

PORÓWNANIE STRUKTURY I TEKSTURY ORAZ JAKOŚCI SENSORYCZNEJ MIĘŚNI PIERSIOWYCH WYBRANYCH GATUNKÓW PTACTWA ŁOWNEGO I HODOWLANEGO

**Mateusz Balowski, Marek Kotowicz, Joanna Żochowska-Kujawska, Olga Pytel-Zajac,
Monika Tyrka, Michał Kubaj**

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Katedra Technologii Mięsa, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa
ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 Szczecin
Mateusz.Balowski@zut.edu.pl

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu gatunku ptactwa na wielkość poszczególnych elementów struktury, parametrów tekstury oraz wyróżników oceny sensorycznej mięśni *pectoralis major* (PM).

Materiał do badań stanowiły mięśnie piersiowe (PM) wybranych 7 gatunków ptaków. W badanych próbkach oceniono strukturę tkanki mięśniowej, wielkość parametrów tekstury TPA, wartości pH, ubytków masy po obróbce cieplnej oraz wyróżników sensorycznych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono istotny wpływ gatunku ptactwa na wielkość wszystkich badanych parametrów (wykluczając sprężystość TPA) mięśni PM. Jednocześnie kiedy porównano próbki mięśni pozyskane z gęsi i kaczek z pozostałymi 5 analizowanymi gatunkami mięśni piersiowych, zaobserwowano, że grubość *perimysium* i *endomysium* oddziaływały wprost proporcjonalnie na ich twardość, spoistość, żuwalność, gumowatość i wyczuwalność tkanki łącznej oraz odwrotnie proporcjonalnie w przypadku kruchości. Dodatkowo mięśnie *pectoralis major* kaczek, gęsi i gołębi cechowały się istotnie większą intensywnością smaku i zapachu niż mięso bażantów, perlic, kuropatw czy przepiórek.

Słowa kluczowe: struktura, tekstura, jakość sensoryczna, ptactwo

COMPARISON OF STRUCTURE, TEXTURE AND SENSORY QUALITY OF PECTORAL MUSCLES OF SELECTED GAME AND BREEDING BIRD SPECIES

Summary

The aim of this study was to determine the effect of bird species on the selected structure elements, texture parameters and sensory evaluation of *pectoralis major* muscles (PM).

The materials used in the study was pectoral muscle (PM) of 7 selected species of birds. The elements of muscle tissue, TPA texture parameters, pH value, cooking loss and sensory attributes were compared.

The results showed a significant effect of bird species on selected parameters (excluding TPA springiness) of PM muscles. At the same time, when geese and ducks muscles with the PM muscle of remaining 5 analyzed species was compared, it was observed that thickness of *perimysium* and *endomysium* had positive correlation with their hardness, cohesiveness, chewiness, gumminess and perceptible of connective tissue, and negative in the case of tenderness. In addition, *pectoralis major* muscle of ducks, geese and pigeons were characterized by a significantly higher intensity of flavor and odor than samples from pheasants, guinea fowl, partridges and quail.

Key words: structure, texture, sensory quality, birds

WSTĘP

Doznania sensoryczne towarzyszące konsumpcji produktów spożywczych są jednym z głównych determinantów preferencji konsumenckich, stawianym na równi z wartością odżywczą. Wyróżniki jakości sensorycznej mięsa, takie jak tekstura, smak i wygląd, mogą być w szybki i bezpośredni sposób ocenione przez konsumenta za pomocą zmysłów węchu, smaku, dotyku, wzroku i słuchu [Zhuang, Savage 2010]. Z kolei tekstura mięsa jest uzależniona od jego budowy histologicznej, a mianowicie od wielkości poszczególnych elementów struktury [Wierzbicka 2005]. Przy czym na teksturę mięsa oddziałują bezpośrednio m.in. gatunek [Lachowicz i in. 2004], wiek [Maj i in. 2012] i płeć zwierzęcia [Marcinkowska-Lesiak i in. 2013], rodzaj mięśnia [Zhuang, Savage 2012; Żochowska i in. 2005; Lachowicz i in. 2004] oraz pośrednio czynniki zewnętrzne, do których zalicza się m.in. sposób żywienia, warunki chowu [Grabowski 2012] i uboju zwierząt [Cierach i in. 2009], a także wychładzanie [Zhuang i in. 2009], dojrzewanie [Sobczak i in. 2005] i metodę obróbki cieplnej mięsa [Panea i in. 2003]. Ponadto Ruiz de Huidobro i in. (2005) zaobserwowali dodatnią korelację pomiędzy twardością i żuwalnością badanymi instrumentalnie

i sensorycznie oraz ujemną, porównując te dwa parametry tekstury TPA z soczystością. Caine i in. (2003) odnotowali negatywną korelację, zestawiając twardość, spoistość i zuwalność TPA z kruchością i wyczuwalnością tkanki łącznej. Podobnie wykazali Niedźwiedź i in. (2013), według których wraz z upływem czasu dojrzewania redukcji uległa twardość TPA, a wzrostowi kruchość i soczystość wołowiny. Jednakże zdaniem Caine i in. (2003) żaden z parametrów testu TPA nie koreluje z soczystością i smakowitością mięsa.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu gatunku ptactwa na wielkość poszczególnych elementów struktury, parametrów tekstury oraz wyróżników oceny sensorycznej mięśni *pectoralis major* (PM).

