

JACEK KONDRATOWICZ, PATRYCJA KAWAŁKO

## ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH I MIKROBIOLOGICZNYCH MIĘSA KURCZĄT BROJLERÓW W ZALEŻNOŚCI OD METODY I CZASU PRZECHOWYWANIA CHŁODNICZEGO

### Streszczenie

Materiał do badań stanowiły mięśnie piersiowe pochodzące z tuszek kurcząt brojlerów Ross 308 o masie przedubojowej około 2700 g, charakteryzujące się normalną jakością. Łącznie pobrano 100 prób, każda o masie ok. 300 g. Zastosowano dwie technologie przechowywania mięśni w warunkach chłodniczych, a mianowicie: w atmosferze 95% azotu i 5% tlenu oraz w powietrzu atmosferycznym w czasie do 20 dób. Stwierdzono, że stopień zakażenia mikrobiologicznego w czasie chłodniczego przechowywania mięśni, określony ogólną liczbą drobnoustrojów, wraz z fizykochemiczną oceną ich jakości ograniczały przydatność mięśni do spożycia. Wielkość zakażenia mikrobiologicznego uznano za zadawalającą, a oceniane zmiany jakościowe za niewielkie w mięśniach przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 15 dób. Natomiast w mięśniach przechowywanych w powietrzu atmosferycznym duży wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów oraz zmiany jakościowe ograniczały czas przechowywania chłodniczego mięśni do 5 dób.

**Słowa kluczowe:** mięso kurcząt, przechowywanie chłodnicze, kontrolowana atmosfera, jakość mięsa.

### Wprowadzenie

Aktualnie znanych jest kilka tradycyjnych sposobów przedłużania trwałości świeżego mięsa drobiowego. Jak podaje Grabowski [3], metody te polegają na zastosowaniu w przechowalnictwie: lodu łuskowego, suchego lodu, głębokiego schładzania, określonego również, w zależności od sposobu realizacji, jako przechłodzenie oraz opakowań próżniowych. W odniesieniu do mięsa świeżego technologie te mają ograniczone zastosowanie, gdyż powodują m.in.: pogorszenie barwy, zwiększenie ilości wycieku soku mięsnego, deformację kształtu produktu, ponadto sprzyjają rozwojowi bakterii mlekowych, mogących powodować zmianę smaku i zapachu [6]. Wspólną

wadą tych metod jest krótki okres trwałości chłodzonego mięsa, który może wynosić w zależności od sposobu przechowywania od 5 do 10 dni [13].

Nowoczesną metodą przedłużania okresu trwałości mięsa jest chłodnicze przechowywanie w kontrolowanej lub modyfikowanej atmosferze. Różnica między tymi metodami polega na sposobie realizacji procesu. Jak podaje Krala i wsp. [7], zasadnicza różnica między modyfikowaną a kontrolowaną atmosferą polega na tym, że skład MA ustala się tylko raz w chwili rozpoczęcia przechowywania, natomiast skład KA podlega stałej kontroli i jest korygowany w czasie przechowywania. Najczęściej skład MA, ciśnienie lub wzajemne proporcje poszczególnych jej składników wokół przechowywanego, opakowanego mięsa ulegają zmianie w miarę upływu czasu przechowywania, lecz są one z góry akceptowane, mimo że mają negatywny wpływ na jakość produktu [7, 8, 12]. Metoda schładzania przy użyciu atmosfery kontrolowanej stosowana jest w stacjonarnych komorach chłodniczych, natomiast metoda atmosfery modyfikowanej najczęściej znajduje zastosowanie w małych opakowaniach oraz w opakowaniach jednostkowych [6].

