

JACEK KONDRATOWICZ

**OCENA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH  
I MIKROBIOLOGICZNYCH MIĘŚNI PIERSIOWYCH KURCZĄT  
BROJLERÓW PRZECHOWYWANYCH W KONTROLOWANEJ  
ATMOSFERZE W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU PAKOWANIA  
I CZASU PRZECHOWYWANIA CHŁODNICZEGO**

Streszczenie

Przeprowadzono ocenę właściwości fizykochemicznych oraz określono ogólną liczbę drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów przechowywanych chłodniczo (w temp. 2°C) w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95% azotu i 5% tlenu, w okresie od 5 do 25 dób. Badano mięśnie opakowane w folię typu Nordfilm-Nordform oraz bez opakowania.

Na podstawie wyników badań wykazano, że w miarę wydłużania czasu przechowywania stopniowo wzrastało pH mięśni oraz postępowało ciemnienie ich barwy. Te niekorzystne zmiany jakości wolniej przebiegały w mięśniach opakowanych w folię niż w mięśniach przechowywanych bez opakowania. Podobne prawidłowości stwierdzono w kształtowaniu się trwałości lipidów śródmięśniowych określanych na podstawie liczby kwasowej. Ocena jakości mikrobiologicznej mięśni dokonana na podstawie ogólnej liczby drobnoustrojów w 1 g wykazała, że stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego był zadowalający w opakowanych mięśniach piersiowych przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 20 dób, a w mięśniach nieopakowanych w ciągu 15 dób.

**Słowa kluczowe:** mięśnie piersiowe kurcząt, przechowywanie, kontrolowana atmosfera, sposób pakowania, jakość, trwałość

**Wprowadzenie**

Świeże mięso drobiowe oferowane jest konsumentom w postaci tuszek, elementów lub filetów z mięśni. Mięso w takiej postaci łatwo znajduje nabywców, ponieważ poddane obróbce cieplnej zachowuje charakterystyczną gatunkową smakowitość [6]. Ponadto mięso schłodzone odznacza się korzystniejszymi właściwościami sensorycznymi i technologicznymi niż mięso mrożone oraz powszechnie jest uważane przez odbiorców za świeże [7].

W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań [8, 9, 11] nad przechowywaniem mięsa drobiowego w modyfikowanej atmosferze oraz pakowaniem technologią próżniową. Analizowano głównie wpływ różnych metod przechowywania na procesy mikrobiologiczne, a tym samym trwałość mięsa. Informacje naukowe o stosowaniu kontrolowanej atmosfery w chłodniczym przechowywaniu mięsa drobiowego i kształtowaniu jego jakości są znacznie skromniejsze.

Technologia przechowywania mięsa w kontrolowanej atmosferze stosowana może być w stacjonarnych komorach chłodniczych, a jej główną zaletą jest możliwość kontroli składu mieszanek gazowych w przeciwieństwie do powszechnie stosowanej metody pakowania w modyfikowanej atmosferze [7]. Ponadto, zastosowanie kontrolowanej atmosfery do przedłużania trwałości i bezpieczeństwa mikrobiologicznego mięsa może przynieść wymierne efekty ekonomiczne, gdyż uzyskiwana z fazy skroplonej mieszanka gazowa stanowi jednocześnie medium chłodnicze.

Uwzględniając powyższe informacje przeprowadzono badania, których celem była ocena właściwości fizykochemicznych i ogólnej liczby drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów przechowywanych chłodniczo (w temp. 2°C) w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95% N<sub>2</sub> i 5% O<sub>2</sub>, w ciągu od 5 do 25 dób. Badano mięśnie opakowane w folię Nordfilm-Nordform oraz bez opakowania.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiły kurczęta brojlery Ross 308, odchowane do wieku 7 tygodni w fermie prywatnej tego samego hodowcy, o masie przedubojowej około 2700 g z reprezentacją płci jak 1:1. Uboj kurcząt i obróbkę poubojową tuszek przeprowadzano metodą przemysłową na linii automatycznej holenderskiej firmy Storck. Po uboju tuszki poddawano schładzaniu metodą owiewowo-natryskową do temp. od 3 do 6°C przez 90 min.