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiałem do badań były mięśnie piersiowe PM (*pectoralis major*) uzyskane z rozbioru tusz gęsi gęgawej (*Anser anser*), gołębia grzywacza (*Columba palumbus*), kaczki krzyżówki (*Anas platyrhynchos*), bażanta obrożnego (*Phasianus colchicus*), kuropatwy szarej (*Perdix cinerea*), perlicy zwyczajnej (*Numida meleagris*) i przepiórki japońskiej (*Coturnix coturnix japonica*). Wszystkie wybrane osobniki do badań były samcami. Gęsi, gołębie i kaczki były zwierzętami dziko żyjącymi, powyżej 12 miesiąca życia, odstrzelonymi na terenie województwa zachodniopomorskiego w sezonie łownym 2013/2014, w miesiącach październik–listopad. Tuszki tych ptaków różniły się masą, która wynosiła średnio dla gęsi ok. 4,37 kg, dla gołębi ok. 0,52 kg oraz dla kaczek ok. 1,30 kg. Natomiast bażanty, kuropatwy, perlice i przepiórki pochodziły z hodowli wolierowych. Osobniki te różniły się wiekiem i masą tuszki, które wynosiły odpowiednio 5 miesięcy i ok. 1,60 kg dla bażantów, 3 miesiące i ok. 0,16 kg dla przepiórek, 5 miesięcy i ok. 0,41 kg dla kuropatw oraz 4 miesiące i ok. 1,25 kg dla perlic. Ptaki po odstrzale/uboju patroszono w czasie nie dłuższym niż 1 godz. Pozyskane tuszki dostarczano do Katedry Technologii Mięsa ZUT w Szczecinie i umieszczano w chłodni w temperaturze $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ na czas 40-42 godzin. Po pełnym ustąpieniu stężenia pośmiertnego pobierano materiał do badań. Liczebność mięśni PM każdego z rozpatrywanych gatunków ptactwa wynosiła 16. Z *m. pectoralis major* poszczególnych gatunków ptaków wycięto próbki o wielkości $0,7\times 0,7\times 1,5$ cm celem wykonania preparatów mikroskopowych do analizy struktury. Pobrano po 7 wycinków do badań histologicznych z każdego gatunku ptaka. W badanych mięśniach oznaczono pH za pomocą pH-metru typ CP-215 wyposażonego w szklaną elektrodę typu bagnetowego (ERH-12-6). Następnie mięśnie badanych gatunków ptactwa zważono oraz zapakowano w worki foliowe i poddano obróbce cieplnej w wodzie o temperaturze $74\pm 2^{\circ}\text{C}$ do chwili uzyskania w centrum geometrycznym

próbek temperatury 70°C. Temperaturę kontrolowano za pomocą termometru typ PT-215. Po osiągnięciu pożądanej temperatury próbki w workach schłodzono do temperatury ok. 12°C (mierzonej w ich centrum geometrycznym), wykorzystując do tego celu zimną, bieżącą wodę. Po oddzieleniu powstałego wycieku, ponownie zważono, aby ustalić wielkość ubytków cieplnych. Następnie każdą z próbek zabezpieczono folią spożywczą przed ususzką i przechowywano w warunkach chłodniczych w temperaturze ok. 4±2°C przez ok. 10 godz. do momentu rozpoczęcia analiz.

Wycinki mięśni do badań histologicznych utrwalono płynem Sannomiya, odwodniono za pomocą alkoholu i benzenu i zatopiono w parafinie w formie bloczków. Bloczki ścinano na mikrotomie na skrawki o grubości 10 µm i naklejano je na szkiełka mikroskopowe. Preparaty barwiono kontrastowo hematoksyliną i eozyną oraz zamykano w balsamie kanadyjskim [Burck 1975]. Ocenę struktury tkanki mięśniowej (pola powierzchni przekroju poprzecznego włókien mięśniowych, grubości *peri-* i *endomysium* oraz obszaru tłuszczu śródmięśniowego) przeprowadzono za pomocą komputerowej analizy obrazu MultiScanBase v.13. Dla każdej próbki przygotowano i oznaczono po 3 preparaty. W każdym z nich dokonano po 100 pomiarów wielkości włókien mięśniowych, grubości tkanki łącznej oraz zmierzono występujące złogi tłuszczu.

