

## Porównanie właściwości fizykochemicznych i sensorycznych mięśni piersiowych kapłonów w zależności od rasy

Iwona Bałdyga, Iwona Chwastowska-Siwiecka

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Bioinżynierii Zwierząt,  
Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych,  
ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn*

W Polsce po II wojnie światowej chów kapłonów został znacznie ograniczony na skutek wprowadzenia zakazu kastracji ptaków. Obecnie zabieg kastracji kogutów przeprowadza się głównie w Chinach, USA, na Tajwanie oraz we Francji, Hiszpanii i Włoszech. W takich krajach jak Hiszpania, Francja czy Węgry produkcja kapłonów przyczynia się natomiast do zachowania zasobów genetycznych drobiu (Calik i in., 2015). Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 543/2008 z dnia 16 czerwca 2008 r. kastracja chirurgiczna jest dozwolona, co przyczyniło się do ponownego wzrostu liczby hodowców określonych ras wykorzystywanych do kapłonowania (Zawacka, 2014). Według cytowanego powyżej rozporządzenia kapłony muszą być tuczone przez okres co najmniej 77 dni po kastracji i poddane ubojowi w wieku minimum 140 dni. Jednocześnie nie została określona maksymalna dopuszczalna granica czasu odchowu ptaków. Pomimo to wielu autorów podjęło badania dotyczące jakości mięsa kapłonów różnych ras utrzymywanych do 24 tygodni (Calik, 2015; Calik i in., 2017) oraz porównania cech fizykochemicznych mięśni piersiowych i udowych kogutów oraz kapłonów w różnym wieku, a mianowicie w 16., 18., 20. tyg. życia (Adamski i in., 2016). Uzyskane przez Calik (2015) wyniki potwierdziły, że mięśnie piersiowe kapłonów rasy Żółtonóżka kuropatwiana, a zwłaszcza mięśnie nóg charakteryzowały się lepszą zdolnością utrzymywania wody i kruchością, mniejszym wyciekami naturalnym oraz termicznym, a także wyższymi notami punktowymi analizowanych wyróżników sensorycznych. Calik i in. (2017) wykazali również korzystny wpływ kastracji kogutów Rhode Island Red (R-

11) na wydajność rzeźną i umięśnienie tuszek, a także wzrost udziału białka ogólnego, większą wodochłonność, lepszą kruchość oraz jakość sensoryczną mięśni piersiowych i nóg w porównaniu do prób pozyskanych od niekastrowanych kogutów. Pomimo wyższej zawartości tłuszczu surowego w mięśniach, jego jakość charakteryzowała się korzystniejszym profilem kwasów tłuszczowych, tj. niższym udziałem SFA i wyższym PUFA, głównie *n-6* i *n-3*. W badaniach Adamskiego i in. (2016) odnotowano, że mięso kapłonów odznaczało się dobrą wartością odżywczą określoną przez podstawowy skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne. Ponadto, cytowani autorzy stwierdzili, że ze względu na znaczną ilość tłuszczu śródwłókiennkowego mięso to jest bardziej miękkie, a tym samym może być preferowane przez konsumentów w porównaniu z mięsem koguta. Z kolei Díaz i in. (2010) zajmowali się jednocześnie określeniem wpływu rasy oraz wieku (20, 24, 28 i 32 tyg.) kapłonów na skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mięśni piersiowych i podudzia. Cytowani autorzy wykazali, że mięso kapłonów Mos cechowało się niższą zawartością lipidów w podudziu, mniejszą zdolnością utrzymywania wody, większym wyciekami naturalnym, a także było jaśniejsze i mniej czerwone niż mięso kapłonów rasy Sasso T-44 i X-44. Jednocześnie na skład chemiczny, pH, wodochłonność, barwę i teksturę mięsa istotnie wpływał wiek kapłonów, a mianowicie – mięśnie piersiowe i podudzia najmłodszych kapłonów odznaczały się wyższą zawartością popiołu, wyższą wartością pH, mniejszą wodochłonnością, większym ubytkiem naturalnym i jasnością oraz niższą wartością siły cięcia niż starszych ptaków.

Tor i in. (2002) podają, że kapłony przy dłuższym okresie utrzymania (tj. 28 tyg.) są cięższe niż niekastrowane koguty. Lin i Hsu (2003) również zaobserwowali poprawę jakości mięsa (barwy i siły cięcia) wraz z wiekiem kapłonów. Ptaki poddane kastracji osiągają większe masy ciała w krótszym czasie, a pozyskane mięso jest drobnowłókniste i bardziej otłuszczone. Niezbędne jest zastosowanie odpowiedniej diety, co powoduje warstwowe i stopniowe odkładanie tłuszczu w mięśniach (Gogolewski i Czerwiński, 2012).

Zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem, żywienie kapłonów powinno opierać się przede wszystkim na paszach gospodarskich wolnych od zanieczyszczeń i niezmodyfikowanych genetycznie, ze znacznym udziałem pasz objętościowych. Jednocześnie, około 70% dawki powinny stanowić zboża (np. kukurydza, pszenica, owies, jęczmień). Zaleca się także stosowanie kilku okresów odchowu (2 lub 3), które różnią się składem dawki pokarmowej (Rozporządzenie Komisji (WE) nr 534/2008). Badania wykonane przez Tor i in. (2005), Chen i in. (2006), Sirri i in. (2009), Sinanoglou i in. (2011) oraz Volk i in. (2011) wskazują, że proporcje tkanki tłuszczowej są znacznie wyższe a gromadzenie tłuszczu podskórnego i śródmięśniowego intensywniejsze u kapłonów niż u niekastrowanych kogutów. Dzięki temu tkanka mięśniowa charakteryzuje się lepszymi cechami sensorycznymi, tj. soczystością, delikatnością, kruchością i smakiem, a tym samym mięso jest bardziej atrakcyjne. Według badań Díaz i in. (2010), skład chemiczny mięsa kastrowanych kogutów nie zależy od rasy, a jedynie niektóre parametry ulegają zmianie w różnym stopniu wraz z wiekiem. Uwzględniając powyższe informacje przeprowadzono badania, których celem było porównanie parametrów fizykochemicznych oraz wyróżników jakości sensorycznej mięśni piersiowych kapłonów rasy Rhode Island Red, Leghorn i Zielononóżka kuropatwiana.

### Material i metody

Materiał doświadczalny stanowiło po 11 kogutów rasy Rhode Island Red (R-11, RIR) i Zielononóżka kuropatwiana (Zk) oraz 10 rasy Leghorn (Lg). Ptaki odchowywano w Pawilonie doświadczalnym Katedry Towaroznawstwa Ogólnego i Doświadczalnictwa UWM w Olsztynie do wieku 28 tygodni i uzyskania średniej masy ciała w wysokości odpowiednio: 2,99, 2,17 i 2,27 kg. Ka-

strację chirurgiczną 32 kogutów przeprowadzono w 8. tygodniu życia ptaków. Kapłony przez cały okres utrzymywano w zamkniętym pomieszczeniu w metalowych kojcach, na głębokiej ściółce oraz żywiono *ad libitum* mieszankami pełnoporcjowymi (dieta 1–8 tyg. i dieta 9–28 tyg.), zawierającymi odpowiednio: 18,77 i 20,88% białka ogólnego, 2,81 i 3,64% tłuszczu surowego, 5,22 i 5,47% popiołu surowego, 2,51 i 2,55% włókna surowego oraz 11,64 i 11,94 MJ/kg. W skład diety 1 i 2 wchodziły: zmielone ziarno pszenicy, mączka kukurydziana, poekstrakcyjna śruta sojowa, poekstrakcyjna śruta rzepakowa, chlorek sodu, węglan wapnia, fosforan monowapniowy, DL-metionina, L-lizyna HCl, L-treonina, premiks mineralno-witaminowy. Dodatkowo w diecie 2 zastosowano olej sojowy w ilości 2,60% (Zawacka i in., 2017, 2018). W trakcie odchowu ptaki miały zapewnione identyczne warunki zoohigieniczne oraz stały dostęp do wody. Po zakończeniu tuczu kapłony poddano 24-godzinnej głodówce przedubojowej. Następnie wykonano ubój i obróbkę poubojową zgodnie z procedurami obowiązującymi w przemyśle drobiarskim (Rozporządzenie Rady (WE) Nr 1099/2009). W czasie 15 min oraz 24 h *post mortem* w lewym mięśniu piersiowym (*m. pectoralis*) tuszek wykonano pomiar pH za pomocą pehametru 340i z czujnikiem temperatury TFK 150/E firmy WTW. Po obróbce poubojowej tuszki schładzano w szafie wychładzalniczej firmy FROST w temperaturze  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  i wilgotności względnej powietrza około 85% przez okres 24 h. Następnie tuszki poddano podziałowi technologicznemu w celu pozyskania poszczególnych elementów dysekcyjnych.

Materiał badawczy obejmował łącznie 32 lewe mięśnie piersiowe (*m. pectoralis*) pozyskane od 32 kapłonów, które cechowały się dobrą jakością, a mianowicie wartości  $\text{pH}_{15}$  wynosiły od 5,90 do 6,20 (eliminacja mięśni z wadami PSE i DFD). W celu właściwego przygotowania poszczególnych próbek do analiz laboratoryjnych z powierzchni mięśni usunięto zewnętrzną tkankę tłuszczową i błony otaczające. W następnej kolejności wykonano analizy ilościowo-jakościowe w Laboratorium Oceny Jakości Mięsa Katedry Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, które obejmowały:

- pomiar odczynu tkanki mięśniowej (próbka zmielona) wykonany w homogenacie wodnym mięsa ( $\text{pH}_u$ ), przyjmując stosunek

ilościowy mięsa do wody redestylowanej w proporcji 1:1 (PN-ISO2917:2001/Ap1:2002). W tym celu użyto pH-metru 340i z czujnikiem temperatury TFK 150/E, firmy WTW, wyposażonego w elektrodę szklaną kombinowaną (Double Pore) firmy Hamilton. Przed wykonaniem pomiarów urządzenie kalibrowano według buforów o znanym pH;

