

ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET
TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE
WYDZIAŁ BIOTECHNOLOGII I HODOWLI ZWIERZĄT

Mateusz Karol Buclaw

**OCENA JAKOŚCI MIĘSA, PODROBÓW I TŁUSZCZU
EMU (*DROMAIUS NOVAEHOLLANDIAE*)
W ZALEŻNOŚCI OD WIEKU I PŁCI**

*Rozprawa doktorska wykonana
w Katedrze Nauk o Zwierzętach
Monogastycznych,
Pracowni Drobiarstwa
pod kierunkiem dr hab. Danuty
Majewskiej, prof. ZUT*

Szczecin 2021

Składam serdeczne podziękowania dla mojej promotorki
Pani dr hab. Danuty Majewskiej, prof. ZUT,
kierownicze Katedry Nauk o Zwierzętach Monogastrycznych
Pani prof. dr hab. Danucie Szczerbińskiej
oraz starszemu specjalście naukowo-technicznemu
Panu dr inż. Markowi Ligockiemu
za poświęcony czas, podzielenie się wiedzą i ważne wskazówki
oraz dużą swobodę i możliwość wykazania się
w trakcie pisania niniejszej rozprawy.

**Publikacje naukowe wchodzące w skład cyklu stanowiącego rozprawę
doktorską zatytułowaną:
„Ocena jakości mięsa, podrobów i tłuszczu emu
(*Dromaius novaehollandiae*) w zależności od wieku i płci”**

[D-1] Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Marek Ligocki. The influence of age and gender on emu (*Dromaius novaehollandiae*) fat. Scientific Reports 2020, 10 (1),11082. DOI: 10.1038/s41598-020-68103-1.

IF₂₀₁₉ = 3,998; 140 pkt. MNiSW₂₀₁₉

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację – 60%.

[D-2] Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Małgorzata Jakubowska. Nutritional quality assessment of different muscles derived from 15-year-old female emus (*Dromaius novaehollandiae*): Meat physicochemical traits and sensory scores. Czech Journal of Animal Science 2019, 64 (5), 226-238. DOI: 10.17221/140/2018-CJAS.

IF₂₀₁₉ = 0,835; 70 pkt. MNiSW₂₀₁₉

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację – 60%.

[D-3] Małgorzata Jakubowska, Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Tadeusz Karamucki. Chemical composition, selected physicochemical properties and meat sensory characteristics in five types of emu muscles (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and Reports 2019, 37 (2), 195-208.

IF₂₀₁₉ = 0,688; 40 pkt. MNiSW₂₀₁₉

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych

i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację – 60%.

[D-4] Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska. Minerals, trace elements, cholesterol and fatty acids content in various muscles of emu (*Dromaius novaehollandiae*). *Animal Science Papers and Reports* 2018, 36 (3), 311-322.

IF₂₀₁₈ = 0,697; 25 pkt. MNiSW₂₀₁₇

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację – 60%.

[D-5] Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska. Proximate composition, selected minerals, fatty acid profile and cholesterol levels in edible slaughter by-products of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). *Animal Science Papers and Reports* 2018, 36 (2), 205-218.

IF₂₀₁₈ = 0,697; 25 pkt. MNiSW₂₀₁₇

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację – 60%.

Sumaryczny Impact Factor (IF) za cykl prac stanowiących rozprawę doktorską zgodny z rokiem ukazania się prac wynosi 6,915.

Ogólna liczba punktów za cykl prac stanowiących rozprawę doktorską według wykazu czasopism naukowych MNiSW z dnia 26 stycznia 2017 r. i 31 lipca 2019 r. wynosi 300 punktów.

W przypadku wyżej wymienionych prac eksperymentalnych mam wiodący udział w badaniach (60%).

Załącznik 1. Oświadczenia współautorów publikacji naukowych wchodzących w skład cyklu stanowiącego rozprawę doktorską wraz z określeniem ich indywidualnego udziału.

Załącznik 2. Wykaz publikacji, doniesień oraz osiągnięć naukowych (niestanowiących rozprawy doktorskiej).

