pm 0.46	4.59 ^{Ba} \pm 0.37	4.15 ^{Cb} \pm 0.28
	PA/ARE/PE	5.86 ^A \pm 0.34	5.66 ^A \pm 0.51	5.40 ^{Aa} \pm 0.40	4.80 ^{Ba} \pm 0.44	4.71 ^{Ba} \pm 0.36
Konsystencja						
	PA/PE	5.93 ^A \pm 0.25	5.73 ^A \pm 0.46	5.07 ^B \pm 0.30	4.38 ^{Cb} \pm 0.39	3.87 ^{Db} \pm 0.24
	PA/PE+ AF	5.93 ^A \pm 0.25	5.81 ^A \pm 0.40	5.11 ^B \pm 0.25	5.00 ^{Ba} \pm 0.20	4.42 ^{Ca} \pm 0.29
	PA/ARE/PE	5.93 ^A \pm 0.25	5.74 ^A \pm 0.44	5.37 ^B \pm 0.27	5.03 ^{Ba} \pm 0.34	4.38 ^{Ca} \pm 0.30
Wygląd opakowania przed otwarciem	PA/PE	-	3,0 ^A \pm 00	2,0 ^{Bb} \pm 00	2,0 ^{Bb} \pm 00	1,0 ^{Cc} \pm 00
	PA/PE+ AF	-	3,0 ^A \pm 00	3,0 ^{Aa} \pm 00	3,0 ^{Aa} \pm 00	3,0 ^{Bb} \pm 00
	PA/ARE/PE	-	3,0 ^A \pm 00	3,0 ^{Aa} \pm 00	3,0 ^{Aa} \pm 00	2,0 ^{Aa} \pm 00

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: tauthors' own study.

Tkanka mięśniowa była zwarta, po ustąpieniu nacisku palcem bezzwłocznie powracała do stanu wyjściowego i cechowała się dużą sprężystością. Po 8 dobach zaobserwowano istotne zmiany w konsystencji mięśni przechowywanych we wszystkich rodzajach folii (tab. 3). Tkankę mięśniową określono jako sprężystą, ale mniej zwartą. Zmiany te spowodowane były najprawdopodobniej produktami metabolizmu mikroorganizmów. Po 8 dobach przechowywania materiału doświadczalnego zapakowanego we wszystkie rodzaje materiałów opakowaniowych stwierdzono istotny wzrost ogólnej liczby bakterii oraz liczby bakterii z rodzaju *Lactobacillus* i z rodziny *Enterobacteriaceae* [Orkus, Wołoszyn, Okruszek 2012].

Wpływ rodzaju zastosowanego materiału opakowaniowego na ocenę sensoryczną konsystencji mięśni zaobserwowano po 12 dobach przechowywania materiału doświadczalnego. Począwszy od 12 do 15 doby przechowywania, próbom zapakowanym w folię o największym SPT i największej przenikalności pary wodnej (PA/

PE) przyznano, w porównaniu z pozostałymi foliami, najniższą ocenę sensoryczną konsystencji (tab. 3). Po 12 dobie przechowywania prób pakowanych w folię PA/PE oraz po 15 dobie dla mięśni przechowywanych w folii PA/PE + AF i PA/ARE/PE konsystencję określono jako tolerowaną, średnio sprężystą. Po ustąpieniu nacisku palcem powstałe odkształcenie tkanki mięśniowej powoli powracało do stanu wyjściowego. Po 15 dobach konsystencja prób przechowywanych w folii PA/PE była nadal tolerowana, ale tkanka mięśniowa pod wpływem nacisku trwale się odkształcała. Powyższe wyniki wskazują, że pożądana konsystencja była najkrótsza w mięśniach przechowywanych w folii o najmniejszej barierowości.

Brak różnic w ocenie sensorycznej konsystencji prób przechowywanych w folii PA/PE + AF i PA/ARE/PE, stwierdzony po 12 i 15 dobach przechowywania, mógł być spowodowany małymi różnicami ($1,3 \text{ g/m}^2 \cdot 24\text{h}$) w przepuszczalności pary wodnej tych folii, ponieważ różnica w SPT wynosiła $36 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0,1\text{MPa}$. Z kolei istotne różnice w ocenie konsystencji mięśni pakowanych w folie PA/PE i PA/PE + AF mogły być skutkiem różnicy w przepuszczalności pary wodnej ($7,3 \text{ g/m}^2 \cdot 24\text{h}$).