- oznaczenie wycieku termicznego (Honi-  
kel, 1998) poprzez pasteryzowanie zwa-  
żonej próbki mięsa (około 50 g) w wo-  
reczkach strunowych (PE), zanurzonych  
w łaźni wodnej w temperaturze 80°C przez  
50 min. Próbki następnie schłodzono (30  
min) pod strumieniem zimnej wody, osu-  
szono i zważono z dokładnością do 0,01 g  
na wadze elektronicznej. Wartość wycie-  
ku termicznego (%) ustalono wyliczając  
różnicę między masą próbki mięsa przed  
i po obróbce cieplnej;
- oznaczenie wodochłonności metodą  
Grau'a i Hamma (Van Oeckel i in., 1999)  
poprzez umieszczenie zmielonej próbki  
(około 300 mg) na bibule Whatman nr  
1. Bibulę wraz z próbką wkładano po-  
między dwie szklane płytki i poddawano  
naciskowi 5 kg przez okres 5 minut. Po  
upływie założonego czasu wyciskania  
obrysowano na bibule granicę powierzchni  
zajmowanej przez próbkę mięsa oraz  
wyciek soku mięsnego, które następnie  
planimetrovano. Miarą wielkości wy-  
cieku wymuszonego soku mięsnego była  
różnica obu powierzchni, którą pomno-  
żono przez 0,3 g i przeliczono na naważ-  
kę – stanowiło to wynik interpretujący  
wodochłonność (cm<sup>2</sup>) (większa wartość  
– mniejsza wodochłonność mięsa);
- charakterystykę barwy mięśni na pod-  
stawie wartości parametrów L\*, a\*, b\*  
w układzie CIE LAB (CIE, 1978) metodą  
odbiciową za pomocą aparatu MiniScan  
XE Plus firmy HunterLab przez bezpo-  
średni 3-krotny pomiar ich powierzchni  
wykonany w tych samych 3 punktach  
pomiarowych. Zastosowano źródło świa-  
tła D<sub>65</sub> i standardowy obserwator kolory-  
metryczny o polu widzenia 10°. Pomia-  
ry przeprowadzono po 0,5-godzinnym  
przetrzywaniu mięśni w temperaturze

4°C. Przed każdą sesją pomiarową aparat  
kalibrowano wobec wzorca bieli i czerni;  
– ocenę właściwości sensorycznych okre-  
śloną na próbach poddanych obróbce  
termicznej w 0,62% roztworze NaCl  
(stosunek wagowy roztworu do próbki  
mięsa 2:1) w temperaturze 96°C do czasu  
uzyskania wewnątrz próbki temperatury  
80°C (według metody Baryłko-Pikielnej  
i Matuszewskiej, 2009). W ocenie mięsa  
przeprowadzonej przez 5-osobowy zespół  
o sprawdzonej wrażliwości sensorycz-  
nej zastosowano 5-punktową skalę ocen  
rozszerzoną o noty połówkowe (PN-ISO  
4121:1998), uwzględniając następujące  
wyróżniki jakościowe: zapach, soczy-  
stość, kruchość i smakowitość. Dla po-  
szczególnych wyróżników każdemu stop-  
niowi skali była przypisana odpowiednia  
definicja jakości (1-zła, 2-niedostateczna,  
3-dostateczna, 4-dobra, 5-bardzo dobra).

Otrzymane wyniki badań poddano analizie  
statystycznej, wyliczając podstawowe miary  
( $\bar{x}$ , s). Istotność różnic między wynikami bada-  
nych cech w poszczególnych grupach doświad-  
czalnych określono za pomocą jednoczynnikowej  
analizy wariancji oraz testu Tukey'a dla różnych  
N, stosując licencjonowany program komputerowy  
Statistica wersja 13.1 (StatSoft Inc., 2011).

### Wyniki i ich omówienie

Istotnym czynnikiem, od którego zależy  
kierunek przemian biofizykochemicznych jest  
odczyn mięsa, będący również wskaźnikiem mó-  
wiącym o zróżnicowaniu jakości i przydatności  
technologicznej surowca, a także stanowiący  
czynnik hamujący rozwój mikroflory bakteryjnej.  
Duży wpływ na zmiany kwasowości tkanki mię-  
śniowej mają czynniki genetyczne, środowiskowe,  
a także postępowanie przedubojowe ze zwierzę-  
tami, natomiast od tego parametru zależy barwa,  
wodochłonność, kruchość i smak mięsa. Jakość  
przetwórcza jest determinowana przez takie wła-  
ściwości fizykochemiczne mięsa, jak wyciek  
swobodny, termiczny i wymuszony. Według Choi  
i in. (2016), Ormian i in. (2015) oraz Skomoruchy  
i Sosnowki-Czajki (2015) ubytki termiczne  
są niepożądane ze względu na straty rozpuszczal-  
nych składników oraz zmniejszenie soczystości  
mięsa. Wielkość strat podczas ogrzewania mięsa  
zależy od temperatury oraz czasu obróbki ale tak-

że wyjściowej zawartości wody i tłuszczu w mięsie. Barbanti i Pasquini (2005) wykazali, że krótki czas obróbki termicznej i niższa temperatura powodują mniejsze straty w czasie tego procesu. W badaniach własnych (tab. 1) potwierdzono, że kwasowość końcowa ( $pH_u$ ) mięśni piersiowych zależy od rasy kapłonów. Wykazano, że mięśnie piersiowe kapłonów rasy Leghorn i Zielononóżka kuropatwiana charakteryzują się istotnie ( $P \leq 0,01$ ) wyższą wartością  $pH_u$  – odpowiednio: 6,14 i 6,04 oraz wycieku termicznego – średnio 27,49%. Odnotowano, że istotnie ( $P \leq 0,01$ ) największą wodochłonnością ( $0,42 \text{ cm}^2$ ), a tym samym najlepszą zdolnością utrzymania wody własnej i dodanej cechowały się mięśnie kapłonów rasy Zielononóżka kuropatwiana w porównaniu z pozostałymi analizowanymi próbami mięsa.

