

**Agnieszka Orkusz**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
agnieszka.orkusz@ue.wroc.pl

---

## WPŁYW BARIEROWOŚCI OPAKOWANIA SUROWYCH MIĘŚNI UDOWYCH INDYKÓW PAKOWANYCH W MODYFIKOWANEJ ATMOSFERZE NA ICH CECHY SENSORYCZNE PO OBRÓBCE TERMICZNEJ

---

**Streszczenie:** Celem pracy było zbadanie wpływu materiału opakowaniowego (PA/PE, PA/PE+AF, PA/ARE/PE) o różnej barierowości na cechy sensoryczne mięśni udowych indyków pakowanych w modyfikowanej atmosferze o składzie: 75% CO<sub>2</sub>, 20% N<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub> i przechowywanych w warunkach chłodniczych w temperaturze +1°C. Nie stwierdzono wpływu barierowości opakowania na: wyróżniki sensoryczne (intensywność zapachu i smaku, kruchość, soczystość, spoistość, sprężystość, żuwalność, ocenę ogólną), składowe profilu tekstury (twardość, gumowatość, żuwalność, spoistość, sprężystość) i siłę cięcia pieczonych mięśni.

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

### 1. Wstęp

Do cech sensorycznych określających jakość mięsa należy: wygląd zewnętrzny, tekstura, soczystość i smakowitość. Podstawowym wyróżnikiem tekstury mięsa jest w ocenie konsumentów przede wszystkim kruchość [Wołoszyn 2002; Klimczak, Irzyniec 2004]. Konsumenti poszukują bowiem mięsa delikatnego i smakowitego. Kruchość mięsa subiektywnie oznacza się jako wysiłek włożony przez zęby w celu penetracji i żucia tkanki mięśniowej. Tę cechę można oznaczyć również obiektywnie, przez instrumentalny pomiar siły potrzebnej do przecięcia próby.

W celu wydłużenia okresu przydatności do spożycia z zachowaniem pożądanego wyglądu przechowywanego mięsa stosuje się m.in. pakowanie w modyfikowanej atmosferze (MA). Polega ono na zastąpieniu w opakowaniu powietrza mieszaniną gazów, głównie: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> i O<sub>2</sub> [Krala 1999; Pikul 2000; Veberg i in. 2006; Acton i in. 2007; McMillin 2008]. Pakowanie mięsa, w tym mięsa drobiowego w modyfikowanej atmosferze, może być skuteczne tylko pod warunkiem utrzymania właściwego składu atmosfery w opakowaniu, a to wymaga, aby opakowanie było wykonane z 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. Barrierowość materiału opakowaniowego określa się stopniem przenikalności tlenu (SPT), ditlenku węgla, azotu i pary wodnej (na ogół przenikalność CO<sub>2</sub> 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-polietylenowe (PA/PE) [Pettersen i in. 2004; Economou i in. 2009; Hasapidou, Savvaidis 2011]. Aby zwiększyć barrierowość laminatów, stosuje się m.in.: kopolimery etylenu z alkoholem winylowym, polichlorek winylidenu, żywice poliamidowe, amorficzne poliamidy [Czerniawski, Michniewicz 1998]. W celu zabezpieczenia przed gromadzeniem się pary wodnej wewnątrz opakowania oraz umożliwienia dobrej widoczności zapakowanego produktu stosuje się warstwę anti-fog, określaną również jako warstwa antyroszeniowa [*Anti-fog...* 2004]. Powszechnie stosowanym przez zakłady przetwórcze laminatem do pakowania mięsa i jego przetworów w modyfikowanej atmosferze jest laminat poliamidowo-polietylenowy (PA/PE) o przenikalności tlenu wynoszącej do 100 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> · 24 h · 0,1 MPa.

W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących oddziaływania stopnia przenikania pary wodnej 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 ciepły, 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 [2010].

Brak jest danych dotyczących wpływu barrierowości opakowania surowych mięśni udowych indorów pakowanych w MA na cechy sensoryczne mięśni po ich upieczeniu.

Celem pracy było więc zbadanie wpływu materiału opakowaniowego o różnej barrierowości na cechy sensoryczne mięśni udowych indyków przechowywanych w modyfikowanej atmosferze w temperaturze +1°C.