Ocenę tekstury badanych mięśni piersiowych przeprowadzono z zastosowaniem aparatu Instron 1140. Po wypakowaniu *m. pectoralis major* z folii i doprowadzeniu ich do temperatury ok. 18°C, za pomocą noża elektrycznego Siemens Electronic MS6000 wycinano plastry mięsa o grubości 20±1 mm. W tak przygotowanych próbkach dokonywano pomiarów tekstury przy użyciu testu TPA, polegającego na podwójnym zagłębieniu się trzpienia o średnicy 0,61 cm równoległe do przebiegu włókien mięśniowych, na głębokość 80% (16 mm) jej pierwotnej wysokości. Prędkość robocza trawersy wynosiła 50 mm/min. Z uzyskanych krzywych siła-deformacja obliczano następujące parametry: twardość, spoistość, sprężystość, zuwalność i gumowatość [Bourne 1982]. Dla każdej badanej próbki wykonano po 5-7 powtórzeń testu TPA.

Równoległe z instrumentalną oceną tekstury przeprowadzono analizę sensoryczną mięśni, wykorzystując 7-punktową skalę do określenia natężenia każdej z cech. Przeszkolony pięcioosobowy zespół [PN-ISO-6658:1998] oceniał następujące cechy: kruchość, spoistość, sprężystość, zuwalność, soczystość, włóknistość, wyczuwalność tkanki łącznej, intensywność smaku i zapachu. Dla każdej cechy 1 punkt odpowiadał najniższemu natężeniu ocenianego parametru, a 7 punktów najwyższemu natężeniu cechy.

Ilość wycieku cieplnego wyliczono z różnic mas przed obróbką i po obróbce cieplnej

oraz przedstawiono w wartościach procentowych.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej testem istotnej rozsądnej różnicy (RIR) Tukeya (przy $\alpha = 0,01$), wykorzystując program Statistica v.10 PL, co umożliwiło identyfikację istotnych statystycznie różnic. Jednocześnie przeprowadzona analiza wariancji pozwoliła określić, w jakim stopniu gatunek badanego mięsa wpływa istotnie na wielkość oznaczonych parametrów strukturalno-mechanicznych i sensorycznych.

WYNIKI I DYSKUSJA

Z danych umieszczonych w tabeli 1. wynika, że gatunek był czynnikiem istotnie różnicującym wielkość poszczególnych elementów struktury mięśni PM ptaków. Analizując wielkość włókien mięśniowych, stwierdzono, iż włóknami o największym polu powierzchni przekroju poprzecznego charakteryzowały się mięśnie piersiowe gęsi oraz bażanta, najmniejsze zaś zaobserwowano w przypadku próbek z gołębia i przepiórki, a różnica w wielkości włókien pomiędzy tymi grupami wyniosła ok. 63-70%. Z kolei różnice w wielkości włókien pomiędzy mięśniami bażanta i gęsi a kuropatwy, perlicy i kaczki były nieco mniejsze i wynosiły odpowiednio ok. 33, 40 i 56% (tabela 1).

Tabela 1. Porównanie średnich wartości elementów struktury mięśni wybranych badanych gatunków ptaków
Comparison of mean values of elements of muscle structure of studied selected species of birds

Gatunek <i>Species</i>	Pole przekroju poprzecznego włókna mięśniowego <i>Muscle fibre cross- section area</i> [μm^2]	Grubość <i>perimysium</i> <i>Perimysium</i> <i>thickness</i> [μm]	Grubość <i>endomysium</i> <i>Endomysium</i> <i>thickness</i> [μm]	Obszar tłuszczu śródmięśniowego <i>Intramuscular fat</i> <i>area</i> [μm^2]
Bażant <i>Pheasant</i>	1049,59 ^a ± 119,52	13,73 ^b ± 2,09	1,85 ^c ± 0,39	8778 ^b ± 948
Gęś <i>Goose</i>	1084,32 ^a ± 87,64	21,07 ^a ± 3,97	4,76 ^a ± 0,69	6715 ^{bc} ± 1887
Gołąb <i>Pigeon</i>	389,37 ^{de} ± 61,02	3,20 ^e ± 0,56	1,01 ^d ± 0,09	4236 ^{cd} ± 965
Kaczka <i>Duck</i>	475,90 ^{cd} ± 110,32	15,93 ^{ab} ± 2,81	3,14 ^b ± 0,49	12097 ^b ± 4248
Kuropatwa <i>Partridge</i>	718,56 ^b ± 81,47	9,31 ^c ± 1,35	1,54 ^c ± 0,24	4723 ^{cd} ± 856
Perlica <i>Guinea fowl</i>	638,94 ^{bc} ± 57,49	6,36 ^d ± 1,08	1,41 ^c ± 0,12	76487 ^a ± 2487
Przepiórka <i>Quail</i>	328,45 ^e ± 27,14	7,60 ^{cd} ± 0,89	1,26 ^{cd} ± 0,24	3959 ^d ± 663
Wpływ gatunku <i>Effect of species</i>	**	**	**	**

Objaśnienia / *Explanatory notes:*

wartość średnia ± odchylenie standardowe / *mean value ± standard deviations*

a, b, c – średnie oznaczone tymi samymi literami w jednej kolumnie nie różnią się w sposób statystycznie istotny przy $\alpha = 0,01$ / *a, b, c, – mean values denoted by the same letters in one column do not differ statistically significantly at $\alpha = 0.01$*

n.s. – nieistotny wpływ gatunku ($p \geq 0,01$) / *n.s. – nonsignificant effect of species ($p \geq 0.01$)*