Badania przeprowadzono na próbach mięśni piersiowych (*musculus pectoralis*), charakteryzujących się normalną jakością mięsa świeżego. Jako kryterium oceny jakości przyjęto wartość pH<sub>1</sub>, oznaczaną w mięśniu piersiowym, stosując pH-metr firmy Radiometer, po 15–20 min od momentu uboju kurcząt. Za mięśnie o normalnej jakości uznawano te, których wartość pH<sub>1</sub> wynosiła od 5,9 do 6,2 (eliminacja mięśni z wadami PSE i DFD) [5, 10].

W eksperymencie zastosowano technologię przechowywania mięśni piersiowych w warunkach chłodniczych z zastosowaniem atmosfery gazów kontrolowanych. Do badań przeznaczono 100 prób mięśni piersiowych o masie około 300 g każda. Próby podzielono na dwie grupy po 50 sztuk: przechowywane w opakowaniach z folii PA/PE typu Nordfilm-Nordform oraz bez opakowania. Pakowanie prób przeprowadzono w temp. 4°C w standardowych warunkach Zakładów Drobiarskich, odpowiadających normom ISO 9002 i HACCP, stosując firmową pakowarkę Multivac A 300/52. Zastosowano folię wielowarstwową typu Nordfilm-Nordform 208 o grubości 80 µm,

masie 78 g/m<sup>2</sup>, o przepuszczalności tlenu (0%RH)-53, azotu (0%RH)-21, dwutlenku węgla (0%RH)-134 [2].

Przygotowane do przechowywania próby mięśni piersiowych kurcząt przewożono w izotermicznych pojemnikach (temp. około 2°C) do laboratorium, gdzie wykonywano badania zasadnicze.

### **Metoda przechowywania mięśni w atmosferze gazów kontrolowanych**

Próby mięśni (po 50 szt. opakowanych i nieopakowanych) przechowywano w gazoszczelnej komorze chłodniczej KA-600 zasilanej automatycznie mieszaniną skroplonego azotu i tlenu ze zbiornika TS-500 L'ari Liquide. Zastosowano następujące warunki przechowywania: temp. 2°C, stężenie azotu gazowego 95%, tlenu 5%, wilgotność 40%. Skład atmosfery komory chłodniczej kontrolowano stosując miernik zawartości gazów typu Oxymetr z dokładnością do 0,2%. Pomiary temperatury wykonywano automatycznie, za pomocą termometru firmy Therm, natomiast wilgotność kontrolowano przy użyciu psychrometru.

W zastosowanej technologii przyjęto okres przechowywania od 5 do 25 dób lub do czasu, kiedy jakość mięśni osiągnie poziom dyskwalifikujący je do spożycia. Eliminację prób przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych w czasie 25 dób przeprowadzano, uwzględniając następujące kryteria: wartość pH<sub>u</sub> powyżej 6,0, ogólna zawartość drobnoustrojów w 1 g mięsa powyżej 5 x 10<sup>8</sup>, ocenę sensoryczną – szarozielone przebarwienie powierzchni prób oraz wyczuwalny gnilny zapach [8, 12].

#### *Metody oceny jakości mięsa*

W celu właściwego przygotowania mięśni do analiz laboratoryjnych usuwano zewnętrzne błony otaczające oraz tłuszcz z powierzchni próbek. Następnie próby rozdrabniano w wilku laboratoryjnym z siatką o średnicy oczek 2 mm i mięso dokładnie mieszano.