Załącznik 3. Sumaryczne zestawienie dorobku naukowego.

Załącznik 4. Kopie publikacji naukowych wchodzące w skład cyklu stanowiącego rozprawę doktorską.

AUTOREFERAT

Mateusz Karol Buław

Rozprawa doktorska

**OCENA JAKOŚCI MIĘSA, PODROBÓW I TŁUSZCZU
EMU (*DROMAIUS NOVAEHOLLANDIAE*)
W ZALEŻNOŚCI OD WIEKU I PŁCI**

SPIS TREŚCI

1. STRESZCZENIE	8
2. ABSTRACT	10
3. WPROWADZENIE	12
4. HIPOTEZA I CEL BADAWCZY	16
4.1. Hipoteza badawcza.....	16
4.2. Cel badawczy	16
5. MATERIAŁY I METODY	17
5.1. Zwierzęta i ich utrzymanie.....	17
5.2. Ubój i pobieranie prób	17
5.3. Oznaczenie podstawowego składu chemicznego.....	18
5.4. Oznaczenie wybranych parametrów fizykochemicznych	18
5.5. Oznaczenie zawartości składników mineralnych.....	18
5.6. Oznaczenie profilu kwasów tłuszczowych i cholesterolu.....	19
5.7 Analiza statystyczna.....	19
6. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA	20
6.1. Mięso.....	20
6.1.1. Podstawowy skład chemiczny.....	20
6.1.2. Zawartość składników mineralnych.....	22
6.1.3. Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych.....	25
6.1.4. Wybrane parametry fizykochemiczne.....	30
6.2. Podroby	34
6.2.1. Podstawowy skład chemiczny.....	34
6.2.2. Zawartość składników mineralnych.....	34
6.2.3. Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych.....	36
6.3. Tłuszcz	38
6.3.1. Podstawowy skład chemiczny.....	38
6.3.2. Zawartość składników mineralnych.....	39
6.3.3. Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych.....	41
7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI	44
LITERATURA.....	45

1. STRESZCZENIE

Surowce pochodzące od tak zwanych niszowych gatunków zwierząt zyskują coraz większą popularność na światowym rynku żywności. Do takich gatunków ptaków można zaliczyć tzw. bezgrzebieniowce użytkowe, a wśród nich emu (*Dromaius novaehollandiae*). Jest to drugi co do wielkości ptak na świecie, którego chów fermowy rozpoczął się stosunkowo niedawno. Uznawany jest za ptaka wszechstronnie wykorzystywanego, jednakże pozyskuje się od niego głównie mięso oraz tłuszcz.

W literaturze naukowej ukazały się nieliczne oryginalne prace dotyczące jakości mięsa, podrobów i tłuszczu emu, dlatego poznanie wartości odżywczej i jakości surowców pozyskiwanych od emu (mięsa, podrobów i tłuszczu) wydaje się uzasadnione. Dodatkowo ze względu na często wieloletnie utrzymywanie tych ptaków, istotne było również sprawdzenie, czy wiek oraz płeć warunkują jakość pozyskiwanych od nich surowców. Postawiona hipoteza badawcza została zweryfikowana poprzez oznaczenie właściwości fizykochemicznych mięsa oraz podstawowego składu chemicznego, zawartości makro- i mikroelementów, cholesterolu i profilu kwasów tłuszczowych mięsa, tłuszczu oraz podrobów emu.

W doświadczeniu wykorzystano piętnastoletnie (8 ♀ i 6 ♂), trzyletnie (6 ♂) i roczne (6 ♂) emu. Ogółem analizie poddano surowce pochodzące od 26 ptaków. Udział podstawowych składników chemicznych i właściwości fizykochemiczne w badanych tkankach oznaczono metodami konwencjonalnymi. Zawartość wybranych składników mineralnych oznaczono techniką spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w indukcyjnie sprzężonej plazmie argonowej (ICP OES). Profil kwasów tłuszczowych i ilość cholesterolu oznaczono za pomocą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią masową (GC MS).