** – istotny wpływ gatunku ($p \leq 0,01$) / *** – significant effect of species ($p \leq 0.01$)*

W dostępnej literaturze brak jest danych umożliwiających jednoczesne porównanie analizowanych parametrów mięśni piersiowych ptactwa stanowiących materiał badawczy niniejszej pracy, stąd też przy omawianiu wyników odnoszono się głównie do danych stanowiących badania własne zespołu. Kotowicz i in. (2013), porównując strukturę mięśni piersiowych bażanta, kuropatwy i przepiórki, wykazali większe o ok. 29% pole powierzchni przekroju poprzecznego w przypadku tych pierwszych.

Rozpatrując grubość tkanki łącznej, wykazano, że najgrubszym *perimysium* odznaczały się mięśnie gęsi, a najcieńszymi cechowały się próbki mięśni pozyskanych z gołębia. Różnice w wielkości tego elementu struktury pomiędzy mięśniami gęsi i kaczki były najmniejsze i wynosiły ok. 24%. Istotnie większe różnice stwierdzono pomiędzy mięsem gęsi a mięśniami PM pozostałych gatunków ptaków i wynosiły one dla bażanta, kuropatwy, przepiórki, perlicy

i gołębia odpowiednio ok. 34, 56, 64, 70, 85%.

Mięśnie piersiowe gęsi odznaczały się także istotnie grubszym *endomysium* w porównaniu z pozostałymi analizowanymi gatunkami ptaków, a różnice w wielkości tego elementu struktury wynosiły od ok. 34% w porównaniu z próbkami z kaczki, do ok. 79% w zestawieniu z PM gołębia. Także Kotowicz i in. (2013) wykazali większą grubość *peri-* i *endomysium* w mięśniach piersiowych bażantów niż kuropatw i przepiórek.

Jak wynika z uzyskanych danych (tabela 1.), mięśnie PM kaczki, bażanta, gęsi, kuropatwy, gołębia i przepiórki odznaczały się istotnie mniejszym, w zakresie od ok. 84% do ok. 95%, obszarem tłuszczu śródmięśniowego w porównaniu z próbkami mięśni wykrojonymi z perlicy.

Różnice w wielkości elementów struktury według Kuhna i in. (1993) mogą być spowodowane różną zawartością włókien białych i czerwonych w poszczególnych mięśniach. Potwierdzeniem tego są badania Lachowicza i in. (2004), którzy wykazali istotne zróżnicowanie w strukturze pomiędzy mięśniami świń i młodych dzików.

Średnie wartości parametrów tekstury mięsa 7 gatunków ptactwa zawarto w tabeli 2. Stwierdzono, że największą twardością charakteryzowało się mięso gęsi, a najmniej twarde było mięso przepiórki (różnica wynosiła ok. 83%). Różnice w twardości pomiędzy mięśniami gęsi a mięsem pozostałych gatunków ptaków także były istotne i wyniosły od ok. 46% w przypadku kaczki do ok. 77% w porównaniu z kuropatwą. Nie stwierdzono jednak istotnych różnic w twardości pomiędzy mięśniami PM bażanta i perlicy oraz gołębia i kaczki. Największą spoistość wykazały mięśnie gęsi i kaczki. Różnica w spoistości pomiędzy tymi gatunkami mięsa a mięśniami PM gołębia wynosiła ok. 39% oraz mieściła się w przedziale ok. 17-29% w porównaniu z próbkami z pozostałych 4 gatunków ptactwa. Największą sprężystością cechowały się mięśnie piersiowe kuropatwy oraz bażanta, pomiędzy którymi nie stwierdzono istotnych ($p \geq 0,01$) różnic. Jednocześnie mięśnie te były odpowiednio o ok. 9-19% bardziej sprężyste od mięsa pozostałych gatunków. Bazując na danych zawartych w tabeli 2, zaobserwowano, że mięśniami o najwyższej żuwalności i gumowatości były PM gęsi, zaś najmniejsze wartości obu tych parametrów tekstury stwierdzono w mięsie przepiórki (różnice wynosiły średnio po ok. 85%). Pośrednią i zbliżoną do siebie (brak istotnych różnic) żuwalność i gumowatość zaobserwowano w mięsie bażanta, gołębia i perlicy.