Barwa jest istotnym parametrem określającym przydatność technologiczną mięsa jako surowca (Marcinkowska-Lesiak i in., 2013; Ormian i in., 2015). Zawartość barwników hemowych za-

leży od genotypu ptaków, wieku, płci, żywienia, rodzaju i aktywności mięśni, a barwa głównie od zawartości mioglobiny i tłuszczu śródmięśniowego (Augustyńska-Prejsnar i Sokołowicz, 2014). Czynniki te mają również bezpośredni wpływ na kwasowość mięsa, która z kolei jest ściśle związana ze zdolnością do zatrzymywania wody (Fleather, 2002).

Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono istotny ( $P \leq 0,01$ ) wpływ rasy kapłonów na jasność barwy ich mięśni. Najjaśniejsze próby mięśni piersiowych pozyskano od kapłonów RIR ( $L^*=59,20$ ), a najciemniejsze od Zielononóżki kuropatwianej, o czym świadczyła uzyskana średnia wartość wynosząca  $L^*=54,82$ . Najwyższy udział barwy czerwonej wynoszący  $a^*=7,11$ , który korespondował z niską wartością  $L^*$  odnotowano w przypadku mięśni pozyskanych od kapłonów Zk, natomiast najniższą wartość tróchromatycznej żółtej w mięśniach kapłonów rasy Leghorn  $b^*=16,74$ .

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne mięśni piersiowych kapłonów w zależności od rasy ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 1. Physicochemical properties of breast muscles of capons depending on the breed (mean  $\pm$  SD)

Wyszczególnienie Item	Kapłony – Capons			P-poziom istotności P-value
	Rhode Island Red (n=11)	Leghorn (n=10)	Greenleg Partridge (n=11)	
$pH_u - pH_{ultimate}$	5,87 B $\pm$ 0,06	6,14 A $\pm$ 0,11	6,04 A $\pm$ 0,09	$\leq 0,001$
Wyciek termiczny (%) Thermal loss (%)	25,47 B $\pm$ 0,35	27,20 Ab $\pm$ 0,35	27,79 Aa $\pm$ 0,33	$\leq 0,001$
Wodochłonność ( $\text{cm}^2$ ) Water holding capacity ( $\text{cm}^2$ )	1,05 A $\pm$ 0,13	1,02 A $\pm$ 0,04	0,42 B $\pm$ 0,32	$\leq 0,001$
Parametry barwy: Colour parameters: $L^*$ – jasność – lightness	59,20 A $\pm$ 0,21	55,83 B $\pm$ 0,35	54,82 C $\pm$ 0,23	$\leq 0,001$
$a^*$ – barwa czerwona – redness	6,58 B $\pm$ 0,17	6,33 B $\pm$ 0,22	7,11 A $\pm$ 0,17	$\leq 0,001$
$b^*$ – barwa żółta – yellowness	17,98 A $\pm$ 0,26	16,74 B $\pm$ 0,24	17,39 A $\pm$ 0,35	$\leq 0,001$

Wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie: A, B, C – przy  $P \leq 0,01$ ; a, b – przy  $P \leq 0,05$ .

Means values in rows denoted by different letters differ statistically significantly: A, B, C – at  $P \leq 0,01$ ; a, b – at  $P \leq 0,05$ .

Według badań Volk i in. (2011), zabieg kapłonizacji w 52. dniu nie wpłynął na zmiany kwasowości, jasności i udziału barwy żółtej mierzonej na przekroju mięśni piersiowych kogutów i kapłonów rasy Prelux-G, utrzymywanych 185 dni w chowie ekologicznym. Cytowani autorzy wykazali, że pH mięśni kapłonów wynosiło 5,88, natomiast wartości parametrów barwy kształtowały się na poziomie odpowiednio:  $L^*=46,2$ ,  $a^*=17,8$  i  $b^*=9,3$ . Amorim i in. (2016) stwierdzili istotne różnice w barwie czerwonej mięsa 20-tyg. kapłonów ( $a^*=12,9$ ) i kogutów ( $a^*=9,32$ ). Sirri i in. (2009) uzyskali natomiast niższe niż w badaniach własnych wartości  $pH_u$  (5,71) oraz wycieku termicznego (20,50%) mięśni piersiowych kapłonów mieszańców Hubbard x Golden Comet. Według powyższych autorów mięśnie cechowały się również niższymi wartościami parametrów barwy, a mianowicie:  $L^*=53,58$ ,  $a^*=1,70$  i  $b^*=12,34$ . W doświadczeniu przeprowadzonym przez Miguela i in. (2008) mięśnie piersiowe 29-tyg. kapłonów Castellana Negra odznaczały się mniejszą wodochłonnością (6,19 cm<sup>2</sup>) i wartością  $pH_{24}$  na poziomie 5,90. W badaniach wykonanych przez Adamskiego i in. (2016) wykazano, że wartości jasności i barwy czerwonej mięśni piersiowych 20-tyg. kapłonów i kogutów rasy Sussex (S-11) były podobne i wynosiły średnio: 52,54 i 0,63. W przypadku barwy żółtej wartość ta była niższa u kapłonów o 0,75 w stosunku do mięśni kogutów ( $b^*=11,59$ ) analizowanych przez autora. Według Calik i in. (2017), mięśnie piersiowe 24-tyg. kapłonów rasy RIR (R-11) odznaczały się niższym niż w badaniach własnych wyciekiem termicznym (22,05%) oraz wyższą wartością jasności ( $L^*=62,61$ ) i barwy czerwonej ( $a^*=10,22$ ), a także niższym udziałem żółtej ( $b^*=9,73$ ) mierzonej na wewnętrznej powierzchni prób. Calik i in. (2015) wykazali natomiast, że mięśnie piersiowe kapłonów Zk odchowywanych 24 tyg. cechowały się małym wyciekiem termicznym (16,11%), większą jasnością (55,44) i udziałem barwy czerwonej (9,46) oraz niższą wartością składowej żółtej (9,13) mierzonej na wewnętrznej powierzchni w porównaniu do wyników własnych. Badania prowadzone przez Calik i in. (2015, 2017) potwierdziły, że mięśnie piersiowe kapłonów Zk i RIR charakteryzowały się bardziej korzystną wodochłonnością, z tendencją do mniejszej utraty wody i mniejszych strat podczas

