

Dr inż. Małgorzata ORMIAN
Dr inż. Anna AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR
Dr hab. inż. Zofia SOKOŁOWICZ
Katedra Produkcji Zwierzęcej i Oceny Produktów Drobiarskich
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

JAKOŚĆ MIĘSA KUR Z CHOWU EKOLOGICZNEGO PO ZAKOŃCZONYM OKRESIE NIEŚNOŚCI®

Post egg-laying chickens meat quality from organic system®

Słowa kluczowe: obróbka termiczna, temperatura, jakość, kury po okresie nieśności.

W artykule przedstawiono ocenę wpływu gotowania i grillowania na jakość mięsa kur z chowu ekologicznego po zakończonym okresie nieśności. Zabiegi termiczne prowadzono do osiągnięcia temperatury $75\pm 2^{\circ}\text{C}$ i $85\pm 2^{\circ}\text{C}$ wewnątrz mięśnia piersiowego. W przeprowadzonych badaniach wykazano zarówno wpływ stosowanej obróbki termicznej, jak i temperatury wewnątrz mięśni na zawartość białka, zmniejszenie parametru jasności (L^), straty termiczne i kruchość mięsa. Ocena sensoryczna wykazała, że wyższym natężeniem i pożądalnością zapachu oraz pożądalnością smaku charakteryzowały się mięśnie grillowane, natomiast lepszą soczystością mięśnie gotowane.*

Key words: thermal processing, temperature, quality, post egg-laying chickens.

The article evaluates the influence of cooking and grilling on the quality of meat of post egg-laying chickens sourced from organic farms. The heating temperatures inside the breast muscles reaching between $75\pm 2^{\circ}\text{C}$ and $85\pm 2^{\circ}\text{C}$. The study revealed that the influence of thermal treatment as well as the meat's internal temperature on the protein content were differentiated regarding the brightness parameter (L^), thermal loss and the meat's tenderness. Consumers' assessment indicated that grilled meat was characterized by higher intensity of aroma and taste, while boiled meat showed better succulence.*

WSTĘP

Do chowu ekologicznego najczęściej wykorzystywane są kury ogólnoużytkowe, często rasy rodzime lub mieszańce przeznaczone do chowu ekstensywnego, w tym kury Rosa 1 [11, 16]. Są to mieszańce dwóch rodów Sussex i Rode Island Red przeznaczone do użytkowania w dwóch kierunkach - do produkcji jaj i mięsa. Kury ogólnoużytkowe utrzymywane w warunkach chowu ekologicznego po okresie użytkowania nieśnego mogą być źródłem mięsa o dobrych cechach jakościowych [11, 13]. Nie przedstawiają one dużej wartości handlowej, ale ich mięso może być doskonałym surowcem do produkcji tradycyjnych potraw, szczególnie w gospodarstwach prowadzących usługi agroturystyczne [6].

Mięso drobiowe przed spożyciem poddawane jest różnym procesom technologicznym lub kulinarnym. Istotny wpływ na jego właściwości ma obróbka termiczna, która polega na poddaniu produktów działaniu wysokiej temperatury. Celem tego procesu jest przedłużenie trwałości produktu, nadanie produktowi oczekiwanego zapachu, smaku i barwy oraz zwiększenie przyswajalności białek przez ich denaturowanie [1, 2, 12]. W zależności od rodzaju białek ich przemiany następują w różnych zakresach temperatur [3]. Wielkość tych zmian zależy od rodzaju stosowanego procesu cieplnego oraz czasu jego trwania [9].

Celem artykułu jest prezentacja wyników badań dotyczących jakości mięsa kur ogólnoużytkowych z chowu