Wyniki dotychczas przeprowadzonych badań [7, 8, 12] nad przechowywaniem mięsa drobiowego dotyczą przede wszystkim zastosowania modyfikowanej atmosfery i głównie jej wpływu na procesy mikrobiologiczne, a tym samym trwałość mięsa. Niewiele jest natomiast informacji o stosowaniu kontrolowanych atmosfer w chłodniczym przechowywaniu mięsa drobiowego. Przedmiotem kontrowersji jest rola resztkowej zawartości tlenu w składzie kontrolowanej atmosfery. Niektórzy badacze podkreślają jego negatywny wpływ, bowiem niweczy lub znacząco ogranicza efekt bakteriostatycznego oddziaływania gazowego azotu. Według innych autorów [8, 12] resztkowa zawartość tlenu w mieszaninie z azotem odgrywa ważną rolę w kształtowaniu bezpieczeństwa zdrowotnego konsumenta. Umożliwia bowiem łatwe wykrycie oznak zepsucia mięsa w przypadku, gdy łańcuch chłodniczy został przerwany. Zastosowanie azotu w składzie kontrolowanej atmosfery może mieć korzystny skutek ekonomiczny, gdyż uzyskiwany z fazy skroplonej jednocześnie mógłby stanowić medium chłodnicze.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dwóch metod przechowywania mięsa kurcząt brojlerów w stanie wychłodzonym, a mianowicie: w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie 95% N<sub>2</sub> i 5% O<sub>2</sub> oraz w powietrzu atmosferycznym w temp. 2°C w czasie do 25 dób na jego właściwości fizykochemiczne i zmiany mikrobiologiczne.

## **Materiał i metody badań**

Materiał doświadczalny stanowiły kurczęta brojlery Ross 308, odchowane do wieku 7 tygodni w fermie prywatnej, o masie przedubojowej około 2700 g z reprezentacją płci jak 1:1.

Ubój kurcząt i obróbkę poubojową tuszek przeprowadzono 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  $pH_1$  oznaczoną w mięśniu piersiowym, stosując pH-metr firmy Radiometer, po 15–20 min od uboju kurcząt. Za mięśnie o normalnej jakości uznawano te, których wartość  $pH_1$  wynosiła od 5,9 do 6,2 (eliminacja mięśni z wadami PSE i DFD) [5, 10]. Przygotowane do przechowywania próby mięśni piersiowych kurcząt przewożono w izotermicznych pojemnikach (temp. ok. 2°C) do laboratorium Katedry, gdzie wykonano badania zasadnicze. Zastosowano dwie technologie przechowywania mięsa kurcząt w warunkach chłodniczych, a mianowicie: w atmosferze gazów kontrolowanych i w powietrzu atmosferycznym. W każdej metodzie do badań przeznaczono po 50 nieopakowanych prób mięśni piersiowych o masie ok. 300 g każda.

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

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

#### ***Metoda przechowywania mięsa w powietrzu atmosferycznym***

Próby mięśni (50 szt.) przechowywano w tradycyjnej komorze wychładzalniczej typu Polar-600, zasilanej agregatem freonowym w środowisku powietrza atmosferycznego o następującym składzie: 78% N<sub>2</sub>, 21% O<sub>2</sub> i 1% inne gazy. Temp. 2°C utrzymywano automatycznie za pomocą termostatu. Wilgotność względna w komorze zawierała się w granicach od 40% do 50%. Nie stosowano nadmuchu powietrza.

W obu stosowanych technologiach przyjęto okres przechowywania do 25 dób lub do czasu kiedy jakość mięsa osiągnie poziom dyskwalifikujący je do spożycia. Eliminacje prób przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych po 25 dobach i w powietrzu atmosferycznym po 20 dobach prowadzono, uwzględniając następujące kryteria: wartość pH powyżej 6,0, ogólna zawartość drobnoustrojów w 1 g mięsa powyżej  $5 \cdot 10^8$ , ocenę sensoryczną – szaro zielone przebarwienie powierzchni prób, śluz oraz wyczuwalny wyraźnie gnilny zapach (w ponad 50% prób) [8, 13].

### Metody oceny jakości mięsa

W celu właściwego przygotowania mięsa 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 wykonywano następujące analizy mięsa ( $n = 10$ ):

- ubytki masy prób w procesie przechowywania przez pomiar masy na początku i po zakończeniu poszczególnych etapów przechowywania z dokładnością do 1 g ;
- zawartość suchej masy poddając naważkę mięsa denaturacji białka 96% alkoholem etylowym, a następnie suszeniu w temp. 105°C [14];
- odczyn mięsa na podstawie pomiarów wartości pH homogenatów wodnych mięsa (stosunek ilościowy mięsa do wody destylowanej 1:1), używając elektrody GK 2311 C oraz pehametru firmy Radiometer;
- 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 R45/0 (wzorzec bieli stanowiła płytką z tlenku magnezu);
- wodochłonność metodą Grau’a i Hamma [4];
- określenie ogólnej liczby drobnoustrojów metodą zalewową według Burbianki i Pliszki [1].