obróbki cieplnej. Díaz i in. (2010) stwierdzili, że mięśnie piersiowe 28-tyg. kapłonów rasy Mos, T-44 i X-44 charakteryzowały się małym wyciekiem termicznym, średnio na poziomie 18,7%, natomiast wykonany na przekroju poprzecznym mięśni pomiar potwierdził ich ciemniejszy barwę ( $L^*=44,9$ ) z małym udziałem składowej czerwonej ( $a^*=0,53$ ) i żółtej ( $b^*=5,87$ ). Porównanie badań własnych z wynikami uzyskanymi przez cytowanych powyżej autorów wykazało, że wyciek termiczny był zdecydowanie większy a wodochłonność lepsza we wszystkich analizowanych mięśniach pozyskanych od kapłonów (RIR, Lg i Zk). Próby charakteryzowały się jasną barwą z wysokim udziałem czerwonej i żółtej, o czym świadczyły otrzymane średnie wartości, wynoszące odpowiednio: 56,62, 6,67 i 17,37. Zbliżonymi wynikami do własnych cechowały się analizowane przez Rikimaru i in. (2009) zmielone mięśnie piersiowe 26-tyg. kapłonów Hinai-jidori, których wartość  $L^*$  wynosiła 56,5, a trójchromatyczna  $a^*$  i  $b^*$  kształtowała się na poziomie odpowiednio: 5,5 i 14,8. Podobną tendencję w wartościach jasności ( $L^*=52,23$ ) oraz składowej czerwonej ( $a^*=6,31$ ) i żółtej barwy ( $b^*=13,23$ ) mierzonych na powierzchni zewnętrznej mięśni piersiowych 26-, 30- i 34-tyg. kapłonów Lohmann Silver, przy jednocześnie niskiej średniej zawartości tłuszczu śródmięśniowego (1,19%) otrzymali w swoich badaniach Symeon i in. (2012). Odnotowano, że mięśnie kapłonów ras RIR, Lg i Zk charakteryzują się znacznie jaśniejszym i bardziej żółtym zabarwieniem, a zależność tę potwierdzają również w swoich badaniach Symeon i in. (2010), Miguel i in. (2008), Sirri i in. (2009) oraz Adamski i in. (2016). Zaobserwowane różnice parametrów fizykochemicznych (wodochłonności, wycieku termicznego i barwy) mięśni piersiowych kapłonów trzech analizowanych ras w stosunku do wyników badań innych autorów (Díaz i in., 2010; Volk i in., 2011; Calik i in., 2015, 2017) mogą wynikać ze sposobu przygotowania prób do oznaczeń, warunków oraz miejsca pomiaru w przypadku barwy oraz wykorzystania innych ras, sposobu żywienia, terminu kastracji i długości odchovu ptaków. Na wysoką wartość trójchromatycznej żółtej barwy mogło mieć natomiast wpływ znaczne otłuszczenie podskórne oraz międzymięśniowe kapłonów, a także pomiar wykonany na zewnętrznej powierzchni mięśni piersiowych po zdjęciu skóry.

Jak podają Augustyńska-Prejsnar i Sokółowicz (2018), cechy sensoryczne mięsa zależą głównie od wieku ubijanych ptaków, czynników środowiskowych oraz metody obróbki termicznej, która jest zasadniczym determinantem wpływającym na wykształcenie specyficznego profilu smakowo-zapachowego mięsa. Stężenie prekursorów smakowych wzrasta natomiast wraz z wiekiem ptaków, osiągając szczyt po uzyskaniu dojrzałości płciowej, dlatego mięso starszych ptaków ma bardziej intensywny, a także bardziej charakterystyczny zapach i smak. W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych pomiędzy analizowanymi mięśniami kapłonów w odniesieniu do cech sensorycznych (tab. 2). Pomimo to, w ocenie panelu sensorycznego natężenie i pożądalność zapachu oraz smakowitość mięśni kapłonów Zk uzyskały najwyższe noty, wynoszące odpowiednio: 4,00 i 4,05 oraz 3,88 pkt. Na uzyskaną w badaniach własnych jakość sensoryczną na poziomie dostatecznym – niezależnie od rasy kapłonów – w przypadku pozostałych wyróżników mogły mieć wpływ warunki przygotowania mięsa do oznaczeń, a mianowicie: czas, temperatura we-

wnątrz prób oraz temperatura medium ogrzewającego, niska zawartość tłuszczu śródmięśniowego oraz stan hydratacyjny tkanki mięśniowej. W dostępnej literaturze prezentowany przez autorów sposób obróbki termicznej mięśni piersiowych czy nóg kapłonów jest zróżnicowany i polega na gotowaniu, pieczeniu czy smażeniu z zastosowaniem zakresu temperatury od 80 do 180°C w czasie od 50 min do 1 h, co może przekładać się na znaczną zmienność w ocenie jakości przez panel sensoryczny.