ekologicznego po zakończonym okresie nieśności poddane różnym metodom obróbki termicznej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Surowiec do badań stanowiło 20 mięśni piersiowych wyprzeznaczonych z tuszek kur mieszańców Rosa 1 po zakończonym okresie nieśności. Kury utrzymywano w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym. Warunki chowu były zgodne z założeniami ekologicznej produkcji kur, określonymi przepisami unijnymi i krajowymi [14, 15]. Uboju dokonano po pierwszym okresie nieśności w 48 tygodniu życia ptaków, następnie tuszki poddano procesowi schładzania w temperaturze $+4^{\circ}\text{C}$. Po 24 godzinach od uboju dokonano uproszczonej dysekcji, według metody Ziółckiego i Doruchowskiego [20]. Z surowych mięśni piersiowych przed obróbką termiczną pobrano próbki do oznaczeń chemicznych. Zawartość azotu oznaczono metodą Kjeldahla (zestaw Foss Tecator, Höganäs, Sweden) i przeliczono na białko mnożąc przez współczynnik 6,25. Zawartość tłuszczu oznaczono metodą Soxhleta (aparatury Büchi Extraction System B-811, Flawil, Switzerland). Wysuszone w 105°C próbki ($5\text{g} \pm 0,001\text{g}$) poddano ekstrakcji stosując n-heksan jako rozpuszczalnik. Ilość tłuszczu oznaczono wagowo po usunięciu rozpuszczalnika. Zawartość popiołu całkowitego oznaczono po całkowitej mineralizacji 5g próbek mięsa w temperaturze $550-650^{\circ}\text{C}$ (piec mufowy Carbolite AAF1100, Hope Valley, UK).

Mięśnie piersiowe o wyrównanej gramaturze zważono z dokładnością do 0,1g i poddano obróbce termicznej: metodą gotowania w wodzie (n=20), stosunek mięsa/wody 1:2 (grupa A) oraz grillowania (n=20) z użyciem grilla elektrycznego (grupa B). W obu badanych metodach obróbki, zabiegi termiczne prowadzono do osiągnięcia wewnątrz mięśnia temperatury 75 ± 2 °C (I) oraz 85 ± 2 °C (II) przy wykorzystaniu termometru cyfrowego z sondą igłową. We wszystkich próbkach dokonano oceny: zawartości białka ogólnego, tłuszczu i popiołu (analogicznie jak dla mięśni surowych). Ubytki masy wyliczono na podstawie różnicy masy przed i po obróbce termicznej. Pomiar pH wykonano elektrodą sztyletową połączoną z pehametrem HI 99163 firmy Hanna. Oceny barwy powierzchni przekroju mięśnia dokonano z wykorzystaniem kolorymetru Chroma Meter (Konica Minolta Osaka, Japonia) z głowicą CR 400 w systemie CIE LAB, w skali $L^*a^*b^*$ (standardowy obserwator 2°, źródło światła D₆₅). Kruchość oceniono na podstawie pomiaru siły cięcia (F_{max}) przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell BT1-FR1.OTH.D14 (Zwick CmbH&Co.KG.Ulm, Niemcy) stosując nóż szerometryczny (V-blade) Warner-Bratzler przy prędkości przesuwu głowicy $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ i sile wstępnej 0,2 N (cięciu poddano słupki mięśni o przekroju 100 mm^2 i długości 50 mm). Ocenę sensoryczną mięsa poddanego obróbce termicznej przeprowadził 7 osobowy zespół oceniający według 5 – punktowej skali hedonicznej, w której 1 pkt. oznaczał najmniejszą pożądalność cechy, a 5 pkt. największą pożądalność. Ocenianymi wyróżnikami były: pożądalność i natężenie smaku oraz zapachu, soczystość i kruchość mięsa.

Uzyskane wyniki zweryfikowano statystycznie za pomocą programu Statistica 12. W opracowaniu wyników uwzględniono średnie arytmetyczne (\bar{x}), odchylenie standardowe (SD), standardowy błąd pomiaru średniej (SEM),

a także efekt główny (a – wpływ metody termicznej, b – wpływ temperatury wewnątrz mięśni) oraz efekt interakcji czynników (a x b) wykorzystując analizę wariancji Anova. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi w grupach szacowano stosując test Tukeya. Różnice przyjęto jako statystycznie istotne przy poziomie istotności $p \leq 0,05$, w przypadku braku istotności różnic użyto oznaczenie ns – nieistotne statystycznie.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Przeprowadzone badania wykazały, że surowe mięśnie piersiowe zawierały $23,02 \pm 0,36$ białka, $1,21\% \pm 0,15$ tłuszczu oraz $0,82 \pm 0,09\%$ popiołu. W badaniach własnych wykazano wpływ stosowanych metod obróbki termicznej i temperatury wewnątrz mięśni na zawartość białka w mięśniach piersiowych (tab. 1). Wyższą zawartość białka stwierdzono w mięśniach poddanych procesowi grillowania do temperatury wewnątrz mięśni 85°C . Podobne wyniki uzyskała Winiarska-Mieczan i Kwiecień [18] oraz Winiarska-Mieczan i in. [17] dla mięśni piersiowych kurecząt brojlerów grillowanych i gotowanych. W badaniach Augustyńska-Prejsnar i in. [3] wykazano, że w mięśniach piersiowych kurecząt brojlerów gotowanych i pieczonych do wyższej temperatury wewnątrz mięśni zawartość białka była większa. Również Barbanti i Pasquini [4] wykazali, że im wyższa temperatura i czas pieczenia, tym zawartość białka w mięsie jest większa.