Uzyskane wyniki wskazują, że mięso 15-letnich emu obu płci stanowi wartościowe źródło składników pokarmowych. Na podkreślenie zasługuje wysoka zawartość białka przy niewielkiej ilości tłuszczu śródmięśniowego i cholesterolu, a także wysoka zawartość żelaza i duży udział kwasu arachidonowego. Wykazano istotną zależność podstawowego składu chemicznego, właściwości fizykochemicznych, zawartości składników mineralnych i profilu kwasów tłuszczowych od płci i rodzaju mięśnia. Podroby, a w szczególności wątroba charakteryzowały się wyjątkowymi walorami odżywczymi i dietetycznymi. Udowodniono, że żołądek, wątroba i serce emu obu płci, mogą stanowić wartościowy surowiec zwierzęcy. W przypadku tłuszczu emu, dowiedziono, że jego jakość jest zdeterminowana przez wiek,

plęć i umiejscowienie tkanki tłuszczowej w ciele ptaka. W tłuszczu 15-letnich emu stwierdzono większą zawartość metali ciężkich, dlatego najbardziej rekomendowanym do wykorzystania w przemyśle spożywczym i kosmetycznym wydaje się być surowiec pozyskiwany od młodych 1- i 3-letnich ptaków. Natomiast niewielkie różnice w zależności od umiejscowienia tkanki tłuszczowej wskazują, że zarówno tłuszcz sadełkowy, jak i podskórny z okolicy grzbietu stanowią cenny surowiec i nie ma potrzeby ich oddzielania w procesie technologicznym.

2. ABSTRACT

Animal products obtained from so-called niche species are gaining more and more popularity in the global food market. As far as poultry species are concerned, this category covers farmed ratites, including the emu (*Dromaius novaehollandiae*). It is the world's second largest bird, and its farming history began relatively recently. Emu is considered a multipurpose poultry bird, although it is farmed for meat and fat in most cases.

Original research reports on the quality of emu meat, offal and fat are scarce, therefore the idea to study the nutritional value and quality of the raw materials obtained from emu (meat, offal and fat) seems justified. In addition, due to the fact that the birds are managed in several-year-long farming cycles, it was also important to check whether the age and sex determined the quality of the raw materials obtained from them. The working hypothesis was verified by determining the physicochemical properties of meat and the basic chemical composition, the content of macro- and microelements, cholesterol and fatty acid profile of emu meat, fat and offal.

Fifteen-year-old (8 ♀ and 6 ♂), three-year-old (6 ♂) and one-year-old (6 ♂) emus were used in the experiment. In total, raw materials from 26 birds were analyzed. The share of basic chemical components and physicochemical properties in the examined tissues were determined by conventional methods. The levels of the targeted minerals were determined using the inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP OES). The fatty acid profile and the level of cholesterol were determined by gas chromatography – mass spectrometry (GC MS).

The results indicate that the meat of 15-year-old emus of both sexes is a valuable source of nutrients. What is worth emphasizing, there is a high protein content with a small amount of intramuscular fat and cholesterol, as well as a high iron content and a high proportion of arachidonic acid. A significant relationship was found between the basic chemical composition, physicochemical properties, mineral content and fatty acid profile vs. sex and type of muscle. Offal products, with liver in particular, were characterized by exceptional nutritional and dietary values. It has been proven that the stomach, liver and heart of the emu of both sexes represent a valuable animal raw material. In the case of emu fat, its quality has been proven to be related to age, sex and the location of the fatty tissue in the body. In the fat of 15-year-old emus, a higher content of heavy metals was found, therefore the raw material obtained from young 1- and 3-year-old birds seems to be the most recommended for use in the food and cosmetics industry. On the other hand, slight

differences depending on the location of adipose tissue indicate that both the abdominal fat and subcutaneous fat from the dorsal area are valuable raw materials and there is no need to separate them in the technological process.