Dodatkowo, wielu autorów podejmuje badania dotyczące wpływu kapłonowania i porównania jakości sensorycznej mięśni piersiowych z mięśniami nóg między kapłonami i kogutami w obrębie jednej rasy bądź wpływu wieku uboju kapłonów na zmiany fizykochemiczne i teksturę mięsa mierzoną instrumentalnie. W związku z tym, odmienne warunki założonych doświadczeń (rasa ptaków, dieta, wiek kapłonowania i uboju, rodzaj mięśni, chłodzenie czy mrożenie prób do oznaczeń oraz metody pomiaru) mają istotny wpływ na uzyskane wyniki i uniemożliwiają porównanie tych samych wyróżników nawet w przypadku tej samej rasy.

Tabela 2. Jakość sensoryczna mięśni piersiowych kapłonów w zależności od rasy (pkt) ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 2. Sensory quality of breast muscles of capons depending on the breed (points)(mean  $\pm$  SD)

Wyszczególnienie Item	Kapłony – Capons			P-poziom istotności P-value
	Rhode Island Red (n=11)	Leghorn (n=10)	Greenleg Partridge (n=11)	
Zapach – natężenie Aroma – intensity	3,89 $\pm$ 0,59	3,88 $\pm$ 0,46	4,00 $\pm$ 0,55	0,900
Zapach – pożądalność Aroma – desirability	3,93 $\pm$ 0,66	3,88 $\pm$ 0,46	4,04 $\pm$ 0,51	0,852
Soczystość – Juiciness	3,29 $\pm$ 0,77	3,13 $\pm$ 0,63	3,13 $\pm$ 0,59	0,874
Kruchość – Tenderness	3,39 $\pm$ 0,56	3,28 $\pm$ 0,53	3,46 $\pm$ 0,58	0,831
Smakowitość – natężenie Palatability – intensity	3,43 $\pm$ 0,79	3,25 $\pm$ 0,78	3,88 $\pm$ 0,49	0,284
Smakowitość – pożądalność Palatability – desirability	3,25 $\pm$ 0,78	3,25 $\pm$ 0,78	3,88 $\pm$ 0,49	0,218

Brak statystycznie istotnych różnic. – No statistically significant differences.

Według Calik i in. (2015), mięśnie piersiowe kapłonów Zk cechowały się jakością dobrą pod względem takich wyróżników jakości, jak: zapach, soczystość, kruchość oraz smak, o czym świadczyły wysokie oceny kształtujące się na poziomie: 4,45, po 4,35 i 4,60 pkt. W badaniach Calik i in. (2017) wykazano natomiast, że mięśnie piersiowe kapłonów RIR (R-11) charakteryzowały się zdecydowanie wyższymi notami punktowymi w przypadku zapachu (4,65), soczystości (4,35), kruchości (4,30) oraz smaku (4,60) w porównaniu do wyników własnych. Miguel i in. (2008) wykazali, że mięśnie piersiowe 29-tygodniowych kapłonów Castellana Negra odznaczały się istotnie lepszą soczystością (5,29 pkt) oraz zwiększoną ilością tkanki łącznej (3,46 pkt) i włóknistością (3,74 pkt), a także gorszą intensywnością smaku (5,89 pkt) w stosunku do mięsa kogutów. Wyniki uzyskane przez Rikimaru i in. (2009), Sirri i in. (2009) oraz Lin i Hsu (2013) potwierdziły wyższą kruchość mięsa kapłonów w porównaniu z mięsem kogutów. Jednocześnie cytowani autorzy wskazali, że wzrost zawartości tłuszczu śródmięśniowego wpływa na większą kruchość mięsa i przyczynia się do poprawy wyróżników sensorycznych, głównie soczystości, kruchości i smaku. Dodatkowo, tłuszcz znajdujący się w mięśniach zmniejsza przesuszenie tkanki mięśniowej podczas obróbki cieplnej i zwiększa percepcję soczystości. Jak podają Castellini i in. (2008), różne mięśnie tego samego ptaka różnią się smakiem, a mianowicie mię-

śnie nóg odznaczają się silniejszym aromatem niż mniej aktywne mięśnie piersiowe, które również zawierają mniej tłuszczu śródmięśniowego. Według Augustyńskiej-Prejsnar i Sokołowicz (2018) wraz z wiekiem ptaków zwiększa się zawartość kolagenu oraz grubość włókien mięśniowych, co powoduje mniejszą kruchość.