W trakcie obróbki termicznej zmianie ulega barwa mięsa. Po ogrzaniu mięsa do temperatury powyżej 70°C następuje całkowita denaturacja mioglobiny [9]. Analizując wyniki pomiaru instrumentalnego barwy stwierdzono, że stosowane metody termiczne oraz temperatura wewnątrz mięśni miały

Tabela 1. Wpływ metod obróbki termicznej i temperatury wewnątrz mięśni na cechy fizykochemiczne mięśni piersiowych

Table 1. Impact of thermal treatment and internal breast muscles temperature on the physicochemical features ($\bar{x} \pm \text{SD}$)

Wyszczególnienie	A		B		SEM	Wpływ		
	I	II	I	II		a	b	a x b
Białko ogólne (%)	$30,04 \pm 1,12$	$34,11 \pm 1,43$	$33,64 \pm 1,25$	$36,02 \pm 1,61$	0,28	*	*	ns
Popiół (%)	$0,83 \pm 0,10$	$0,80 \pm 0,12$	$0,70 \pm 0,18$	$0,72 \pm 0,12$	0,01	ns	ns	ns
Tłuszcz (%)	$1,40 \pm 0,19$	$1,37 \pm 0,22$	$1,58 \pm 0,21$	$1,46 \pm 0,18$	0,02	ns	ns	ns
Barwa								
L*	$81,11 \pm 2,02$	$78,15 \pm 1,84$	$80,20 \pm 2,61$	$77,42 \pm 2,31$	0,19	*	*	ns
a*	$3,11 \pm 0,80$	$2,91 \pm 0,75$	$3,14 \pm 0,54$	$2,79 \pm 0,23$	0,05	ns	ns	ns
b*	$13,18 \pm 1,12$	$13,89 \pm 1,21$	$11,52 \pm 0,53$	$12,09 \pm 1,32$	0,07	*	ns	ns
Siła cięcia (N)	$28,62 \pm 2,11$	$30,90 \pm 2,82$	$25,20 \pm 2,01$	$28,90 \pm 2,16$	0,53	*	*	ns
Straty termiczne (%)	$26,72 \pm 2,11$	$34,38 \pm 2,65$	$24,67 \pm 2,71$	$31,41 \pm 2,03$	0,45	*	*	ns

A – mięśnie piersiowe gotowane; B – mięśnie piersiowe grillowane; I – $75\pm 2^\circ\text{C}$; II – $85\pm 2^\circ\text{C}$; a – wpływ metody termicznej; b – wpływ temperatury wewnątrz mięśni; a x b – wpływ metody termicznej i t temperatury wewnątrz mięśni; * – różnice statystycznie istotne $p \leq 0,05$; ns – różnice nieistotne statystycznie.

A – cooked breast muscles; B – grilled breast muscles; I – $75\pm 2^\circ\text{C}$, II – $85\pm 2^\circ\text{C}$; a – Impact of thermal treatment; b – impact of internal breast muscles temperature; a x b – impact of thermal treatment and internal breast muscles temperature; * – statistically significant differences $p < 0,05$; ns – differences statistically insignificant.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

istotny wpływ ($p \leq 0,05$) na zróżnicowanie prób pod względem parametru jasności (L^*). Jaśniejszą barwą (wyższą wartością parametru jasności L^*) charakteryzowały się mięśnie piersiowe gotowane do temperatury $75 \pm 2^\circ\text{C}$ wewnątrz mięśni (tab. 1). Uzyskane wyniki korespondują z badaniami Augustyńska-Prejsnar in. [3] prowadzonymi na mięśniach piersiowych gotowanych i pieczonych. Odmienne wyniki badań dla gotowanych mięśni piersiowych kur po okresie nieśności wykazali Chuaynukool i in. [5], a na mięśniach piersiowych kurcząt Pizato i in. [10]. W badaniach własnych wykazano, że większe wysycenie barwy w kierunku żółci (b^*) stwierdzono w metodzie gotowania. Uzyskane wyniki badań korespondują z wynikami Rizzi i in. [13] prowadzonymi na mięśniach piersiowych kur po okresie nieśności.