Praca stanowi część większej całości, zawierającej m.in.: badania mikrobiologiczne (ogólna liczba bakterii tlenowych, liczba bakterii fermentacji mlekowej z rodzaju *Lactobacillus*, liczba bakterii z rodzaju *Pseudomonas* oraz z rodziny *Enterobacteriace*), oznaczenia fizyczne: parametry barwy, kwasowość czynną, wodochłonność, wyciek swobodny, wyciek ciepły, straty masy podczas pieczenia; oznaczenia chemiczne: ogólną zawartość barwników hemowych, zawartość mioglobiny, oksymioglobiny i metmioglobiny oraz zawartość wtórnych produktów utleniania lipidów.

## 2. Materiały i metody badawcze

Materiał do badań stanowiły mięśnie udowe (bez skóry i kości) 18-tygodniowych indorów, pochodzące z uboju przemysłowego. Średnia masa mięśnia wynosiła ± 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 część pakowano. Czas od momentu uboju indyków do rozpoczęcia przechowywania i wykonania badań wynosił około 24 godz. Próby przeznaczone do pakowania umieszczano na wkładkach absorpcyjnych (160 × 120 mm, chłonność 2,5 l/m<sup>2</sup>) 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 antifog (PA/PE+AF) oraz PA/PE z warstwą poliamidu amorficznego zwiększającą barierowość (PA/ARE/PE).

Parametry techniczne ww. folii przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Parametry techniczne folii użytych do pakowania mięśni udowych indyków

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 <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> · 24 h · 0,1 MPa]	70	50	14
– ditlenku węgla [cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> · 24 h · 0,1 MPa]	287	175	47
– azotu [cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> · 24 h · 0,1 MPa]	-	-	54
– pary wodnej [g/m <sup>2</sup> · 24 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 3 różnych producentów.

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

W prowadzonych badaniach zastosowano MA o składzie 75% CO<sub>2</sub>, 20% N<sub>2</sub> i 5% O<sub>2</sub>, zalecanym do przechowywania mięsa kurcząt – tuszek całych lub porcjowanymi [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 temperaturze +1°C, w chłodziarce wyposażonej w automatyczną regulację temperatury. Badano mięśnie: po 24 godzinach od uboju (próba odniesienia) oraz pakowane w MA i przechowywane przez 4, 8, 12, 15 dni (w każdym z podanych okresów badano 5 sztuk mięśni). Doświadczenie powtórzono pięciokrotnie.

Po otwarciu opakowania z mięśniami przechowywanymi w MA próby pieczono w piekarniku elektrycznym w temperaturze ok. 180°C. Pieczenie trwało do momentu uzyskania w centrum próby temperatury 85°C. Po ostudzeniu mięśni określono profile tekstury metodą sensoryczną i instrumentalną oraz siłę cięcia.

**A. Ocena sensoryczna** mięsa pieczonego wykonana została przez zespół siedmioosobowy o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej, określono: ocenę ogólną, natężenie smaku i zapachu oraz profil tekstury (kruchość, soczystość, spoistość, sprężystość, żuwalność). Natężenie poszczególnych cech określono według 10-punktowej skali jednostek umownych [JU] metodą profilowania (tab. 2). Skale opracowano w oparciu o kryteria podane w normie PN-ISO 4121:1998 [Polska Norma 1998] oraz PN-ISO 11035:1999 [Polska Norma 1999].

**Tabela 2.** Wyróżniki zastosowane do sensorycznej oceny pieczonych mięśni udowych indyków

Nr	Wyróżnik sensoryczny	Natężenie cechy [JU] (określenia brzegowe)	
		0 (minimalne natężenie cechy)	10 (maksymalne natężenie cechy)
1.	zapach i smak pieczonego mięsa indyczego	niewyczuwalny	bardzo intensywny, typowy
2.	kruchość	twardy	bardzo kruchy
3.	soczystość	suchy	bardzo soczysty
4.	spoistość	rozpadający się	spoisty
5.	sprężystość	dający się łatwo przegryźć	bardzo sprężysty, łykowany
6.	żuwalność	mała	bardzo duża
7.	ocena ogólna	bardzo zła	bardzo dobra

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Polska Norma 1998; Polska Norma 1999].

**B. Profil tekstury i siła cięcia** wyznaczono za pomocą aparatu Instron, model 5543. Próby do oznaczeń w kształcie walca o wysokości 1,0 cm i średnicy pola podstawy 1,27 cm wycięto z pieczonych mięśni za pomocą noża rurkowego i pierścienia dystansowego.