3. WPROWADZENIE

Surowce pochodzące od tak zwanych niszowych gatunków zwierząt zyskują coraz większą popularność na światowym rynku żywności. W warunkach dużej podaży mięsa z intensywnej produkcji fermowej, konsumenci coraz częściej poszukują na rynku artykułów spożywczych oraz surowców pochodzących od zwierząt żywionych paszami NON-GMO i korzystających z zielonych wybiegów. Chów bezgrzebieniowców jest młodą gałęzią rolnictwa, co sprawia, że ptaki te są utrzymywane w warunkach zbliżonych do naturalnych. Możliwość swobodnego ruchu oraz małe zagęszczenie ptaków na wybiegach odpowiadają ekologicznemu utrzymaniu, które jest pożądane przez konsumentów. Wśród niszowych gatunków ptaków znaczną uwagę poświęca się tak utrzymywanym bezgrzebieniowcom użytkowym (strusie, emu i nandu), które dostarczają surowców wysokiej jakości [Hoffman 2008; Nithyalakshmi i Preetha 2015].

Emu (*Dromaius novaehollandiae*) jest drugim co do wielkości ptakiem na świecie i największym rodzimym ptakiem Australii, gdzie ich fermowy chów rozpoczął się w latach 70-tych XX wieku. Ze względu na łatwość adaptacji do różnych warunków środowiska, ptaki te stały się popularne i aktualnie są wykorzystywane gospodarczo na prawie wszystkich kontynentach [Sales 2007]. Na przykład w Stanach Zjednoczonych utrzymuje się ponad milion emu, a w Indiach 2,5 miliona [Horbanczuk i Wierzbicka 2016]. W Polsce aktualnie nie funkcjonują typowe fermy produkcyjne emu. Niewielka liczba stad utrzymywana jest najczęściej przez gospodarstwa agroturystyczne, gdzie miejscowi rolnicy sprzedają jaja i świeże mięso emu bezpośrednio klientom indywidualnym lub wykorzystują na własne potrzeby [Szczerbińska i in. 2007].

Emu uznawany jest za ptaka wszechstronnie wykorzystywanego, jednakże pozyskuje się od niego głównie mięso oraz tłuszcz. Mięso przypomina w smaku, zapachu i wyglądzie młodą wołowinę [Minnaar i Minnaar 1992]. W badaniach wykazano, że ma przewagę nad innymi gatunkami mięs, ponieważ mimo sensorycznego podobieństwa do mięsa czerwonego, posiada właściwości mięsa białego, a jego konsumpcja jest zalecana przez American Heart Association. Udowodniono, że mięso tych ptaków cechuje się przede wszystkim wysoką zawartością białka, przy niskiej zawartości tłuszczu i cholesterolu. Ma również korzystny profil kwasów tłuszczowych oraz jest bogate w składniki mineralne (Ca, Fe, K, Mg, Na, P, Zn), witaminy (A, B₂, B₆, B₁₂, E) i kreatynę [Berge i in. 1997; Wang i in. 2000; Pegg i in. 2006; Szczerbińska i in. 2007; Naveena i in. 2013; Horbanczuk i Wierzbicka 2016].

W literaturze naukowej ukazały się nieliczne oryginalne prace dotyczące jakości mięsa emu, przy czym badania prowadzono głównie na samcach ubijanych w wieku 12-20 miesięcy [Berge i in. 1997; Pegg i in. 2006; Naveena i in. 2013]. W produkcji drobiarskiej mięso pozyskuje się nie tylko od młodych ptaków rzeźnych, ale również od ptaków dorosłych po zakończonej nieśności. W przypadku większości gatunków ma to miejsce po pierwszym roku produkcji nieśnej. Na fermach reprodukcyjnych bezgrzebieniowce użytkowe są utrzymywane przez wiele lat. W przypadku emu może to być nawet kilkanaście sezonów nieśnych [Szczerbińska i in. 2014]. Szczyt nieśności emu przypada na 4-6 rok życia, ale bardzo często są utrzymywane znacznie dłużej i ubijane wówczas, gdy znacznie pogarszają się wyniki produkcyjne i wskaźniki wylęgowości. Przy tak długim okresie utrzymania istnieje ryzyko kumulacji pierwiastków toksycznych w tkankach, co jest ważne przy ocenie wartości żywieniowej surowców zwierzęcych. W literaturze brakuje badań dotyczących jakości i przydatności kulinarnej oraz technologicznej mięsa pochodzącego od emu, po zakończonym okresie użytkowania reprodukcyjnego. Wynika to z tego, że jest to nowy kierunek produkcji drobiarskiej o zaledwie kilkudziesięcioletniej historii.