Istotnym efektem obróbki termicznej jest kształtowanie kruchości, jednego z najważniejszych wyróżników tekstury [19]. W badaniach własnych wykazano istotny wpływ ($p \leq 0,05$) zarówno metod obróbki termicznej, temperatury wewnątrz mięśni, jak i interakcji między tymi czynnikami (tab. 1). Mniejszą siłą cięcia, czyli lepszą kruchością charakteryzowały się mięśnie piersiowe poddane procesowi grillowania w porównaniu do mięśni gotowanych. Odmienne wyniki uzyskał Rizzi i in. [13] w badaniach prowadzonych na mięśniach piersiowych kur po okresie nieśności. W badaniach Augustyńskiej-Prejsnar i in. [3] oraz Ormian i in. [9], stwierdzono mniejszą siłę cięcia mięśni piersiowych poddanych procesowi pieczenia w porównaniu do gotowania. W badaniach własnych w obu metodach termicznych w wyższej temperaturze kruchość mierzona siłą cięcia była większa. Podobną zależność wykazała Augustyńska-Prejsnar i in. [3] w badaniach na mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów. Krawczyk i Puchała [6] podają, że mięso od kur po okresie nieśności charakteryzuje się mniejszą kruchością w porównaniu z mięsem młodych ptaków, co świadczy o zwiększeniu się zawartości kolagenu oraz grubości włókien mięśniowych.

O jakości sensorycznej mięsa decyduje smak, zapach, soczystość, barwa, kruchość oraz wygląd ogólny [8, 19, 22]. W przypadku mięsa od kur nieśnych cechy te zależą głównie od genotypu niosek, wieku ubijanych ptaków oraz od czynników środowiskowych, głównie możliwości korzystania z zielonych wybiegów, a także zastosowanych metod obróbki termicznej [6, 21]. W badaniach własnych wykazano istotny ($p \leq 0,05$) wpływ zastosowanych metod obróbki termicznej na natężenie i pożądalność zapachu oraz pożądalność smaku (tab. 2). Wyższą pożądalnością smaku i zapachu charakteryzowały się mięśnie piersiowe poddane procesowi grillowania. Zbliżone wyniki badań dla natężenia i pożądalności smaku uzyskali Augustyńska-Prejsnar i in. [3], Ormian i in. [9] oraz Kwiecień i in. [7], dla mięśni pieczonych i grillowanych w porównaniu z gotowanymi. W badaniach Puchała i in. [11] oraz Rizzi in. [13] wykazano, że mięśnie piersiowe kur różnych ras po zakończonym okresie użytkowania nieśnego były zróżnicowane pod względem smaku i zapachu. W badaniach własnych wykazano również istotny wpływ ($p \leq 0,05$) temperatury wewnątrz mięśni na kruchość, którą oceniono wyżej w mięśniach o temperaturze wewnątrz $75 \pm 2^\circ\text{C}$. Podobne wyniki uzyskała Augustyńska-Prejsnar i in. [3] w badaniach na mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów.

PODSUMOWANIE

W przeprowadzonych badaniach wykazano zarówno wpływ stosowanej obróbki termicznej, jak i temperatury wewnątrz mięśni na zawartość białka. Istotnie wyższą zawartość białka stwierdzono w mięśniach poddanych procesowi grillowania niż gotowania. Korzystniejsze dla zawartości białka było grillowanie do temperatury wewnątrz mięśnia $85 \pm 2^\circ\text{C}$, niż do temperatury $75 \pm 2^\circ\text{C}$.

Tabela 2. Wpływ metod obróbki termicznej i temperatury wewnątrz mięśni na cechy sensoryczne mięśni piersiowych (pkt.)

Table 2. Impact of thermal treatment and internal breast muscles temperature on the sensory features (pts.)