Po 5, 10, 15 i 20 dobach przechowywania chłodniczego wykonywano następujące analizy ilościowo-jakościowe mięsa:

- ubytki masy prób w procesie przechowywania przez pomiar masy na początku i po zakończeniu poszczególnych etapów przechowywania z dokładnością do 1g;
- zawartość suchej masy, poddając naważkę mięsa denaturacji białka 96% alkoholem etylowym, a następnie suszeniu w temp. 105°C [13];
- odczyn mięsa na podstawie pomiarów wartości pH homogenatów wodnych mięsa (stosunek ilościowy mięsa do wody destylowanej 1:1), używając pehametru firmy Radiometer z elektrodą GK 2311 C;
- jasność barwy na podstawie procentowej zawartości odbicia światła od powierzchni zmielonych prób mięsa, mierzonego w spektrokolorymetrze „Spekol” przy długości fali 560 nm z zastosowaniem przystawki remisyjnej R 45/O (wzorzec bieli stanowiła płytką z tlenku magnezu);
- wodochłonność metodą Grau’a i Hamma [4];

- obliczenie liczby kwasowej wg PN-84/A-85803 [13];
- oznaczenie ogólnej liczby drobnoustrojów wykonywano metodą zalewową według Burbianki i Pliszki [1]. Podłożem była pożywka „Plate count agar”, a posiewy inkubowano w temp. 30°C przez 72 godz.

Otrzymane wyniki doświadczenia poddano analizie statystycznej, uwzględniając podstawowe miary statystyczne ( $\bar{x}$ ,  $s$ ). Istotność różnic między grupami określano za pomocą testu Duncana, stosując program komputerowy Statistica wersja 6.0.

### Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wielkości ubytków masy mięśni piersiowych kurcząt brojlerów przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych w zależności od sposobu pakowania i czasu przechowywania chłodniczego. Ubytki masy mięśni opakowanych próżniowo w folię Nordfilm-Nordform oraz prób nieopakowanych istotnie wzrastały wraz z upływem czasu przechowywania i po 20 dobach były zbliżone, wynosząc odpowiednio 5,23 i 5,26%. Wydaje się, że stwierdzone w badaniach duże ubytki masy mięśni opakowanych mogły być wynikiem różnicy ciśnień pomiędzy otoczeniem a wnętrzem opakowania, co prowadziło do zwiększonego wymuszonego wycieku soku. Zastosowanie folii opakowaniowej o bardzo dużej barierowości niewątpliwie ograniczyło wielkość ubytków poprzez parowanie. W mięśniach kurcząt przechowywanych bez opakowania ubytki masy spowodowane były prawdopodobnie odparowaniem wody i wyciekaniem samoczynnym z mięsa w trakcie przechowywania [6, 8].

Uzyskane wartości liczbowe (tab. 1) wskazują, że na zawartość suchej masy badanych mięśni istotny wpływ miał czas przechowywania prób. W obu zastosowanych sposobach pakowania zarejestrowano wzrost zawartości suchej masy wraz z przedłużeniem czasu przechowywania. Przyrost suchej masy w mięśniach opakowanych w czasie od 5 do 20 dób wynosił średnio 0,91%. W przypadku mięśni nieopakowanych zawartość suchej masy zwiększyła się z 25,11% po 5 dobach do 25,80% po 20 dobach przechowywania. Tendencje wzrostu względnej ilości suchej masy w badanych grupach doświadczalnych były prawdopodobnie następstwem rosnących ubytków na skutek wycieku soku mięsnego i wysychania powierzchni mięśni w warunkach chłodniczych [7].

Spośród wielu wskaźników fizykochemicznych określających jakość mięśni w badaniach uwzględniono: kwasowość, barwę i wodochłonność. Zmiany hydrolytyczne lipidów śródmięśniowych przeanalizowano na podstawie liczby kwasowej (tab. 1). Analizując wartości  $pH_1$  mierzone po 15–20 min od chwili uboju kurcząt można stwierdzić, że do doświadczenia wybrano dobre jakościowo mięśnie piersiowe. Wartości tego wskaźnika w badanych grupach mięśni były podobne i wahały się w granicach od 5,94 do 6,12 i były zgodne z założeniami metodycznymi oraz normami referencyjnymi standardów jakościowych mięsa normalnego [3, 10, 11]. Kwasowość badanych mięśni mierzona jako wskaźnik pH w chwili rozpoczęcia przechowywania