Tabela 2. Porównanie średnich wartości parametrów tekstury mięśni wybranych badanych gatunków ptaków
Comparison of mean values of parameters of muscle texture of studied selected bird species

Gatunek <i>Species</i>	Twardość <i>Hardness</i> [N]	Spoistość <i>Cohesiveness</i> [-]	Sprężystość <i>Springiness</i> [cm]	Żuwalność <i>Chewiness</i> [N * cm]	Gumowatość <i>Gumminess</i> [N]
Bazant <i>Pheasant</i>	29,73 ^c ± 4,93	0,334 ^b ± 0,05	1,11 ^{ac} ± 0,05	12,65 ^c ± 2,01	11,82 ^c ± 2,29
Gęś <i>Goose</i>	87,71 ^a ± 5,11	0,405 ^a ± 0,020	0,93 ^b ± 0,04	34,75 ^a ± 3,97	35,39 ^a ± 3,68
Gołąb <i>Pigeon</i>	43,58 ^b ± 3,47	0,248 ^c ± 0,020	1,00 ^{bc} ± 0,07	10,95 ^c ± 1,32	10,90 ^c ± 1,00
Kaczka <i>Duck</i>	47,79 ^b ± 6,02	0,406 ^a ± 0,010	1,04 ^{bc} ± 0,08	20,05 ^b ± 1,56	19,38 ^b ± 1,25
Kuropatwa <i>Partridge</i>	20,17 ^d ± 4,21	0,323 ^b ± 0,03	1,15 ^a ± 0,05	7,95 ^d ± 1,15	7,08 ^d ± 0,74
Perlica <i>Guinea fowl</i>	33,78 ^c ± 4,80	0,304 ^b ± 0,030	0,97 ^{bc} ± 0,10	10,06 ^c ± 0,98	10,33 ^c ± 0,54
Przepiórka <i>Quail</i>	14,67 ^d ± 3,31	0,290 ^{bc} ± 0,07	1,05 ^{bc} ± 0,04	4,87 ^c ± 0,51	4,54 ^e ± 0,43
Wpływ gatunku <i>Effect of species</i>	**	**	n.s.	**	**

Objaśnienia jak w tabeli 1 / *Explanatory notes as in Table 1*

Podsumowując można stwierdzić, że podobnie jak w przypadku struktury, gatunek był czynnikiem istotnie różnicującym teksturę mięsa ptactwa. Generalnie najwyższymi wartościami analizowanych parametrów charakteryzowały się mięśnie gęsi, a następnie kaczki. Z kolei najmniejszą twardość, żuwalność oraz gumowatość wykazywały mięśnie przepiórki, a najniższą spoistością i stosunkowo wysoką twardością charakteryzowały się mięśnie PM gołębia. Generalnie mięśnie bązanta, gołębia, kuropatwy i perlicy odznaczały się pośrednimi i zbliżonymi do siebie parametrami tekstury.

Jak wynika z literatury [Kończak i in. 1992; Shorthose, Harris 1990], za teksturę mięsa, a zwłaszcza za jego kruchość, odpowiadają przede wszystkim dwa podstawowe komponenty strukturalne mięśnia, takie jak miofibrylarny i łącznotkankowy. Stąd też zaobserwowane w pracy różnice w teksturze pomiędzy mięśniami PM różnych gatunków ptaków mogą wynikać ze stwierdzonych wcześniej różnic w ich budowie histologicznej.

Wykazano, iż mięśnie ptaków o większych włóknach i grubszej tkance łącznej charakteryzowały się także większą spoistością, żuwalnością i gumowatością. Podobny

wpływ wielkości składowych struktury mięśni na ich teksturę uzyskali Żochowska i in. (2005) oraz Lachowicz i in. (2004), analizując mięso dzików. Z kolei stosunkowo wysoka twardość mięśni PM gołębia, pomimo delikatnej budowy histologicznej, prawdopodobnie mogła wynikać z silniejszego usieciowania ich tkanki łącznej, która według Geldenhuys i in. (2014) występuje u ptaków o dużej aktywności mięśni piersiowych za ich życia.

W tabeli 3. przedstawiono średnie wartości pH oraz wielkości wycieku ciepłego *m. pectoralis major* 7 wybranych gatunków ptaków.

Tabela 3. Porównanie średnich wartości pH i wielkości wycieku ciepłego mięśni wybranych badanych gatunków ptaków
Comparison of mean values of pH and heat leak size of muscle studied selected species of birds

Gatunek <i>Species</i>	Wartość pH <i>pH value</i> [-]	Wyciek ciepły <i>Cooking loss</i> [%]
Bażant / <i>Pheasant</i>	5,69 ^b ± 0,04	15,37 ^a ± 1,44
Gęś / <i>Goose</i>	5,75 ^b ± 0,04	14,77 ^a ± 1,25
Gołąb / <i>Pigeon</i>	5,60 ^c ± 0,02	10,65 ^{bc} ± 1,01
Kaczka / <i>Duck</i>	5,88 ^a ± 0,05	8,11 ^c ± 2,14
Kuropatwa / <i>Partridge</i>	5,85 ^a ± 0,05	14,10 ^a ± 1,08
Perlica / <i>Guinea fowl</i>	5,56 ^c ± 0,03	10,05 ^{bc} ± 0,92
Przepiórka / <i>Quail</i>	5,86 ^a ± 0,04	12,51 ^{ab} ± 2,11
Wpływ gatunku <i>Effect of species</i>	**	**

Objaśnienia jak w tabeli 1 / *Explanatory notes as in Table 1*

Podobnie jak w przypadku struktury i tekstury stwierdzono istotny wpływ gatunku ptaków na pH ich mięsa. Mięśniami o najwyższej wartości pH były mięśnie PM kaczki, przepiórki i kuropatwy (pomiędzy którymi nie stwierdzono istotnych różnic), zaś najniższą wartością pH cechowało się mięso perlicy. Nie stwierdzono istotnych różnic w wartości pH pomiędzy mięsem gęsi i bażanta.