Cechy sensoryczne	Mięśnie piersiowe				SEM	Wpływ		
	A		B			a	b	a x b
	I	II	I	II				
Natężenie zapachu	3,82 ±0,21	3,62 ±0,30	4,80 ±0,24	4,61 ±0,15	0,11	*	ns	ns
Natężenie smaku	4,05 ±0,13	4,16 ±0,20	4,60 ±0,33	4,87 ±0,18	0,06	ns	ns	ns
Pożądalność zapachu	3,25 ±0,26	3,40 ±0,18	4,61 ±0,21	4,68 ±0,27	0,04	*	ns	ns
Pożądalność smaku	3,21 ±0,17	3,69 ±0,23	4,12 ±0,16	4,15 ±0,23	0,03	*	ns	ns
Soczystość	4,54 ±0,30	4,22 ±0,29	4,56 ±0,19	4,40 ±0,21	0,03	ns	ns	ns
Kruchość	3,61 ±0,22	3,10 ±0,27	4,20 ±0,18	4,00 ±0,29	0,04	ns	*	ns
Wygląd ogólny	4,31 ±0,26	4,40 ±0,21	4,68 ±0,24	4,61 ±0,31	0,03	ns	ns	ns

Objaśnienia: A – mięśnie piersiowe gotowane; B – mięśnie piersiowe grillowane; I – $75 \pm 2^\circ\text{C}$; II – $85 \pm 2^\circ\text{C}$; a – wpływ metody termicznej; b – wpływ temperatury wewnątrz mięśni; a x b – wpływ metody termicznej i temperatury wewnątrz mięśni; * – różnice statystycznie istotne $p \leq 0,05$; ns – różnice nieistotne statystycznie.

A – cooked breast muscles; B – grilled breast muscles; I – $75 \pm 2^\circ\text{C}$, II – $85 \pm 2^\circ\text{C}$; a – Impact of thermal treatment; b – impact of internal breast muscles temperature; a x b – impact of thermal treatment and internal breast muscles temperature, * – statistically significant differences $p < 0,05$; ns – differences statistically insignificant.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Stosowane metody termiczne oraz temperatura wewnątrz mięśni miały istotny wpływ na zróżnicowanie prób pod względem parametru jasności (L^*). Wyższym parametrem jasności L^* charakteryzowały się mięśnie piersiowe gotowane do temperatury $75 \pm 2^\circ\text{C}$ wewnątrz mięśni. Wyższy stopień wysycenia barwy mięsa w kierunku żółci (b) stwierdzono w metodzie gotowania w porównaniu do metody grillowania.

Wykazano istotny wpływ zarówno metod obróbki termicznej, jak i temperatury wewnątrz mięśni na straty termiczne i kruchość mięsa. Mniejszymi stratami termicznymi oraz lepszą kruchością, mierzoną siłą cięcia charakteryzowały się mięśnie piersiowe grillowane do temperatury $75 \pm 2^\circ\text{C}$.

W ocenie sensorycznej wykazano wpływ stosowanej metody obróbki termicznej na natężenie i pożądalność zapachu oraz pożądalność smaku. Istotnie wyższym natężeniem i pożądalnością zapachu oraz pożądalnością smaku charakteryzowały się mięśnie grillowane. Wykazano również istotny wpływ temperatury wewnątrz mięśni na ich kruchość, którą oceniono wyżej w mięśniach ogrzewanych do temperatury $75 \pm 2^\circ\text{C}$ wewnątrz mięśni.