była podobna i wskazywała na poprawny przebieg glikogenolizy poubojowej. Natomiast kwasowość końcowa mięśni opakowanych w czasie chłodniczego przechowywania wykazywała tendencje niewielkiego wzrostu o 0,1 jednostki w próbach przechowywanych 20 dób w porównaniu z próbami przechowywanymi 5 dób. Największy wzrost  $pH_u$  odnotowano w nieopakowanych mięśniach piersiowych. Najmniejszą kwasowością (najwyższym pH) charakteryzowały się mięśnie przechowywane przez okres 20 dób (5,72). Świadczyć to może na korzyść przechowywania mięśni opakowanych w folię Nordfilm-Nordform, gdyż po 20 dobach przechowywania charakteryzowały się niższym pH, rzędu 0,2 jednostki w porównaniu z próbami przechowywanymi bez opakowania. Na podstawie wyników pomiarów jasności barwy (tab. 1) stwierdzono istotne różnice w jakości mięśni w zależności od sposobu pakowania i czasu przechowywania chłodniczego. Podczas przechowywania mięśni opakowanych w czasie od 5 do 20 dób nastąpiło pociemnienie barwy (procent odbicia światła po 5 dobach wynosił 35,10, a po 20 dobach 33,40). Również w mięsie przechowywanym bez opakowania w czasie od 5 do 20 dób barwa mięsa uległa pociemnieniu (procent odbicia światła wynosił odpowiednio 36,00 i 29,30%). Jednak zmiany te były bardziej intensywne i już po 10 dobach przechowywania próby mięśni przechowywane bez opakowania charakteryzowały się ciemniejszą barwą od prób opakowanych w folię Nordfilm-Nordform. Zatem można sugerować, iż przechowywanie opakowanych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 20 dób powoduje zachowanie jaśniejszej barwy mięśni w porównaniu z próbami przechowywanymi bez opakowania.

Istotnym wskaźnikiem jakości oraz przydatności technologicznej mięsa jest wodochłonność, charakteryzująca się zdolnością zatrzymywania wody przez strukturę białkową tkanki mięśniowej. Na podstawie wyników (tab. 1) stwierdzono istotne polepszanie się wodochłonności mięśni w miarę przedłużania czasu przechowywania, niezależnie od sposobu pakowania. Uzyskane wyniki nie są jednoznaczne z doniesieniami innych autorów [8], którzy wykazali, że powinna to być zależność odwrotna. Jest prawdopodobne, że w przeprowadzonym doświadczeniu mięśnie piersiowe w czasie przechowywania chłodniczego utraciły więcej wody na skutek parowania i wycieku, dlatego też pozornie wzrastała ich wodochłonność oznaczona metodą Grau'a i Hamma [4].

Procesy hydrolitycznego rozkładu lipidów w sposób decydujący limitują trwałość mięsa w czasie chłodniczego przechowywania. W pracy ocenę tych zmian w wydzielonym z mięśni tłuszczu śródmięśniowym dokonano na podstawie liczby kwasowej (tab. 1). Uzyskane wyniki wskazują, że w czasie chłodniczego przechowywania opakowanych mięśni piersiowych w atmosferze gazów kontrolowanych odnotowano niewielki wzrost liczby kwasowej z pierwotnej wartości 14,17 mg 0,1 KOH/g po 5 dobach do 15,38 mg 0,1 KOH/g w 20. dobie przechowywania. Intensywniejszej hydrolizie ulegały substancje tłuszczowe w mięśniach nieopakowanych, w których liczba kwasowa po 20 dobach przechowywania

osiągnęła wartość 19 mg 0,1 KOH/g. Jak podaje Krala [8], wtórne produkty hydrolizy lipidów mogą powodować nie tylko wystąpienie oznak jęłczenia tłuszczu, ale również wpływać na zmiany barwy tkanki mięśniowej podczas reakcji aldehydów z białkami, wolnymi aminokwasami oraz innymi składnikami mięsa.