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 3, gatunek był także czynnikiem istotnie różnicującym ilość wycieku ciepłego z mięśni PM. Największe straty masy podczas obróbki cieplnej wystąpiły w przypadku mięśni bażanta, gęsi i kuropatwy, nieco mniejsze odnotowano dla mięsa przepiórki, gołębia i perlicy, a najmniejszym wyciekiem ciepłym cechowały się próbki z kaczki.

Na podstawie uzyskanych danych można stwierdzić, że większe straty masy

spowodowane obróbką cieplną były związane z niższym pH mięśni. Również Lawrie i Ledward (2006) stwierdzili, że wraz ze wzrostem pH mięsa zmniejsza się ilość wycieku cieplnego, tłumacząc ten fakt oddalaniem się pH mięśni od punktu izoelektrycznego białek miofibrylarnych.

Potwierdzeniem zaobserwowanych różnic w teksturze, pH i ilości wycieku cieplnego pomiędzy mięśniami PM wybranych gatunków ptaków są przedstawione w tabeli 4 średnie wyniki sensorycznej oceny jakości mięsa. Najniższą kruchością cechowały się mięśnie piersiowe z gęsi i kaczki oraz gołębia. Najbardziej kruche było mięso z przepiórki i perlicy. Geldenhuys i wsp. (2014) na przykładzie gęsi tłumaczą, że mięśnie piersiowe tego gatunku ptaka, ze względu na dużą aktywność przyżyciową związaną z długimi lotami, mają niskie zasoby energetyczne, co wpływa na stosunkowo wysokie pH końcowe i powoduje obniżenie kruchości, soczystości i zwiększenie twardości mięsa. Spośród analizowanych próbek wyjątek stanowiły mięśnie z kaczki, charakteryzujące się najwyższą soczystością, pomimo stosunkowo niskiej kruchości, a wysokiej twardości. Prawdopodobnie przyczyną stwierdzonej zależności jest niski wyciek cieplny uzyskany z tych mięśni oraz stosunkowo duża zawartość tłuszczu śródmięśniowego w porównaniu z mięśniami innych badanych gatunków ptaków. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że śródmięśniowa zawartość tłuszczu w mięsie mogła być jednym z czynników kształtujących soczystość mięśni badanych gatunków ptactwa. Przykładowo, najwyższą zawartością tłuszczu śródmięśniowego i stosunkowo wysoką soczystością (4,5 pkt) odznaczały się mięśnie perlicy. Z kolei mięso przepiórki, w którym stwierdzono najniższą ilość tego składnika, cechowało się także najmniejszą soczystością (3 pkt) w porównaniu z pozostałymi próbkami (tabela 4).

Rozpatrując noty kolejnych wyróżników sensorycznej analizy jakości, stwierdzono, że mięśnie gęsi cechuje najwyższa włóknistość, która była o 1-2 pkt wyższa od próbek z kaczki i bażanta, o 3 pkt wyższa niż włóknistość mięśni PM kuropatwy i perlicy oraz o 3,75-4 pkt wyższa w porównaniu z mięsem gołębia i przepiórki.

Tabela 4. Porównanie średnich wartości wybranych parametrów z oceny sensorycznej
Comparison of mean values of selected sensory parameters