Siłę cięcia oznaczono przy użyciu noża tnącego (siła skierowana poprzecznie do włókien), prędkość przesuwu noża ustalono na 50 mm/min wyrażono w newtonach [N].

W celu wyznaczenia profilu tekstury próby poddano dwukrotnemu ścisnaniu do 70% deformacji. Czas relaksacji wynosił 50 s. Prędkość przesuwu głowicy ustalono na 50 mm/min [Bourne, Comstock 1981; Tyszkiewicz (red.) 1990]. Składowe profilu tekstury wyliczono z teksturogramu wg metod, które podali Tyszkiewicz [1990] i Marsili [1993].

**C. Wyniki badań poddano analizie statystycznej**, wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Wyliczono średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe.

Istotność różnic między wartościami średnimi poszczególnych wyróżników szacowano za pomocą testu wielokrotnych porównań opartym na studentyzowanym rozstępie – testu Tukeya (na poziomie istotności  $p \leq 0,05$ ). Obliczenia wykonano przy użyciu programu Statistica, wersja 7.1 (Statsoft Inc., USA).

### 3. Wyniki i ich omówienie

Niezbędny element oceny jakości mięsa stanowi ocena jego właściwości sensorycznych, zwłaszcza że konsumenci poszukują mięsa delikatnego. Podstawową właściwością oceny jakości wyrobu jest tekstura, a głównym jej wyróżnikiem – kruchość. Dlatego też w niniejszej pracy określono profile tekstury metodą zarówno sensoryczną, jak i instrumentalną oraz siłę cięcia.

#### 3.1. Ocena sensoryczna

Nie wykazano istotnych różnic spowodowanych rodzajem zastosowanej folii (PA/PE, PA/PE+AF, PA/ARE/PE) ani czasem przechowywania (15 dni) we wszystkich wyróżnikach sensorycznych, tj.: intensywności zapachu i smaku, kruchości, soczystości, spoistości, sprężystości, żuwalności, ocenie ogólnej (tab. 3).

**Tabela 3.** Średnia ( $\pm$  odchylenie standardowe) z oceny sensorycznej [JU] pieczonych mięśni udowych indyków pakowanych w MA i przechowywanych w temp. +1°C przez 15 dni

Wyróżnik sensoryczny	Rodzaj folii	Okres przechowywania (liczba dni)				
		0*	4	8	12	15
1	2	3	4	5	6	7
Zapach i smak						
	PA/PE	8,61 $\pm$ 0,70	8,38 $\pm$ 0,74	8,17 $\pm$ 0,40	7,89 $\pm$ 0,70	7,78 $\pm$ 0,50
	PA/PE+ AF	8,61 $\pm$ 0,70	8,42 $\pm$ 0,76	8,20 $\pm$ 0,70	7,97 $\pm$ 0,54	7,89 $\pm$ 0,51
	PA/ARE/PE	8,61 $\pm$ 0,70	8,53 $\pm$ 0,51	8,24 $\pm$ 0,64	8,01 $\pm$ 0,67	7,96 $\pm$ 0,77
Kruchość						
	PA/PE	8,01 $\pm$ 0,73	8,23 $\pm$ 0,48	8,29 $\pm$ 0,80	8,23 $\pm$ 0,65	8,20 $\pm$ 0,46
	PA/PE+ AF	8,01 $\pm$ 0,73	8,29 $\pm$ 0,60	8,31 $\pm$ 0,55	8,36 $\pm$ 0,71	8,38 $\pm$ 0,50
	PA/ARE/PE	8,01 $\pm$ 0,73	8,30 $\pm$ 0,54	8,31 $\pm$ 0,47	8,40 $\pm$ 0,58	8,47 $\pm$ 0,78
Soczystość						
	PA/PE	8,67 $\pm$ 0,78	8,07 $\pm$ 0,60	8,03 $\pm$ 0,73	7,79 $\pm$ 0,64	7,71 $\pm$ 0,56
	PA/PE+ AF	8,67 $\pm$ 0,78	8,15 $\pm$ 0,79	8,13 $\pm$ 0,68	7,94 $\pm$ 0,61	7,90 $\pm$ 0,62
	PA/ARE/PE	8,67 $\pm$ 0,78	8,32 $\pm$ 0,75	8,28 $\pm$ 0,69	8,10 $\pm$ 0,63	8,10 $\pm$ 0,66
Spoistość						
	PA/PE	7,90 $\pm$ 0,68	7,71 $\pm$ 0,66	7,68 $\pm$ 0,72	7,39 $\pm$ 0,66	7,39 $\pm$ 0,61
	PA/PE+ AF	7,90 $\pm$ 0,68	7,62 $\pm$ 0,69	7,57 $\pm$ 0,74	7,33 $\pm$ 0,67	7,39 $\pm$ 0,77
	PA/ARE/PE	7,90 $\pm$ 0,68	7,70 $\pm$ 0,65	7,67 $\pm$ 0,69	7,29 $\pm$ 0,67	7,28 $\pm$ 0,69
Sprężystość						
	PA/PE	5,69 $\pm$ 0,42	5,68 $\pm$ 0,53	5,69 $\pm$ 0,48	5,65 $\pm$ 0,55	5,61 $\pm$ 0,48
	PA/PE+ AF	5,69 $\pm$ 0,42	5,65 $\pm$ 0,44	5,63 $\pm$ 0,53	5,60 $\pm$ 0,47	5,52 $\pm$ 0,47
	PA/ARE/PE	5,69 $\pm$ 0,42	5,24 $\pm$ 0,47	5,28 $\pm$ 0,48	5,13 $\pm$ 0,49	5,08 $\pm$ 0,51