Polska Norma [12] dotycząca wymagań odnoszących się do półproduktów z surowego mięsa drobiowego wskazuje na konieczność badania ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w mięśniach przechowywanych w warunkach chłodniczych. Orientacyjnym wskaźnikiem bezpieczeństwa zdrowotnego jest między innymi ogólna liczba bakterii tlenowych w 1 g. Oceniając ogólną liczbę drobnoustrojów w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych w zależności od sposobu pakowania i czasu przechowywania, stwierdzono istotne różnice w stopniu zanieczyszczenia mięśni (tab. 2).

Uzyskane wyniki wykazały, że w miarę wydłużania czasu przechowywania chłodniczego do 20 dób, wolniejsze tempo wzrostu drobnoustrojów zarejestrowano w mięśniach opakowanych w folię Nordfilm-Nordform w porównaniu z próbkami nieopakowanymi. Ogólna liczba drobnoustrojów badana w mięśniach opakowanych nie przekroczyła w tym czasie wartości progowej określonej w PN-A-86527 [12]. Natomiast w mięsie nieopakowanym w 20. dobie przechowywania poziom zanieczyszczenia bakteryjnego przekroczył dopuszczalną normę, co wskazywało na rozpoczęty proces mikrobiologicznego zepsucia. Uzyskane wyniki badań mikrobiologicznych wskazują, że w przeprowadzonym eksperymencie dopuszczalny czas przechowywania opakowanych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów w atmosferze gazów kontrolowanych wynosił 20 dób, natomiast mięśni nieopakowanych nie dłużej niż 15 dób.

Tabela 1

Ubytki masy, właściwości fizykochemiczne i liczba kwasowa mięśni piersiowych kurcząt w zależności od sposobu i czasu przechowywania chłodniczego (n = 10).  
Weight loss, physicochemical properties and acid value of chicken breast muscles depending on packaging method and cold storage time (n = 10).

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical measure	Sposób pakowania / Packaging method								Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		Próby opakowane / Packed samples				Próby nieopakowane / Unpacked samples				
		Czas przechowywania [doby] / Time of storage [days]								
		A (5)	B (10)	C (15)	D (20)	E (5)	F (10)	G (15)	H (20)	
Ubytki masy w procesie przechowywania [%] Weight losses during storage	$\bar{x}$ s / SD	0,25 ±0,49	1,66 ±0,99	4,10 ±1,26	5,23 ±3,36	0,68 ±1,11	2,14 +1,47	2,73 +2,32	5,26 +3,97	H,D>A,B,E,F,G** C>A,B,E** G>A**
Sucha masa [%] Dry matter	$\bar{x}$ s / SD	25,01 ±0,49	25,14 ±0,40	25,24 ±0,51	25,92 ±0,47	25,11 ±0,28	25,33 ±0,61	25,49 ±0,56	25,80 ±0,34	D,H>A,B,C,E,F** G>A**
pH <sub>1</sub>	$\bar{x}$ s / SD	6,12 ±0,08	6,06 ±0,13	6,03 ±0,12	6,10 ±0,09	5,94 ±0,07	5,94 ±0,11	6,01 ±0,07	5,98 ±0,09	-
pH (przed przechowywaniem) (before storage)	$\bar{x}$ s / SD	5,43 ±0,05	5,49 ±0,14	5,54 ±0,10	5,55 ±0,07	5,41 ±0,12	5,50 ±0,07	5,52 ±0,16	5,53 ±0,11	-
pH <sub>0</sub> (po przechowywaniu) (after storage)	$\bar{x}$ s / SD	5,53 ±0,11	5,61 ±0,09	5,59 ±0,14	5,64 ±0,09	5,57 ±0,08	5,57 ±0,14	5,60 ±0,14	5,72 ±0,14	H>A,B,C,D,E,F,G** E,F,G,D,C,B>A**
Jasność barwy [%] Colour lightness	$\bar{x}$ s / SD	35,10 ±2,88	34,50 ±3,44	33,60 ±3,86	33,40 ±3,13	36,00 ±1,94	33,00 ±2,40	30,90 ±2,88	29,30 ±3,02	E,A,B>G,H** C,D,F>G,H*
Wodochłonność [cm <sup>2</sup> ] Water-holding capacity	$\bar{x}$ s / SD	7,36 ±1,28	6,33 ±0,09	6,17 ±0,65	5,48 ±0,90	6,71 ±1,11	6,18 ±1,37	5,92 ±1,21	4,48 ±0,83	A,E,B,F,C>H** A>D**
Liczba kwasowa [mg 0,1 KOH/1g] Acid value	$\bar{x}$ s / SD	14,17 ±3,08	14,50 ±3,96	14,67 ±6,15	15,38 ±2,83	14,73 ±4,27	16,22 ±2,94	17,55 ±4,34	19,00 ±4,52	H>A,B,C,D,E,F** G>A,B,C,E**

\* różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$  / \* significant differences at a level of  $p \leq 0,05$ ;

\*\* różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,01$  / \*\* significant differences at a level of  $p \leq 0,01$ .



Tabela 2

Ogólna liczba drobnoustrojów w mięśniach piersiowych w zależności od sposobu pakowania i czasu przechowywania chłodniczego (n = 10) [jtk/g].  
Total micro-organism count in breast muscles depending on packaging method and cold storage time (n = 10) [cfu/g].

Miara stat. Statistical measure	Sposób pakowania / Packaging method								Statystyczna istotność różnic
	Próby opakowane / Packed samples				Próby nieopakowane / Unpacked samples				
	Czas przechowywania [doby] / Storage time [days]								Statistical significance of differences
	A (5)	B (10)	C (15)	D (20)	E (5)	F (10)	G (15)	H (20)	
$\bar{x}$	$1,29 \cdot 10^4$	$4,70 \cdot 10^4$	$7,56 \cdot 10^5$	$1,62 \cdot 10^6$	$2,30 \cdot 10^5$	$5,80 \cdot 10^5$	$1,53 \cdot 10^6$	$1,73 \cdot 10^8$	H > A, B, C, D
s / SD	$\pm 1,02 \cdot 10^4$	$\pm 3,23 \cdot 10^4$	$\pm 5,99 \cdot 10^5$	$\pm 2,38 \cdot 10^6$	$\pm 8,91 \cdot 10^4$	$\pm 8,38 \cdot 10^4$	$\pm 9,68 \cdot 10^5$	$\pm 5,05 \cdot 10^7$	E, F, G**
min.	$2,70 \cdot 10^3$	$2,30 \cdot 10^4$	$1,80 \cdot 10^5$	$3,30 \cdot 10^4$	$1,00 \cdot 10^5$	$4,40 \cdot 10^5$	$3,90 \cdot 10^5$	$1,00 \cdot 10^8$	D, G > A, B, E, F**
max.	$2,80 \cdot 10^4$	$9,10 \cdot 10^4$	$1,80 \cdot 10^5$	$4,90 \cdot 10^6$	$3,30 \cdot 10^5$	$6,90 \cdot 10^5$	$2,90 \cdot 10^6$	$2,40 \cdot 10^6$	C > A, B, E**

\*\* - różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,01$

\*\* - statistically significant differences at  $p \leq 0.01$



## Wnioski

1. Zmiany właściwości fizykochemicznych mięśni piersiowych kurcząt brojlerów zależały od sposobu pakowania i czasu przechowywania chłodniczego. W miarę wydłużania czasu przechowywania do 20 dób wzrastało stopniowo pH mięśni oraz postępowało ciemnienie barwy. Te niekorzystne zmiany jakości wolniej przebiegały w mięśniach opakowanych w folię Nordfilm-Nordform niż w mięśniach przechowywanych bez opakowania. Podobne prawidłowości stwierdzono pod względem zmian lipidów śródmięśniowych określonych na podstawie wartości liczby kwasowej.
2. Ocena jakości mikrobiologicznej mięśni piersiowych dokonana na podstawie ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych w 1 g mięśnia wykazała, że stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego był zadawalający w opakowanych mięśniach piersiowych przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 20 dób i nieopakowanych w ciągu 15 dób.