Otrzymane wyniki doświadczenia poddano analizie statystycznej, uwzględniając podstawowe miary statystyczne ( $\bar{x}$ , s). Istotność różnic między grupami określono za pomocą testu Duncana, stosując program komputerowy Statistica wersja 5.5 A.

### Wyniki i dyskusja

Wartości liczbowe charakteryzujące zmiany ilościowo-jakościowe nieopakowanego mięsa kurcząt brojlerów, w zależności od metody i czasu chłodniczego przechowywania przedstawiono w tab. 1. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zastosowane metody przechowywania w stanie wychłodzonym i czas przechowywania miały istotny wpływ (przy  $p \leq 0,05$  i  $p \leq 0,01$ ) na wielkość ubytków masy mięsa. W obu stosowanych metodach ubytki masy mięśni piersiowych wykazywały tendencje wzrostowe, jednak w mięsie przechowywanym w atmosferze gazów kontrolowanych były one większe i wynosiły od 0,68% po 5 dobach przechowywania do 5,26% po 20 dobach, natomiast w powietrzu atmosferycznym straty te były znacznie mniejsze i po 15 dobach przechowywania wynosiły 1,54%. Można sądzić, że wielkość ubytków masy mięsa w czasie przechowywania zależała od szybkości parowania wody i wycieku soku mięsnego w miarę przedłużania czasu przechowywania [6, 8].

W badaniach stwierdzono, że większą zawartością suchej masy charakteryzowało się mięso przechowywane w atmosferze gazów kontrolowanych w porównaniu z mięsem przechowywanym w powietrzu atmosferycznym. W miarę przedłużania czasu przechowywania w obu metodach zarejestrowano zwiększenie udziału suchej masy. Wzrost ten był jednak większy w mięsie przechowywanym w atmosferze ochronnej (po 20 dobach – 25,80%) w porównaniu z przechowywaniem w powietrzu (po 15 dobach – 24,79%). Tendencje wzrostu względnej zawartości suchej masy w badanych podgrupach doświadczalnych mięsa były niewątpliwie następstwem rosnących ubytków na skutek wyciekania soku mięsnego i wysychania powierzchni mięsa w warunkach chłodniczych.

Spośród wielu wskaźników fizykochemicznych określających jakość mięsa, w badaniach uwzględniono: kwasowość, barwę i wodochłonność. Analizując zamieszczone w tab. 1 wartości pH<sub>1</sub> mierzone po 15–20 min od chwili uboju kurcząt można stwierdzić, że do doświadczenia wybrano dobre jakościowo próby mięśnia piersiowego. Wartości tego wskaźnika w badanych grupach były podobne i statystycznie nieistotne. Kształtowały się one w granicach od 5,9 do 6,0 i były zgodne z założeniami metodycznymi oraz normami referencyjnymi odpowiadającymi standardom jakościowym mięsa normalnego opracowanymi przez zespół autorów Niewiarowicz, Pikul [11] oraz Kijowski i wsp. [5]. Kwasowość badanego mięsa po 5 dobach przechowywania w obu technologiach przechowywania była podobna i statystycznie nieistotna. W miarę wydłużania czasu chłodniczego przechowywania wartości pH analizowanej tkanki mięśniowej wykazywały tendencje wzrostowe (przy  $p \leq 0,05$  i  $p \leq 0,01$ ) zależne od zastosowanych metod przechowywania. Najszybszy wzrost pH odnotowano w mięśniach piersiowych przechowywanych w powietrzu atmosferycznym po 15 dobach (pH – 5,94), natomiast zastosowanie kontrolowanej atmosfery ograniczyło wzrost badanego wskaźnika jakości mięsa i po 20 dobach przechowywania chłodniczego wynosił on 5,72. Uzasadniona wydaje się zatem sugestia, że wykazany w badaniach wolniejszy wzrost pH nieopakowanego mięsa kurcząt, przechowywanego w kontrolowanej atmosferze, w stosunku do wzrostu pH mięsa przechowywanego w powietrzu mógł wynikać z ograniczenia przez atmosferę ochronną zakresu zmian proteolitycznych białek mięśniowych, które zawsze prowadzą do stopniowej alkalizacji przechowywanego mięsa [2].