Tabela 3, cd.

1	2	3	4	5	6	7
Żuwalność						
	PA/PE	3,88 ± 0,24	3,84 ± 0,24	3,83 ± 0,29	3,78 ± 0,30	3,73 ± 0,24
	PA/PE+ AF	3,88 ± 0,24	3,74 ± 0,23	3,80 ± 0,29	3,70 ± 0,25	3,66 ± 0,23
	PA/ARE/PE	3,88 ± 0,24	3,60 ± 0,21	3,58 ± 0,27	3,60 ± 0,21	3,53 ± 0,29
Ocena ogólna						
	PA/PE	8,45 ± 0,76	8,21 ± 0,63	8,16 ± 0,67	7,94 ± 0,61	7,92 ± 0,64
	PA/PE+ AF	8,45 ± 0,58	8,25 ± 0,65	8,20 ± 0,65	8,06 ± 0,73	8,06 ± 0,75
	PA/ARE/PE	8,45 ± 0,64	8,32 ± 0,66	8,27 ± 0,70	8,34 ± 0,59	8,32 ± 1,29

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

Brak istotnych różnic przy  $p \leq 0,05$  ze względu na rodzaj folii i czas przechowywania dla wszystkich analizowanych wyróżników sensorycznych.

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki badań własnych są zgodne z wynikami innych badaczy [Montgomery i in. 2003; Beggan i in. 2004]. Montgomery i in. [2003] nie stwierdzili różnic w ocenie sensorycznej kruchości, soczystości, smaku i zapachu gotowanej wołowiny, przechowywanej w opakowaniach o SPT równym  $10$  i  $37 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$ . Również Beggan i in. [2004] nie zaobserwowali wpływu SPT opakowania na sensoryczną ocenę kruchości, żuwalności i ocenę ogólną wołowiny przechowywanej w opakowaniach różniących się SPT ( $15$ ,  $15 +$  perforacja,  $30$   $800 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$ ). Z kolei Clausen [2004], badając wołowinę pakowaną próżniowo (duża porcja – SPT folii  $4 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$  i w postaci steków o grubości  $2 \text{ cm}$  – SPT folii  $2 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$ ), odnotowała wyższą sensoryczną ocenę kruchości mięsa pakowanego w folii o SPT równym  $4 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$ . Autorka podkreślała jednak, iż na wynik ten mógł mieć wpływ nie tylko różny SPT folii, ale również forma mięsa (cały kawałek, steki) użyta do pakowania. Jednocześnie autorka odnotowała brak różnic w sensorycznej ocenie soczystości mięsa wołowego ze względu na różny SPT opakowania.

### 3.2. Profil tekstury określony metodą instrumentalną i siłą cięcia

Podczas przechowywania mięśni w modyfikowanej atmosferze we wszystkich rodzajach folii zaobserwowano zmiany twardości, gumowatości, żuwalności i siły cięcia badanych prób.