Podczas uboju zwierząt uzyskuje się podroby, czyli jadalne narządy wewnętrzne, które wykorzystuje się do obrotu handlowego w grupach asortymentowych lub jako surowiec do produkcji przetworów. W przypadku ptaków, do podrobów zaliczamy: serce, wątrobę i żołądek mięśniowy. Zaletą podrobów jest niska cena, wysokie walory smakowe i łatwość przyrządzania, a także duża zawartość wysokostrawnego białka, makro- i mikroelementów oraz różnorodność witamin [Fernández-López i in. 2004; Abu-Salem i Abou-Arab 2010; Jayathilakan i in. 2012; Jokanović i in. 2014]. Szczególnie duże znaczenie wśród podrobów ma wątroba, która w przemyśle spożywczym jest najpowszechniej wykorzystywanym narządem jadalnym. Wykorzystuje się ją przy produkcji wielu przetworów, takich jak kiełbasy wątrobowe i pasztety [Devatkal i in. 2004]. Od dłuższego czasu obserwuje się wzrost świadomości żywieniowej konsumentów, a ich wymagania na rynku produktów spożywczych stale rosną. Konsumentów coraz częściej stawiają na jakość, niż na niską cenę produktu, a na decyzję o zakupie danego artykułu spożywczego mają wpływ informacje o jego właściwościach odżywczych. W literaturze brakuje szczegółowych badań dotyczących wartości odżywczej podrobów jadalnych pochodzących od emu. Poznanie zawartości ważnych z punktu widzenia żywieniowego składników może być pomocne w ocenie znaczenia dietetycznego podrobów emu, przyczyniając się do zwiększenia konsumpcji produktów pochodzących od tych ptaków i wykorzystania jako surowce do produkcji wyrobów mięsnych. Chodzi tu nie tylko o zawartość podstawowych składników

żywnościowych (białko, tłuszcz), czy makroelementów, ale także o bardzo ważne w diecie współczesnego konsumenta kwasy tłuszczowe, cholesterol czy też pierwiastki „niedoborowe” (np. Zn, Se, Mn, Cu i Cr).

Tłuszcz emu jest surowcem służącym do wytwarzania wartościowego oleju. Gromadzi się głównie pod skórą i w jamie brzusznej. Według Birkbece [1995] w zależności od wieku, płci i kondycji od jednego emu można uzyskać od 4 do 15 kg tłuszczu. Lewis [1993] natomiast podaje, że od 50-tygodniowego emu uzyskuje się ok. 4 kg tłuszczu, a od 70-tygodniowego – około 10 kg. Aborygeni i wcześnie kolonizatorzy Australii używali tłuszczu emu do wcierania w rany w celu przyspieszenia procesu gojenia i łagodzenia bólu w stanach zapalnych [Whitehouse i in. 1998] oraz jako środek zmiękczający i nawilżający suchą skórę [Low 1994]. W Australii, Kanadzie, USA i Europie Zachodniej kosmetyki oraz farmaceutyki sporządzane na bazie oleju, wykorzystywane są przez lekarzy medycyny, kliniki reumatologiczne, masażyistów i kręgarzy [Jeengar i in. 2015]. W badaniach dowiedziono właściwości przeciwzapalnych i przeciwutleniających oleju w różnych stanach chorobowych [Snowden i Whitehouse 1997; Fukushima i in. 1999; Wilson i in. 2004; Bennett i in. 2008; Mashtoub i in. 2014]. Wykazano, iż stymuluje odnowę skóry i wzrost włosów [Holick 1999], ma dobre właściwości nawilżające i kosmetyczne [Zemstoy i in. 1996] oraz zwiększa przenikanie transdermalne [Nelson 2001; Van Engelen i Van Engelen 2002; Farmer 2003; Pearson i Barr 2003; Akram i in. 2013]. Stosowany jest także w leczeniu łuszczycy, oparzeń i ran [Politis i Dmytrowich 1998; Lagniel i Torres 2007].