W badaniach własnych stwierdzono istotny wpływ metody i czasu przechowywania na jasność barwy mięsa kurcząt (tab. 1). Mięso przechowywane w atmosferze gazów kontrolowanych, szczególnie w czasie pierwszych 10 dób przechowywania, charakteryzowało się wyższym stopniem odbicia światła, a zatem jaśniejszą barwą w porównaniu z próbami przechowywanymi w powietrzu atmosferycznym. Dalsze wydłużanie czasu przechowywania chłodniczego powodowało eliminację różnic w jasności barwy pomiędzy mięsem przechowywanym w atmosferze gazów ochronnych i powietrzu atmosferycznym. Można więc sądzić, że na uzyskanie takich wyni-

Tabela 1

Zmiany ilościowo-jakościowe mięsa kurcząt brojlerów w zależności od metody i czasu przechowywania.  
Quantitative and qualitative changes in meat from broiler chickens depending on the freezing method and time of cold storage.

Wyszczególnienie Specification	Miara statystyczna Statistical measures	Metoda przechowywania / Method of storage								Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		Atmosfera kontrolowana / Controlled atmosphere				Powietrze atmosferyczne / Air				
		Czas przechowywania [doby] / Time of storage [days]								
		5 (A)	10 (B)	15 (C)	20 (D)	5 (E)	10 (F)	15 (G)		
Ubytki masy w procesie przechowywania [%] Weight losses during storage	$\bar{x}$	0,68	2,14	2,73	5,26	0,5	0,91	1,54	D > A, B, C, E, F, G <sup>xx</sup> C > E <sup>x</sup>	
	s	± 1,11	± 1,47	± 2,32	± 3,97	± 0,58	± 1,21	± 1,41		
Sucha masa [%] Dry matter	$\bar{x}$	25,11	25,33	25,49	25,8	23,98	24,63	24,79	D > B <sup>x</sup> ; A, E, F, G <sup>xx</sup> C > E, F, G <sup>xx</sup> ; B > G <sup>x</sup> , E, F <sup>xx</sup>	
	s	± 0,28	± 0,61	± 0,56	± 0,34	± 0,52	± 0,41	± 0,48		
pH <sub>1</sub>	$\bar{x}$	5,94	5,94	6,01	5,98	5,97	5,99	60,1		
	s	± 0,07	± 0,11	± 0,07	± 0,09	± 0,05	± 0,07	± 0,07		
pH (po przechowywaniu) (after storage)	$\bar{x}$	5,57	5,57	5,6	5,72	5,6	5,69	5,94	G > A, B, C, D, E, F <sup>xx</sup> D > A, B <sup>x</sup>	
	s	± 0,08	± 0,14	± 0,14	± 0,14	± 0,11	± 0,14	± 0,20		
Jasność barwy [%] Colour brightness	$\bar{x}$	36	33	30,9	29,3	31,2	31	29,7	A > C, D, E, F, G <sup>xx</sup> ; B <sup>x</sup> B > D <sup>xx</sup> ; G <sup>x</sup>	
	s	± 1,94	± 2,4	± 2,88	± 3,02	± 2,15	± 2,67	± 3,4		
Wodochłonność [cm <sup>2</sup> ] Water-holding capacity	$\bar{x}$	6,71	6,18	5,92	4,48	7,1	6,43	4,43	E, A, F, B, C > D, G <sup>xx</sup>	
	s	± 1,11	± 1,37	± 1,21	± 0,83	± 0,59	± 2,11	± 1,05		

<sup>x</sup> różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$  / <sup>x</sup> significant differences at a level of  $p \leq 0,05$

<sup>xx</sup> różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,01$  / <sup>xx</sup> significant differences at a level of  $p \leq 0,01$

Tabela 2

Charakterystyka mikroflory mięsa kurcząt brojlerów zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego.  
Description of microflora in meat from broiler chickens from broiler chickens, depending on the depending on the freezing method and time of cold storage.