Przy ocenie sensorycznej konsystencji i wyglądu ogólnego należy brać pod uwagę zarówno stopień przenikalności tlenu, jak i pary wodnej.

3.2. Ocena sensoryczna wyglądu opakowania przed jego otwarciem

Wygląd opakowania z mięśniami udowymi przechowywanymi w folii PA/PE + AF z warstwą przeciwmgielną nie zmieniał się podczas przechowywania (tab. 3). Warstwa przeciwmgielna skutecznie chroniła opakowanie przed kondensowaniem się pary wodnej na wewnętrznej powierzchni tworzywa opakowaniowego, zapewniając towaroznawczo atrakcyjny i pożądaną wygląd opakowania oraz dobry widok zapakowanego produktu.

Zmiany w wyglądzie opakowania z mięśniami przechowywanymi w folii PA/ARE/PE odnotowano dopiero po 15 dobach. Skraplająca się para wodna na wewnętrznej powierzchni opakowania spowodowała zmniejszenie oceny sensorycznej wyglądu opakowania z 3 do 2 JU. Zapakowane mięśnie były widoczne i wygląd opakowania z wsadem był akceptowany przez zespół oceniający.

Wygląd opakowania z mięśniami pakowanymi w folii PA/PE zmienił się po 8 dobie przechowywania (tab. 3). Począwszy od 8 do 15 doby, obserwowano skraplanie się pary wodnej na wewnętrznej powierzchni folii zamkniętego opakowania, co powodowało stopniową utratę jego przezroczystości. Skutkowało to zmniejszeniem oceny sensorycznej wyglądu opakowania z 3 JU po 4 dobach do 1 JU po 15 dobach przechowywania. Po 15 dobach wygląd opakowania z przechowywanymi mięśniami był już znacznie towaroznawczo niekorzystnie zmieniony i tym samym uznany za niepożądany. Uzyskane wyniki wskazują, że wygląd opakowań z użyciem folii PA/PE był akceptowany tylko do 12 doby przechowywania.

Różnice w wyglądzie opakowań, w zależności od rodzaju użytej folii, wynikały z zastosowania warstwy przeciwmgielnej oraz ze stopnia przepuszczalności pary

wodnej. Użycie tej warstwy w połączeniu z najmniejszą przepuszczalnością pary wodnej folii skutkowało niezmiennym wyglądem opakowania do 15 doby przechowywania, podczas gdy wygląd opakowania z użyciem folii PA/PE, tj. o największej przepuszczalności pary, był akceptowany jedynie do 12 doby przechowywania.

4. Podsumowanie

Stwierdzono, że różnice w stopniu przenikalności tlenu (SPT) przez folie opakowaniowe w przedziale $20 \div 56 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ i różnice w przepuszczalności pary wodnej, wynoszące $1,3 \div 7,3 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$, wpływały istotnie na ocenę sensoryczną: wyglądu ogólnego i konsystencji doświadczalnych mięśni, oraz na wygląd opakowania przed jego otwarciem.

Wyniki dotyczące oceny sensorycznej wyglądu ogólnego, konsystencji mięśni oraz wyglądu opakowania przed otwarciem wskazują, iż okres przechowywania prób w folii PA/PE, tj. o najmniejszej barierowości, powinien być nie dłuższy niż 12 dób, natomiast w folii PA/PE + AF i PA/ARE/PE – nie dłuższy niż 15 dób.