Gatunek <i>Species</i>	Kruchość <i>Tenderness</i> [pkt / pt]	Spoistość <i>Cohesiveness</i> [pkt / pt]	Sprężystość <i>Springiness</i> [pkt / pt]	Żuwalność <i>Chewiness</i> [pkt / pt]	Soczystość <i>Juiciness</i> [pkt / pt]	Włóknistość <i>Stringiness</i> [pkt / pt]	Wyczuwalność tkanki łącznej <i>Perceptible of connective tissue</i> [pkt / pt]	Intensywność smaku <i>Flavor intensity</i> [pkt / pt]	Intensywność zapachu <i>Odor intensity</i> [pkt / pt]
Bazant <i>Pheasant</i>	4,50 ^c ± 0,01	5,00 ^c ± 0,25	5,75 ^{ab} ± 0,25	3,00 ^c ± 0,25	3,25 ^c ± 0,50	4,00 ^c ± 0,25	3,50 ^d ± 0,50	5,25 ^c ± 0,01	3,25 ^d ± 0,25
Gęś <i>Goose</i>	2,50 ^e ± 0,25	6,25 ^a ± 0,01	4,75 ^{cd} ± 0,50	6,75 ^a ± 0,25	2,75 ^c ± 0,50	6,25 ^a ± 0,01	6,00 ^a ± 0,01	6,50 ^a ± 0,50	5,00 ^b ± 0,01
Gołąb <i>Pigeon</i>	4,00 ^d ± 0,25	4,50 ^c ± 0,25	5,00 ^c ± 0,01	3,75 ^{bc} ± 0,50	3,00 ^c ± 0,25	2,25 ^e ± 0,25	4,50 ^c ± 0,01	6,25 ^a ± 0,25	4,50 ^c ± 0,01
Kaczka <i>Duck</i>	2,75 ^e ± 0,01	5,50 ^b ± 0,01	5,25 ^{bc} ± 0,25	6,25 ^a ± 0,50	5,75 ^a ± 0,01	5,00 ^b ± 0,25	5,50 ^b ± 0,25	6,75 ^a ± 0,25	5,50 ^a ± 0,25
Kuropatwa <i>Partridge</i>	5,50 ^b ± 0,50	4,75 ^c ± 0,25	6,25 ^a ± 0,50	3,50 ^b ± 0,01	3,50 ^c ± 0,25	3,00 ^{de} ± 0,50	2,50 ^e ± 0,25	4,75 ^d ± 0,01	3,00 ^{de} ± 0,50
Perlica <i>Guinea fowl</i>	6,75 ^a ± 0,25	4,75 ^c ± 0,01	4,75 ^d ± 0,01	3,25 ^{bc} ± 0,25	4,50 ^b ± 0,50	3,00 ^d ± 0,25	2,25 ^e ± 0,01	5,50 ^b ± 0,01	3,25 ^{de} ± 0,50
Przepiórka <i>Quail</i>	6,50 ^a ± 0,01	4,50 ^c ± 0,25	5,00 ^{bcd} ± 0,50	2,00 ^d ± 0,25	3,00 ^c ± 0,50	2,00 ^e ± 0,50	1,50 ^f ± 0,01	4,25 ^d ± 0,50	2,75 ^e ± 0,01
Wpływ gatunku <i>Effect of species</i>	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Objaśnienia jak w tabeli 1 / *Explanatory notes as in Table 1*

Stwierdzono istotnie większą wyczuwalność tkanki łącznej w mięśniach PM gęsi (6 pkt), a mniejszą – w próbkach z przepiórki (1,5 pkt) niż w mięsie pozostałych gatunków ptaków. Wysoką wyczuwalność tkanki łącznej w przypadku próbek z gęsi, a niską w przypadku mięsa przepiórki można tłumaczyć stwierdzonymi wcześniej różnicami w budowie strukturalnej pomiędzy tymi mięśniami PM. Najbardziej pożądaną smakowitością (smakiem i zapachem) charakteryzowały się mięśnie kaczki, gęsi i gołębia, natomiast istotnie niższym natężeniem tej cechy odznaczało się mięso perlicy, bażanta, kuropatwy i przepiórki. Według Dzierżyńskiej-Cybulko i Fruzińskiego (1997) oryginalne walory sensoryczne mięsa kształtowane są odmiennym sposobem odżywiania się poszczególnych gatunków ptactwa. Ponadto wykazane różnice w smakowitości mogły być spowodowane różnym składem kwasów tłuszczowych i fosfolipidów w tłuszczu śródmięśniowym mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków [Geldenhuis i in. 2014; Kołczak 2008].

WNIOSKI

1. Gatunek badanego mięsa był czynnikiem istotnie różnicującym strukturę, teksturę, pH i wielkość wycieków cieplnych oraz jakość sensoryczną mięśni PM wybranych badanych gatunków ptaków.
2. Większa grubość tkanki łącznej (*peri* i *endomysium*) oznaczona w *m. pectoralis major* gęsi i kaczek przełożyła się na ich większą twardość, spoistość, żuwalność, gumowatość, wyczuwalność tkanki łącznej i niższą kruchość w odniesieniu do pozostałych próbek.
3. Spośród 7 gatunków ptaków istotnie większe włókna mięśniowe stwierdzone w mięśniach piersiowych gęsi i bażantów oraz mniejsze – w próbkach z gołębi i przepiórek wpłynęły odpowiednio na istotnie większą oraz mniejszą ich włóknistość.
4. Mięśnie *pectoralis major* kaczek, gęsi i gołębi odznaczały się istotnie większą intensywnością smaku i zapachu niż mięso bażantów, perlic, kuropatw czy przepiórek. Mięśnie PM kaczek i perlic posiadały istotnie większą soczystość w porównaniu z mięsem pozostałych badanych gatunków ptactwa.
5. Mięśnie piersiowe kaczek, gołębi i perlic charakteryzowały się istotnie mniejszym ubytkiem masy po obróbce cieplnej niż próbki z kuropatw, bażantów i gęsi oraz nieistotnie mniejszym wyciekiem cieplnym od *m. pectoralis major* przepiórek.