Ogólna liczba bakterii [jtk/g] Total bacterial count	Miara statystyczna Statistical measure	Metoda przechowywania / Method of storage										Statystyczna istotność różnic Statistical significance of differences
		Atmosfera kontrolowana / Controlled atmosphere					Powietrze atmosferyczne / Air					
		Czas przechowywania [doby] / Time of storage [days]										
		5 (A)	10 (B)	15 (C)	20 (D)	5 (E)	10 (F)	15 (G)				
Metoda	$\bar{x}$	2,30E+05	5,80E+05	1,53E+06	1,73E+08	2,77E+06	7,59E+07	1,47E+08	D,G,F > A,B,C <sup>xx</sup>			
zalewowa	s	±8,91E+04	±8,38E+0,4	±9,68E+05	±5,05E+07	±1,19E+06	±5,22E+07	±4,97E+07	D > E,F <sup>xx</sup> , F > E <sup>xx</sup>			
Pouring	min	1,00E+05	4,40E+05	3,90E+05	1,00E+08	1,50E+06	7,30E+06	1,00E+08	G > E,F <sup>xx</sup>			
method	max	3,30E+05	6,90E+05	2,90E+06	2,40E+08	4,60E+06	1,30E+08	2,20E+08	E,C > A,B <sup>xx</sup>			

<sup>xx</sup> różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,01$

<sup>xx</sup> significant differences at a level of  $\leq 0,01$

ków pomiarów jasności barwy, szczególnie w początkowym okresie przechowywania, mógł mieć wpływ 5% dodatek tlenu do składu kontrolowanej atmosfery. Jak podają Lambert i wsp. [9] oraz Krala [8] niewielka ilość tlenu w składzie kontrolowanej atmosfery stabilizuje barwę mięsa, poprzez zmniejszenie zakresu redukcji pożądanej jasnoczerwonej oksymyoglobiny w barwnikach tkanki mięśniowej do ciemnoczerwonej mioglobiny.

Uzyskane wyniki wskazują na istnienie zależności między zmianą wodochłonności mięsa określoną metodą wycieku wymuszonego i wielkością uzyskanych ubytków masy w procesie przechowywania chłodniczego mięsa. Większe straty masy wody w czasie przechowywania ograniczały ilość wycieku wymuszonego z mięsa, co pozornie mogło wskazywać na lepszą wodochłonność dłużej przechowywanych mięśni piersiowych.

Przepisy żywnościowe określają szczegółowe normy badania mięsa na obecność mikroflory potencjalnie chorobotwórczej, jak również wskazują na konieczność badania ogólnego stopnia zakażenia mięsa przeznaczonego do przechowywania przez dłuższy czas. Orientacyjnym wskaźnikiem jakości mięsa chłodzonego jest najczęściej ogólna liczba bakterii w 1g. W tab. 2. przedstawiono wyniki badań mikrobiologicznych mięsa kurcząt w zależności od metody i czasu przechowywania chłodniczego. Z zamieszczonych danych wynika, że wraz z wydłużaniem czasu przechowywania chłodniczego w atmosferze gazów kontrolowanych odnotowano wolny i systematyczny wzrost stopnia zakażenia mikrobiologicznego mięsa. W 20 dobie przechowywania ogólna liczba drobnoustrojów w mięsie, badana metodą zalewową, przekroczyła akceptowaną wartość progową  $5 \cdot 10^6$  jtk w 1 g tkanki mięśniowej [13]. Wyniki oceny stanu zakażenia bakteryjnego nieopakowanego mięsa przechowywanego w powietrzu atmosferycznym wskazują, że już w 10 dobie przechowywania badane próby wykazywały stopień zakażenia, który według cytowanej normy wykluczał ich spożycie. Uzyskane wyniki wskazują, że gdyby jako kryterium oceny jakości nieopakowanego mięsa przyjąć zawartość ogólnej liczby drobnoustrojów w 1g, to okres przechowywania mięsa w atmosferze gazów kontrolowanych z dobrym skutkiem jakościowym wynosiłby 15 dób, a w powietrzu atmosferycznym nie dłużej niż 5 dób. Można zatem uznać, że zastosowanie kontrolowanej atmosfery o składzie 95% N<sub>2</sub> i 5% O<sub>2</sub> jest dobrym sposobem technologicznym na przedłużenie trwałości mięsa drobiowego.