#### Podsumowanie i wnioski

1. Stwierdzono, że mięśnie kapłonów ras Leghorn i Zielononóżka kuropatwiana charakteryzowały się istotnie mniejszą kwasowością, wyższym wyciekaniem termicznym oraz ciemniejszą barwą w porównaniu do prób mięśni pozyskanych od kapłonów rasy RIR.
2. Odnotowano jednocześnie, że istotnie mniejszą wodochłonnością oraz niższą wartością parametru barwy czerwonej cechują się mięśnie piersiowe kapłonów RIR i Leghorn.
3. Pomimo braku różnic statystycznych pomiędzy średnimi notami punktowymi za poszczególne wyróżniki sensoryczne, mięśnie kapłonów Zielononóżki kuropatwianej odznaczały się dobrą jakością pod względem natężenia i pożądalności zapachu.
4. Uzyskane wyniki dostarczają cennych informacji o kształtowaniu się jakości mięśni piersiowych pozyskanych od kapłonów różnych ras, a także możliwości ich wykorzystania w przemyśle drobiarskim, przechowywaniu, dystrybucji i sprzedaży detalicznej.

#### Literatura

- Adamski M., Kuźniacka J., Banaszak M., Wegner M. (2016). The analysis of meat traits of Sussex cockerels and capons (S11) at different ages. *Poultry Sci.*, 95 (1): 125–132.
- Amorim A., Rodrigues S., Pereira E., Teixeira A. (2016). Physicochemical composition and sensory quality evaluation of capon and rooster meat. *Poultry Sci.*, 95 (5): 1211–1219.
- Augustyńska-Prejsnar A., Sokołowicz Z. (2014). Czynniki kształtujące jakość sensoryczną mięsa kurcząt brojlerów. *Wiad. Zoot.*, 52, 2: 108–116.
- Augustyńska-Prejsnar A., Sokołowicz Z. (2018). Wpływ rasy i obróbki termicznej na jakość mięśni piersiowych kur z chowu ekologicznego po pierwszym roku użytkowania nieśnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 25, 1 (114): 151–162.
- Barbanti D., Pasquini M. (2005). Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. *Food Sci. Technol.*, 38 (8): 895–901.
- Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I. (2009). *Sensoryczne badania żywności. Podstawy-Metody-Zastosowania*. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków, ss. 99–108.
- Calik J. (2015). Effect of caponizing Yellowleg Partridge (Ż-33) cockerels on body weight and meat quality. *Acta Sci. Pol. Zoot.*, 14 (1): 51–60.

- Calik J., Połtowicz K., Świątkiewicz S., Krawczyk J., Nowak J. (2015). Effect of caponization on meat quality of Greenleg Partridge cockerels. *Ann. Anim. Sci.*, 15 (2): 541–553.
- Calik J., Krawczyk J., Świątkiewicz S., Gąsior R., Wojtycza K., Połtowicz K., Puchała M. (2017). Comparison of the physicochemical and sensory characteristics of Rhode Island Red (R-11) capons and cockerels. *Ann. Anim. Sci.*, 17 (3): 903–917.
- Castellini C., Berri C., LeBihan-Duval E., Martno G. (2008). Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat. *World's Poultry Sci. J.*, 64 (4): 500–512.
- Chen K.L., Hsieh T.Y., Chiou P.W.S. (2006). Caponization effects on growth performance and lipid metabolism in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19: 438–443.
- Choi Y.S., Hwang K.E., Jeong T.J., Kim Y.B., Jeon K.H., Kim E., Sung J.M., Kim H.W., Kim H.J. (2016). Comparative study on the effects of boiling, steaming, grilling, microwaving and superheated steaming on quality characteristics of marinated chicken steak. *Korean J. Food Sci. Anim. Res.*, 36 (1): 1–7.
- CIE (1978). Recommendations on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. Suppl. No. 2 to CIE publication No. 15 (E-1.3.1), 1971/(TC-1-3), Commission Internationale de L'éclairage. Paris.
- Díaz O., Rodríguez L., Torres A., Cobos A. (2010). Chemical composition and physico-chemical properties of meat from capons as affected by breed and age. *Span. J. Agric. Res.*, 8 (1): 91–99.
- Fleather D.L. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Sci. J.*, 58: 131–145.
- Gogolewski L., Czerwiński M. (2012). Kapłonowanie kogutów. *Pol. Drob.*, 1 (19): 46–48.
- Honikel K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.*, 49 (4): 447–457.
- Lin C.Y., Hsu J.C. (2003). Influence of caponization on the carcass characteristics in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 16: 575–580.
- Lin C.Y., Hsu J.C. (2013). Comparison of skin and muscle color, muscle composition and sensory panel score of capon, slip and intact birds in Taiwan country chicken cockerels. *J. Taiwan Lives. Res.*, 46: 187–194.
- Marcinkowska-Lesiak M., Moczowska M., Wyrwisz J., Stelmasiak A., Zdanowska-Sąsiadek Ż., Damaziak K., Monika Michalczuk M. (2013). Wpływ płci na wybrane cechy jakości mięśni mieszańców (CCZk). *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 574: 39–47.
- Miguel J.A., Ciria J., Asenjo B., Calvo J.L. (2008). Effect of caponisation on growth and on carcass and meat characteristics in Castellana Negra native Spanish chickens. *Animal*, 2, 2: 305–311.
- Ormian M., Augustyńska-Prejsnar A., Sokołowicz Z. (2015). Wpływ obróbki termicznej na wybrane cechy jakości mięśni piersiowych kurcząt z chowu wybiegowego. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2: 43–46.
- PN-ISO 2917:2001/Ap1:2002. Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH. Metoda odwoławcza.
- PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- Rikimaru K., Shiji O., Komastu M., Ishizuka J. (2009). Effects of caponization on meat quality of Hinai-jidorichicken. *J. Poultry Sci.*, 46: 345–350.
- Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 543/2008 z dnia 16 czerwca 2008 r. wprowadzające szczegółowe przepisy wykonawcze do rozporządzenia Rady (WE) Nr 1234/2007 w sprawie niektórych norm handlowych w odniesieniu do mięsa drobiowego (Dz. Urz. UE, L 157: 46–87).
- Rozporządzenie Rady (WE) Nr 1099/2009 z dnia 24 września 2009 r. w sprawie ochrony zwierząt podczas ich uśmiercania (Dz. Urz. UE, L 303: 1–30).
- Sinanoglou V.J., Mantis F., Miniadis-Meimaglou S., Symeon G.K., Bizelis I.A. (2011). Effects of caponisation on lipid and fatty acid composition of intramuscular and abdominal fat of medium-growth broilers. *Br. Poultry Sci.*, 52: 310–317.
- Sirri F., Bianchi M., Petracci M., Meluzzi A. (2009). Influence of partial and complete caponization on chicken meat quality. *Poultry Sci.*, 88 (7): 1466–1473.
- Skomorucha I., Sosnowka-Czajka E. (2015). Wpływ systemu utrzymania kurcząt brojlerów na kształtowanie się wybranych parametrów jakości mięsa. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 42, 1: 45–53.
- StatSoft Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 13.1 Tulsa, OK, USA. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- Symeon G.K., Mantis F., Bizelis I., Kominakis A., Rogdakakis E. (2010). Effects of caponization on growth perfor-