Istotne obniżenie wartości twardości, gumowatości i żuwalności mięsa odnotowano jedynie w 4 dniu przechowywania mięśni udowych indyków pakowanych we wszystkie rodzaje folii. Dłuższy czas przechowywania nie powodował istotnych zmian wartości tych parametrów (tab. 4).

**Tabela 4.** Średnia ( $\pm$  odchylenie standardowe) z instrumentalnej oceny pieczonych mięśni udowych indyków pakowanych w MA i przechowywanych w temp.  $+1^{\circ}\text{C}$  przez 15 dni.

Parametr	Rodzaj folii	Okres przechowywania (liczba dni)				
		0*	4	8	12	15
Twardość (N)						
	PA/PE	70,52 <sup>A</sup> $\pm$ 3,95	65,00 <sup>B</sup> $\pm$ 2,71	62,52 <sup>B</sup> $\pm$ 2,66	62,18 <sup>B</sup> $\pm$ 2,04	63,82 <sup>B</sup> $\pm$ 2,33
	PA/PE+ AF	70,52 <sup>A</sup> $\pm$ 3,95	64,30 <sup>B</sup> $\pm$ 2,88	62,03 <sup>B</sup> $\pm$ 2,75	62,08 <sup>B</sup> $\pm$ 2,15	62,07 <sup>B</sup> $\pm$ 2,33
	PA/ARE/PE	70,52 <sup>A</sup> $\pm$ 3,95	63,48 <sup>B</sup> $\pm$ 2,52	62,02 <sup>B</sup> $\pm$ 2,65	62,04 <sup>B</sup> $\pm$ 2,68	61,86 <sup>B</sup> $\pm$ 2,30
Gumowatość (N)						
	PA/PE	25,45 <sup>A</sup> $\pm$ 1,88	23,28 <sup>B</sup> $\pm$ 1,36	21,92 <sup>B</sup> $\pm$ 1,35	22,63 <sup>B</sup> $\pm$ 1,31	22,29 <sup>B</sup> $\pm$ 1,36
	PA/PE+ AF	25,45 <sup>A</sup> $\pm$ 1,88	23,11 <sup>B</sup> $\pm$ 1,37	21,71 <sup>B</sup> $\pm$ 1,56	22,02 <sup>B</sup> $\pm$ 1,22	21,77 <sup>B</sup> $\pm$ 1,08
	PA/ARE/PE	25,45 <sup>A</sup> $\pm$ 1,88	22,24 <sup>B</sup> $\pm$ 1,59	21,60 <sup>B</sup> $\pm$ 1,47	21,68 <sup>B</sup> $\pm$ 1,40	21,67 <sup>B</sup> $\pm$ 1,42
Spoistość						
	PA/PE	0,36 $\pm$ 0,04	0,35 $\pm$ 0,03	0,36 $\pm$ 0,02	0,34 $\pm$ 0,02	0,35 $\pm$ 0,03
	PA/PE+ AF	0,36 $\pm$ 0,04	0,35 $\pm$ 0,02	0,36 $\pm$ 0,03	0,34 $\pm$ 0,01	0,34 $\pm$ 0,02
	PA/ARE/PE	0,36 $\pm$ 0,04	0,36 $\pm$ 0,02	0,35 $\pm$ 0,03	0,34 $\pm$ 0,03	0,34 $\pm$ 0,01
Żuwalność (J)						
	PA/PE	17,79 <sup>A</sup> $\pm$ 1,12	15,25 <sup>B</sup> $\pm$ 1,10	15,14 <sup>B</sup> $\pm$ 1,29	15,22 <sup>B</sup> $\pm$ 1,19	15,07 <sup>B</sup> $\pm$ 1,39
	PA/PE+ AF	17,79 <sup>A</sup> $\pm$ 1,12	15,23 <sup>B</sup> $\pm$ 1,24	15,04 <sup>B</sup> $\pm$ 1,38	15,18 <sup>B</sup> $\pm$ 1,15	15,06 <sup>B</sup> $\pm$ 1,03
	PA/ARE/PE	17,79 <sup>A</sup> $\pm$ 1,12	15,02 <sup>B</sup> $\pm$ 1,17	15,01 <sup>B</sup> $\pm$ 1,39	15,03 <sup>B</sup> $\pm$ 1,13	14,94 <sup>B</sup> $\pm$ 1,27
Sprężystość						
	PA/PE	0,70 $\pm$ 0,05	0,70 $\pm$ 0,03	0,70 $\pm$ 0,04	0,68 $\pm$ 0,03	0,70 $\pm$ 0,04
	PA/PE+ AF	0,70 $\pm$ 0,05	0,68 $\pm$ 0,03	0,68 $\pm$ 0,04	0,70 $\pm$ 0,03	0,67 $\pm$ 0,04
	PA/ARE/PE	0,70 $\pm$ 0,05	0,68 $\pm$ 0,04	0,69 $\pm$ 0,03	0,69 $\pm$ 0,04	0,69 $\pm$ 0,04
Siła cięcia (N)						
	PA/PE	45,92 <sup>A</sup> $\pm$ 2,25	29,53 <sup>B</sup> $\pm$ 2,51	28,77 <sup>B</sup> $\pm$ 1,93	26,50 <sup>B</sup> $\pm$ 2,17	24,05 <sup>C</sup> $\pm$ 1,89
	PA/PE+ AF	45,92 <sup>A</sup> $\pm$ 2,25	28,85 <sup>B</sup> $\pm$ 2,18	27,71 <sup>B</sup> $\pm$ 2,07	26,50 <sup>B</sup> $\pm$ 2,51	23,63 <sup>C</sup> $\pm$ 2,09
	PA/ARE/PE	45,92 <sup>A</sup> $\pm$ 2,25	28,67 <sup>B</sup> $\pm$ 2,39	26,93 <sup>B</sup> $\pm$ 1,72	26,10 <sup>B</sup> $\pm$ 1,50	23,35 <sup>C</sup> $\pm$ 1,89