PIŚMIENNICTWO

1. Bourne M. C. (1982). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. New York: Academic Press INC, 2-16, 182
2. Burck H. Ch. (1975). Technika histologiczna. Warszawa: PZWL
3. Caine W. R., Aalhus J. L., Best D. R., Dugan M. E. R., Jeremiah L. E. (2003). Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. Meat Sci., 64 (4), 333-339
4. Cierach M., Niedźwiedź J., Borzyszkowski M. (2009). Wołowina kulinarna czynniki poubojowe a jakość mięsa. Przem. Spoż., 9 (63), 34-37
5. Dzierżyńska-Cybulko B., Fruziński B. (1997). Dzikizna jako źródło żywności. Dzikie ptactwo w hodowli fermowej. PWRiL, 122-156
6. Geldenhuys G., Hoffman L. C., Muller M. (2014). Sensory profiling of Egyptian goose (*Alopochen aegyptiacus*) meat. Food Res. Intl., 64, 25-33
7. Grabowski T. (2012). Wpływ czynników przyzyciowych na jakość mięsa drobiowego. cz. I. Pol. Drob., 8, 40-41
8. Kołczak T. (2008). Jakość wołowiny. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1 (56), 5-15
9. Kołczak T., Palka K., Zarzycki A. (1992). Effects of intramuscular collagen on tenderness and other sensory characteristic of cattle muscles. Acta Agr. Silvestra Ser. Zootechnica, 30, 75-85
10. Kotowicz M., Żochowska-Kujawska J., Sobczak M., Lachowicz K. (2013). Porównanie wielkości włókien mięśniowych oraz grubości *perimysium* i *endomysium* mięśni piersiowych wybranych gatunków ptaków. Badania niepublikowane
11. Kuhn G., Fiedler J., Kuchenmeister U., Ender K. (1993). Untersuchung zum Nährwert und zur Fleischbeschaffenheit verschiedener Schweineineher-künfte. Fleischwirtsch., 73, 1180-1182
12. Lachowicz K., Żochowska J., Sobczak M. (2004). Comparison of the texture and structure of selected muscles of piglets and wild boar juveniles. Pol. J. Food Nutr. Sci., 13 (54), 75-79; <http://journal.pan.olsztyn.pl/pdf/2004/1/rozdzial12.pdf>
13. Lawrie R. A., Ledward D. A. (2006). Lawrie's Meat Sci. (7th Edition), Cambridge: Woodhead Publishing
14. Maj D., Bieniek J., Bekas Z. (2012). Wpływ wieku i płci królików na wskaźniki jakości ich mięsa. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1 (80), 142-153
15. Marcinkowska-Lesiak M., Moczowska M., Wyrwisz J., Stelmasiak A., Zdanowska-Sąsiadek Ż., Damaziak K., Michalczyk M. (2013). Wpływ płci na wybrane cechy jakości

- mięśni mieszańców (CCZk). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 574, 39-47
16. Niedźwiedź J., Ostoja H., Cierah M. (2013). Instrumentalny pomiar parametrów tekstury i ocena organoleptyczna kruchości wołowego mięsa kulinarnego. *Inż. Ap. Chem.*, 2013, 52 (2), 62-64
 17. Panea B., Monsón F., Olleta J. L., Martínez-Cerezo S., Pardos J. J., Sanudo C. (2003). Estudio textural de la carne de vacuno. II. Análisis sensorial. [A texture study of bovine meat. II. Sensory analysis]. *Información Técnico-Económica Agraria*, 24, 31-33
 18. PN-ISO-6658:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne
 19. Ruiz de Huidobro F., Miguel F., Blázquez B., Onega E. (2005). A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Sci.*, 69, 527-536
 20. Shorthose W. R., Harris P. V. (1990). Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Food Sci.*, 55, 1-9
 21. Sobczak M., Lachowicz K., Kamieniecki H., Wójcik J., Gajowiecki L., Żochowska J., Żych A., Kotowicz M., Sablik P., Rzewuska E. (2005). The effect of cattle genotype on texture of selected muscles during post-mortem ageing. *EJPAU, Food Sci. Technol.*, 8 (3); <http://www.ejpau.media.pl/articles/volume8/issue3/art-09.pdf>
 22. Wierzbicka A. (2005). Cechy teksturalne produktów mięsnych. *Magazyn Przem. Mięsn.*, 11 (18), 20
 23. Zhuang H., Savage E. M., Smith D. P., Berrang M. E. (2009). Effect of dry-air chilling on sensory descriptive profiles of cooked broiler breast meat deboned four hours after the initiation of chilling. *Poultry Sci.*, 88, 1282-1291
 24. Zhuang H., Savage E. M. (2010). Comparisons of sensory descriptive flavor and texture profiles of cooked broiler breast fillets categorized by raw meat color lightness values. *Poultry Sci.*, 89, 1049-1055
 25. Zhuang H., Savage E. M. (2012). Effects of fillet weight on sensory descriptive flavor and texture profiles of broiler breast meat. *Poultry Sci.*, 91, 1695-1702
 26. Żochowska J., Lachowicz K., Gajowiecki L., Sobczak M., Kotowicz M., Żych A. (2005). Effects of carcass weight and muscle on texture, structure and myofibre characteristics of wild boar meat. *Meat Sci.*, 71, 244-248