- mance, carcass composition, and meat quality of medium growth broilers. *Poultry Sci.*, 89: 1481–1489.
- Symeon G.K., Mantis F., Bizelis I., Kominakis A., Rogdakis E. (2012). Effects of caponization on growth performance, carcass composition and meat quality of males of layer line. *Animal*, 6, 12: 2023–2030.
- Tor M., Estany J., Villalba D., Molina E., Cubiló D. (2002). Comparison of carcass composition by parts and tissues between cocks and capons. *Anim. Res.*, 51 (05): 421–431.
- Tor M., Estany J., Francesch D.A., Cubiló M.D. (2005). Comparison of fatty acid profiles of edible meat, adipose tissues and muscles between cocks and capons. *Anim. Res.*, 54: 413–424.
- Van Oeckel M.J., Warnants N., Boucqueé Ch.V. (1999). Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus online screening methods. *Meat Sci.*, 51 (4): 313–320.
- Volk M., Malenšek J., Prevolnik M., Škrlep M., Šegula B., Candek-Potokar M. (2011). Differences in carcass and meat quality between organically reared cocks and capons. *Agric. Conspec. Sci.*, 76: 153–155.
- Zawacka M. (2014). Kapłon w trzech odślonach. *Cz. I. Historia. Hod. Drob.*, 6: 74–77.
- Zawacka M., Murawka D., Gesek M. (2017). The effect of age and castration on the growth rate, blood lipid profile, liver histology and feed conversion in Green-legged Partridge cockerels and capons. *Animal*, 11 (6): 1017–1026.
- Zawacka M., Gesek M., Michalik D., Murawska D. (2018). Changes in the content of edible and non-edible components and distribution of tissue components in cockerels and capons. *Span. J. Agric. Res.*, 16 (1): e0602. <https://doi.org/10.5424/sjar/2018161-11834>.

## COMPARISON OF PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF BREAST MUSCLES OF CAPONS FROM DIFFERENT BREEDS

### Summary

The aim of the study was to evaluate the physicochemical parameters and sensory quality of breast muscles of capons from three breeds. The experimental material consisted of 11 Rhode Island Red (R-11, RIR), 11 Greenleg Partridge (Zk) and 10 Leghorn (Lg) cocks which were reared up to the age of 28 weeks. The surgical castration of 32 cocks was carried out in the 8th week of birds' life. Throughout the study capons were kept in a closed room in a metal cage, on deep litter and fed *ad libitum* with commercial feeding mixtures. During rearing the birds were provided with the same environmental conditions and free access to water. At the end of fattening capons were subjected to a 24-hour preslaughter fasting. The slaughter and post-slaughter processing were carried out at a poultry processing plant in accordance with Council Regulation (EC) No 1099/2009. The carcasses were chilled in a chilling chamber at  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  and 85% relative humidity for 24 h. The research material included 32 left breast muscles obtained from 32 capons, which were of normal quality, with  $\text{pH}_{15}$  values ranging from 5.90 to 6.20. Then, quantitative and qualitative analysis was carried out in the laboratory, which included: determination of ultimate acidity ( $\text{pH}_u$ ), thermal loss, water holding capacity, muscle colour based on  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  parameters in the CIELAB system and sensory assessment on a 5-point scale (PN-ISO 4121:1998).

It was found that the breast muscles of the Lg and Zk capons were characterized by significantly lower acidity, higher thermal loss and darker colour compared to the samples obtained from the RIR breed. Simultaneously, it was noted that significantly lower water holding capacity and lower redness was characteristic of the breast muscles from RIR and Lg capons. Despite the lack of statistical differences between the average scores for individual sensory features, the muscles of Greenleg Partridge birds were characterized by good quality in terms of aroma intensity and desirability.

**Key words:** capons, breed, breast muscles, physicochemical properties, sensory quality