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

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

Źródło: opracowanie własne.

Istotne różnice wartości siły cięcia prób pakowanych we wszystkie rodzaje folii, w porównaniu z mięśniami niepakowanymi, odnotowano w 4 (o 35,69  $\div$  37,57%) i 15 dniu (o 47,63  $\div$  49,15%). W 8 i 12 dniu wartość siły cięcia wolno malała, lecz nie różniła się istotnie od wartości oznaczonej w 4 dniu przechowywania mięśni (tab. 4).

Analiza wyników twardości i siły cięcia prób pakowanych we wszystkie rodzaje folii wskazuje, iż w trakcie przechowywania mięśni w MA w warunkach chłodniczych przebiegał proces kruszenia, głównie do 4 dnia przechowywania (tab. 4).

Niestwierdzenie zmian kruchości oznaczonych metodą sensoryczną i wykazanie istotnego wpływu czasu przechowywania na wartość tej składowej tekstury mięśni

mogło wynikać z faktu, że zmniejszające się wartości siły cięcia były za małe, by można je było wyczuć w sensorycznej ocenie kruchości, i/lub też z tego, że wyniki pomiarów instrumentalnych odnoszą się do bodźców chemicznych lub fizycznych wywołujących wrażenie, podczas gdy wyniki analizy sensorycznej informują o wrażeniach, jakie te bodźce wywołują [Wołoszyn 2002; Skrabka-Błotnicka i in. 2002].

Również gumowatość i żuwalność podlegały korzystnym zmianom podczas przechowywania, na co wskazują ich obniżone wartości (tab. 4).

Czas przechowywania nie wpływał na zmiany spoistości oraz sprężystości pieczonych mięśni. Spoistość i sprężystość w próbach pakowanych we wszystkie rodzaje folii wynosiła odpowiednio:  $0,34 \div 0,36$ ;  $0,68 \div 0,70$ .

#### 4. Podsumowanie

Nie stwierdzono wpływu barierowości opakowania surowych mięśni udowych indyków pakowanych w modyfikowanej atmosferze na ich cechy sensoryczne po obróbce termicznej. Zaobserwowano, iż różnice w SPT w granicach  $20 \div 56 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$  i różnice w przepuszczalności pary wodnej wynoszące  $1,3 \div 7,3 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h}$  nie wpływały istotnie na: wyróżniki sensoryczne (intensywność zapachu i smaku, kruchość, soczystość, spoistość, sprężystość, żuwalność, ocenę ogólną), składowe profilu tekstury (twardość, gumowatość, żuwalność, spoistość, sprężystość) i siłę cięcia pieczonych mięśni indyków.