LITERATURA

- [1] **ALINA A.R. 2012.** „Effect of grilling and roasting on the fatty acids profile of chicken and mutton”. *World Applied Sciences Journal* 17: 29-33.
- [2] **AUGUSTYŃSKA - PREJSNAR A., Z. SOKOŁOWICZ. 2014.** „Czynniki kształtujące jakość sensoryczną mięsa kurcząt brojlerów”. *Wiadomości Zootechniczne* 2: 108 – 116.
- [3] **AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR A., M. ORMIAN, Z. SOKOŁOWICZ. 2016.** „Wpływ obróbki termicznej i temperatury wewnątrz mięśni na jakość sensoryczną mięsa kurcząt brojlerów”. *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna* 4: 209-214.
- [4] **BARBANTI D., M. PASQUINI. 2005.** „Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat”. *Science Direct* 38: 895-901.
- [5] **CHUAYNUKOOOL K., S. WATTANACHANT, S. SIRIPONGVUTIKORN. 2007.** „Chemical and physical properties of raw cooked spent hen, broiler and thai indigenous chicken muscles in mixed herbs acidified soup (tom yum)”. *Journal Food Technology* 5, 2: 180-186.
- [6] **KRAWCZYK J., M. PUCHAŁA. 2015.** „Praktyczne aspekty ochrony bioróżnorodności drobiu – dwukierunkowe wykorzystywanie wybranych populacji kur”. *Polskie Drobiarstwo* 1: 2–6.
- [7] **KWIECIEŃ M., A. WINIARSKA-MLECZAN, R. KRUSIŃSKI, K. KWIATKOWSKA. 2014.** „Ocena sensoryczna mięśni piersiowych kurcząt brojlerów otrzymujących chylat Fe z glicyną”. *Problemy Higieny Epidemiologii* 95: 134-137.
- [8] **MOCZKOWSKA M., F. ŚWIDERSKI. 2012.** „Związki lotne kształtujące smakowitość mięsa”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 1: 87-92.
- [9] **ORMIAN M., A. AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR, Z. SOKOŁOWICZ. 2015.** „Wpływ obróbki termicznej na wybrane cechy jakości mięśni piersiowych kurcząt z chowu wybiegowego”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 43-46.
- [10] **PIZATO S., W.R. CORTEZ-VEGA, C. PRENTICE. 2015.** „Quality assessment of cooked chicken breast meat at different storage temperatures”. *International Food Research Journal* 22, 1: 143-154.
- [11] **PUCHAŁA M., J. KRAWCZYK, J. CALIK. 2014.** „Influence of origin of laying hens on the quality of their carcasses and meat after the first laying period”. *Annals Animal Science* 3: 685-696.
- [12] **RAKOWSKA R., A. SADOWSKA., J. BATOGOWSKA, B. WASZKIEWICZ- ROBAK. 2013.** „Wpływ obróbki termicznej na zmiany wartości odżywczej mięsa”. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2: 113-117.
- [13] **RIZZI C., A. MARANGON., G. M. CHERICATO. 2007.** „Effect of genotype on slaughtering performance and meat physical and sensory characteristics of organic laying hens”. *Poultry Science* 86: 128–135.
- [14] **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ROLNICTWA I ROZWOJU WSI** w sprawie niektórych warunków produkcji ekologicznej z dnia 18 marca 2010 r. *Dz.U. Nr 56, poz. 348*, wraz z później wprowadzonymi zmianami.
- [15] **ROZPORZĄDZENIE RADY** nr 834/207, Rozporządzenie Komisji WE nr 889/2008, Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 roku o rolnictwie ekologicznym *Dz.U. Nr 116, poz. 975*.
- [16] **SOKOŁOWICZ Z., J. KRAWCZYK, S. ŚWIĄTKIEWICZ. 2016.** „Quality of poultry meat from native chicken breeds a review”. *Annals Animal Science* 2: 347-368.
- [17] **WINIARSKA-MIECZAN A., M. KWIECIEŃ, E.R. GRELA, E. TOMASZEWSKA, R. KLEBANIUK. 2016.** „The chemical composition and sensory properties of raw, cooked and grilled high meat of broiler chickens fed with Fe-Gly chelate”. *Journal Food Technology* 53, 10: 3825-3833.
- [18] **WINIARSKA-MIECZAN A., M. KWIECIEŃ. 2015.** „The effects of copper-glycine complexes on chemical composition and sensory attributes of raw, cooked and grilled chicken meat”. *Journal Food Technology* 52, 7: 4226-4235.
- [19] **ZDANOWSKA-SĄSIĄDEK Ź., M. MICHALCZUK, M. ARCINKOWSKA-LESIĄK, K. DAMAZIAK. 2013.** „Czynniki kształtujące cechy sensoryczne mięsa drobiowego”. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 3: 344–353.
- [20] **ZIOŁECKI J., W. DORUCHOWSKI. 1989.** *Metoda oceny wartości rzeźnej drobiu*. COBRD Poznań.
- [21] **ZHUANG H., E. M. SAVAGE, D. P. SMITH, M. E. BERRANG. 2009.** „Effect of dry-air chilling on sensory descriptive profiles of cooked broiler breast meat deboned four hours after the initiation of Schilling”. *Poultry Science* 88: 1282–1291.
- [22] **ZHUANG H., E. M. SAVAGE. 2012.** „Effects of fillet weight on sensory descriptive flavor and texture profiles of broiler breast meat”. *Poultry Science* 91: 1695–1702.