## Wnioski

1. Zmiany właściwości fizykochemicznych mięśni piersiowych kurcząt zależały od metody i czasu przechowywania chłodniczego. W miarę wydłużania czasu przechowywania w temp. 2°C wzrastało stopniowo pH mięśni oraz następowało ciemnienie ich barwy. Te niekorzystne zmiany wolniej zachodziły w mięśniach prze-



- chowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych (o składzie 95% N<sub>2</sub> i 5% O<sub>2</sub>) niż w powietrzu atmosferycznym.
2. Stopień zakażenia mikrobiologicznego w czasie chłodniczego przechowywania mięśni kurcząt brojlerów, określany ogólną liczbą drobnoustrojów w 1 g, oraz wyniki fizykochemicznej oceny ich jakości ograniczały przydatność mięśni do spożycia. Wielkość zakażenia mikrobiologicznego uznano za zadawalającą, a oceniane zmiany jakościowe za niewielkie w mięśniach przechowywanych w atmosferze gazów kontrolowanych przez okres 15 dób. Natomiast w mięśniach przechowywanych w powietrzu atmosferycznym wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów oraz duże zmiany jakości ograniczały czas przechowywania chłodniczego mięśni do 5 dób.
  3. Zastosowana w badaniach metoda przechowywania mięśni piersiowych kurcząt brojlerów w atmosferze gazów kontrolowanych o składzie: 95% N<sub>2</sub> i 5% O<sub>2</sub> jest nowoczesnym i ekologicznym sposobem technologicznego przedłużania trwałości mięsa w stanie świeżym. Ponadto mieszanka gazowa uzyskiwana z fazy skroplonej stanowi medium chłodnicze.

### Literatura

- [1] Burbianka M., Pliszka A.: Mikrobiologia żywności. PZWL, Warszawa 1971.
- [2] 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.
- [3] Grabowski T.: Technologia mięsa drobiowego. WNT, Warszawa 1993.
- [4] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 1952, **32**, 295.
- [5] Kijowski J., Niewiarowicz A., Kujawska - Biernat B.: Biochemical and technological characteristics of hot chicken meat. *J. Food Technol.*, 1982, **17** (5), 553-560.
- [6] Kondratowicz J., Podlejska Ż.: Changes in the sensory quality of pork stored in the air and controlled atmosphere. *Natur Sci.*, 2001, **8**, 175-181.
- [7] Krala L., Mokrasieńska K., Michałowski S.: Niektóre aspekty chłodniczego przechowywania żywności w kontrolowanej i modyfikowanej atmosferze. *Zesz. Nauk. Politechniki Łódzkiej*, 1995, **54**, 57-75.
- [8] Krala L.: Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości chłodzonego mięsa kurcząt. *Wyd. Nauk. Politechniki Łódzkiej. Rozp. Nauk.*, 1999, **255**, 5-141.
- [9] Lambert A. D., Smith J. P., Dodds K. L.: Effect of headspace CO<sub>2</sub> concentration on toxin production by *Clostridium Botulinum* in MAP fresh pork. *J. Food Procet.*, **54** (8), 588-592.
- [10] Niewiarowicz A.: Meat anomalies in broilers. *Poult. Internat.* 1978, **1**, 50-51.
- [11] Niewiarowicz A., Pikul J.: pH – Wert der Hautoberfläche vor der Schlachtung als Indikator für PSE – und DFD – Fleisch bei Broilern. *Fleischwirtschaft*, 1979, **59** (3), 405-407.
- [12] Pikul J.: Rola modyfikowanej oraz kontrolowanej atmosfery w przechowywaniu schłodzonego mięsa. *Chłodnictwo*, 2001, **8-9**, 78-84.
- [13] PN-A-86520: 1998. Terminy trwałości drobiu i elementów z drobiu.
- [14] Rak L., Morzyk K.: Chemiczne badania mięsa. WAR, Wrocław 2002, s. 87-146.

## CHANGES IN THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF MEAT FROM BROILER CHICKENS DEPENDING ON THE METHOD AND TIME OF COLD STORAGE

### Summary

The experimental material were breast muscle samples taken from carcasses of the 'Ross 308' broiler chickens having a live weight of about 2700 g, and their quality being normal. 100 samples were collected, each weighing about 300 g. Two technologies of meat cold storage were employed, i.e. storage in a controlled atmosphere (95% of nitrogen and 5% of oxygen), and in the atmospheric air, the storing period was 5 (five) to twenty (20) days. It was stated that the level of microbiological infection during the cold storage of the samples as determined on the basis of a total micro-organism count and physicochemical properties of meat limited its keeping quality. In the samples that have been stored in a controlled atmosphere for 15 days, the level of the microbiological infection was low and the quality changes – minor. In the samples stored in the atmospheric air, a considerable increase in the total micro-organism count and significant quality changes limited the time of their cold storage to five days.

**Keywords:** chicken's meat, cold storage, controlled atmosphere, meat quality. 