#### Literatura

- Acton J.C., Stephens C., Shaver V.A., Dawson P.L., *Packaging of fresh meat and meat products*, XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat, 2007, 2-5 September, Prague, s. 142-146.
- Anti-fog masterbatches for food packaging*, Plastics Additives and Compounding, Applications, November/December 2004, s. 14.
- Beggan M., Allen P., Butler F., *Shelf-life of retail beef muscles following storage in a low oxygen environment*, „Journal of Muscle Foods” 2004, no. 15, s. 269-285.
- Bourne M.C., Comstock S.H., *Effect of degree of compression on texture profile parameters*, „Journal of Texture Studies” 1981, no. 12 (2), s. 201-216.
- Clausen I., *Sensory evaluation of beef loin steaks stored in different atmospheres*, 50<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology, Helsinki 2004.
- Czerniawski B., Michniewicz J., *Opakowania żywności*, Wydawnictwo Agro Food Technology, Czeładź 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, no. 114, 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, no. 44, s. 2751-2756.
- Klimaczak J., Irzyniec Z., *Stabilność mrożonego mięsa indyków w funkcji temperatury przechowywania*, „Chłodnictwo” 2004, t. XXXIX, nr 11, s. 45-48.
- Krała L., *Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości chłodzonego mięsa kurecząt*, Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej 814, z. 255, Łódź 1999.



- Krala L., *Wpływ resztkowej zawartości tlenu w kontrolowanej atmosferze na właściwości przechowywanych tuszek kurcząt*, „Przemysł Spożywczy” 2002, nr 56 (6).
- Krala L., *Pakowanie mięsa i przetworów w modyfikowanej atmosferze. Wszystko o opakowaniach i systemach pakowania*, Ogólnopolski Informator Masarski 2003, lipiec.
- Marsili R., *Texture and mouthfeel making rheology real*, „Food Product Design” 1993, no. 8, s. 54-58.
- McMillin K., *Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat*, „Meat Science” 2008, no. 80, s. 43-65.
- Montgomery J.L., Parrish F.C., Olson D.G., Dickson J.S., Niebuhr S., *Storage and packaging effects on sensory and color characteristics of ground beef*, „Meat Science” 2003, no. 64, s. 357-363.
- Orkus 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 Technologiczne nr 2, Wrocław 2010, s. 46-55.
- Pettersen 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, no. 83, s. 1240-1248.
- Pikul J., *Pakowanie i przechowywanie żywności w modyfikowanej atmosferze*, „Chłodnictwo” 2000, nr 35 (9), s. 66-70.
- Polska Norma, PN-ISO 11035:1999. Analiza sensoryczna. Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalenia profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych.
- Polska Norma, PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia.
- Skrabka-Błotnicka T., Przysiężna E., Wołoszyn J., *The changes in some functional and sensory attributes in vacuum packed Mullard muscles as affected by ageing in chilling temperature*, „Archiv Geflügelkunde” 2002, no. 5, s. 231-236.
- Tyszkiewicz S. (red.), *Postęp w analizie żywności, Wybrane zagadnienia analizy sensorycznej i fizykochemicznej*, t. II, Warszawa 1990.
- 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, no. 73, s. 511-520.
- Wołoszyn J., *Charakterystyka fizykochemiczna i technologiczna mięśni kaczek tuczonych przymusowo*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej nr 921, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2002, s. 5-136.

## INFLUENCE OF PACKAGING MATERIAL OF RAW TURKEY THIGH MUSCLES PACKED UNDER MODIFIED ATMOSPHERE ON THEIR SENSORY CHARACTERISTICS AFTER THERMAL TREATMENT

**Summary:** The objective of the work is to investigate the influence of packaging material (PA/PE, PA/PE+AF, PA/ARE/PE) with different barrier properties on the sensory characteristics of turkey thigh muscles packed in a modified atmosphere consisting of 75% CO<sub>2</sub>, 20% N<sub>2</sub>, 5% O<sub>2</sub> and stored in the refrigeration conditions at +1°C for 4, 8, 12, 15 days. The packaging material did not have significant effect on sensory descriptors (intensity of odour and flavour, tenderness, juiciness, cohesiveness, resilience, chewiness, general assessment), texture profile components (hardness, gumminess, chewiness, cohesiveness, resilience) and shear force of roasted samples.

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