## Literatura

- [1] Burbianka M., Pliszka A.: Mikrobiologia żywności. PZWL. Warszawa 1971.
- [2] Czerniawski B., Michniewicz J.: Opakowania żywności. AGRO Food Technology. Czeladź 1998.
- [3] Gardzielewska J., Jakubowska M., Buryta B., Karamucki T., Natalczyk – Szymkowska W.: Pomiar pH<sub>1</sub> a jakość mięsa kurcząt brojlerów. Med. Wet., 2003, **59** (3), 426-428.
- [4] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. Fleischwirt., 1952, **32** (12), 295.
- [5] Kijowski J., Niewiarowicz A., Kujawska-Biernat A.: Biochemical and technological characteristics of hot chicken meat. J. Food Technol., 1982, **17**, 5, 553-560.
- [6] Kijowski J., Cegielska-Radziejewska A., Krala L.: Shelf – life extension of meat and its further processed products stored under modified atmosphere packaging (MAP) – a review. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2001, **10** (51), 4, 3-12.
- [7] Kondratowicz J., Kawałko P.: Zmiany właściwości fizykochemicznych i mikrobiologicznych mięsa kurcząt brojlerów w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **4** (37) Supl., 184-193.
- [8] Krala L.: Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości schłodzonego mięsa kurcząt. Wyd. Nauk. Politechniki Łódzkiej. Rozp. Nauk. 1999, **255**, 5-141.
- [9] Michniewicz J.: Pakowanie żywności z zastosowaniem modyfikowanej atmosfery. Chłodnictwo, 1998, **6**, 42-44.
- [10] Niewiarowicz A., Pikul J.: pH – Wert der Hautoberfläche von der Schlachtung als Indikator für PSE – und DFD – Fleisch bei Broilern. Fleischwirt., 1979, **59** (3), 405-407.
- [11] Pikul J.: Rola modyfikowanej oraz kontrolowanej atmosfery w przechowywaniu schłodzonego mięsa. Chłodnictwo, 2001, **8-9**, 78-84.
- [12] PN-A-86527: 1996. Produkty drobiarskie. Półprodukty z surowego mięsa drobiowego. Wymagania i metody badań.
- [13] Rak L., Morzyk K.: Chemiczne badania mięsa. Wyd. AR. Wrocław, 2002, s. 87-146.

**PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF BROILER CHICKEN BREAST MUSCLES, STORED IN A CONTROLLED ATMOSPHERE, DEPENDING ON PACKAGING METHOD AND COLD STORAGE TIME**

**S u m m a r y**

The objective of the present study was to determine the physical-chemical and microbiological (total micro-organism count) properties of broiler chicken breast muscles stored in a controlled atmosphere (95% nitrogen, 5% oxygen) at 2°C during a period from 5 to 25 days. The samples investigated were breast muscles both wrapped in a Nordfilm–Nordform packing and unpacked.

On the basis of the investigation results it was proved that the pH value of meat increased gradually, and its colour became darker and darker as the time of cold-storage was prolonged. These undesirable changes in the meat quality proceeded slower in the packed samples than in unpacked. Similar regularities were stated during the development of the intramuscular lipids stability determined on the basis of acid number. According to the results of microbiological analysis and assessment of breast muscles, based on the total microorganisms count per one gram, it was confirmed that the level of microbial contamination was satisfactory in packed samples stored 20 days under the controlled atmosphere, and, also, in unpacked samples stored during a period of 15 days.

**Key words:** chicken breast muscles, storage, controlled gases atmosphere, packaging method, quality, stability ☒