Literatura

- Acton J.C., Stephens C., Shaver V.A., Dawson P.L., *Packaging of fresh meat and meat products*, XVIII Europ. Symposium on the Quality of Poultry Meat, 2007, 2-5 September, Prague, s. 142-146.
- Alvarez I., De La Fuente J., Cañeque V., Lauzurica S., Perez C., Diaz M.T., *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" 2009, 57 (1), s. 140-146.
- Anonim, *Anti-fog masterbatches for food packaging*, "Plastics Additives and Compounding, Applications", November/December 2004, s. 14.
- Czerniawski B., Michniewicz J., *Opakowania żywności*, Wydawnictwo Agro Food Techn., Czeladź 1998.
- Economou T., Pournis N., Ntzimani A., Savvaidis I.N., *Nisin-EDTA treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf-life*, "Food Chemistry" 2009, 114 (4), s. 1470-1476.
- Hasapidou A., Savvaidis I.N., *The effects of modified atmosphere packaging, EDTA and oregano oil on the quality of chicken liver meat*, "Food Research International" 2011, 44 (9), s. 2751-2756.
- Krala L., *Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości chłodzonego mięsa kurcząt*, Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, 1999, 814, Z. 255, s. 57, 75.
- Krala L., *Pakowanie mięsa i przetworów w modyfikowanej atmosferze. Wszystko o opakowaniach i systemach pakowania*, „Ogólnopolski Informator Masarski” 2003, lipiec, s. 11-12, 14-15, 17-18, 20-21.
- Krala L., *Wpływ resztkowej zawartości tlenu w kontrolowanej atmosferze na właściwości przechowywanych tuszek kurcząt*, „Przemysł Spożywczy” 2002, 56 (6), s. 19-21, 27.
- Luciano G., Moloney A.P., Priolo A., Röhrle F.T., Vasta V., Biondi L., Lopez-Andres P., Grasso S., Monahan F.J., *Vitamin E and polyunsaturated fatty acids in bovine muscle and the oxidative stability of beef from cattle receiving grass or concentrate-based rations*, "Journal of Animal Science" 2011, 89, s. 3759-3768.

- McMillin K., *Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat*, "Meat Science" 2008, 80 (1), s. 43-65.
- Orkusz A., *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” 2013, nr 2 (9), s. 85-93.
- Orkusz A., *Wpływ przenikania tlenu przez opakowanie na właściwości mięsa ze szczególnym uwzględnieniem mięsa drobiowego – praca przeglądowa*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, „Nauki Inżynierskie i Technologie”, 2010, nr 2, s. 46-55.
- Orkusz A., Wołoszyn J., Okruszek A., *Influence of packaging materials on microbiological quality and odour of turkey thigh muscles packaged under modified atmosphere*, "Archiv Fur Geflügelkunde" 2012, 76, 3, s. 208-213.
- Petterson M.K., Mielnik M.B., Eie T., Skrede G., Nilsson A., *Lipid oxidation in frozen, mechanically deboned turkey meat as affected by packaging parameters and storage conditions*, "Poultry Science" 2004, 83, s. 1240-1248.
- Pikul J., *Pakowanie i przechowywanie żywności w modyfikowanej atmosferze*, „Chłodnictwo” 2005, 35 (9), s. 66-70.
- Polska Norma, PN-ISO 4121:1998, *Analiza sensoryczna, Metodologia*.
- Polska Norma, PN-ISO 11035:1999, *Analiza sensoryczna. Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalenia profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych*.
- Veberg A., Sorheim O., Moan J., Iani V., Juzenas P., Nilsen A.N., Wold J.P., *Measurement of lipid oxidation and porphyrins in high oxygen modified atmosphere and vacuum-packed minced turkey and pork meat by fluorescence spectra and images*, "Meat Science" 2006, 73, s. 511-520.

THE INFLUENCE OF PACKAGING MATERIAL OF TURKEY CULINARY THIGH MUSCLES PACKAGED UNDER MODIFIED ATMOSPHERE ON THEIR SENSORY CHARACTERISTICS

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 sensory characteristics (general appearance, consistency and outward appearance of wrapping before its opening) of turkey thigh muscles packed in a modified atmosphere consisting of 75% CO₂, 20% N₂, 5% O₂ and stored at +1°C for: 4, 8, 12, 15 days. General appearance and consistency of experimental muscles packaged in all types of used wrappings deteriorated with storage up to the 15th day. At the end of storage general appearance of samples packed in PA/PE bags were recognized as undesirable, while the samples packed in PA/PE + AF and PA/ARE/PE bags as tolerated. Turkey thigh muscles paked in pouches with an antifog layer had the best outward appearance of wrapping before its opening during storage.

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