Niewiele wiadomo na temat składu tłuszczu emu jako surowca wykorzystywanego do produkcji oleju, co stanowi bodziec do podejmowania badań w tym zakresie i dążenia do uzupełnienia informacji.

Jakość surowców zwierzęcych zależy od wielu czynników, które można podzielić na przyżyciowe oraz poubojowe. Wśród czynników przyżyciowych istotne znaczenie odgrywają: rasa, płeć, wiek oraz system chowu, żywienie i obrót przedubojowy. Oprócz wyżej wymienionych uwarunkowań, duży wpływ na cechy jakościowe surowców mają również naturalne różnice między mięśniami czy narządami. Są one związane z ich funkcją fizjologiczną i budową, a w przypadku tłuszczu miejscem zdeponowania tkanki [Belkot i Pysz-Łukasik 2011; Hoffman i in. 2012; Połtowicz i Doktor 2013; Haraf i in. 2014; Karwowska i in. 2017].

Informacje dotyczące wartości odżywczej surowców pozyskiwanych od emu mogą być również przydatne do uzupełnienia danych w tabelach składu i wartości odżywczej żywności z których korzystają dietetycy, producenci żywności zobowiązani do podawania

wartości odżywczej na etykietach produktu, jak również konsumenci, którzy chcą stosować prawidłową dietę w codziennym życiu.

Przedstawione zagadnienia formułują tematykę badawczą prac wskazanych w niniejszej rozprawie doktorskiej, której nadrzędną kwestią było szczegółowe poznanie jakości surowców pochodzących od emu.

4. HIPOTEZA I CEL BADAWCZY

4.1. Hipoteza badawcza

Hipoteza badawcza zakładała, że wiek oraz płeć warunkują jakość surowców pozyskiwanych od emu.

Hipoteza badawcza została zweryfikowana poprzez oznaczenie właściwości fizykochemicznych mięsa oraz podstawowego składu chemicznego, zawartości makro- i mikroelementów, cholesterolu i profilu kwasów tłuszczowych mięsa, tłuszczu oraz podrobów emu.

4.2. Cel badawczy

Celem pracy było poznanie wartości odżywczej i jakości surowców pozyskiwanych od emu (*Dromaius novaehollandiae*) – gatunku od niedawna wykorzystywanego gospodarczo. Praca skupiała się na podstawowych surowcach pozyskiwanych od tych ptaków, takich jak mięso, podroby (serce, wątroba, żołądek mięśniowy) oraz tłuszcz.

5. MATERIAŁY I METODY

5.1. Zwierzęta i ich utrzymanie

W doświadczeniu wykorzystano piętnastoletnie (8 ♀ i 6 ♂), trzyletnie (6 ♂) i roczne (6 ♂) emu. Ogółem analizie poddano surowce pochodzące od 26 ptaków. Emu były utrzymywane na fermie doświadczalnej Pracowni Drobiarstwa, Katedry Nauk o Zwierzętach Monogastrycznych, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Wszystkie przeznaczone do badań osobniki pochodziły z własnego wylęgu i wychowu. Przez cały okres użytkowania utrzymywane były sposobem otwartym, tzn. z możliwością swobodnego korzystania z wybiegu, bez względu na warunki atmosferyczne i porę roku. Wszystkim osobnikom zapewniono identyczne warunki zootechniczne oraz stałą kontrolę weterynaryjną. Emu żywiono standardową mieszanką pełnoporcjową w formie granulatu na bazie jęczmienia, kukurydzy, pszenicy i śruty sojowej, przygotowaną według zaleceń żywieniowych dla tego gatunku ptaków. Mieszanka bez względu na wiek i płeć ptaków miała tę samą wartość żywieniową i zawierała 18,00 % białka ogólnego, 6,70 % popiołu surowego, 5,20 % włókna surowego, 2,10 % tłuszczu surowego i 10,63 MJ EMN w 1 kg paszy. Ptaki były żywione do woli, ze stałym dostępem do wody [publikacja D-1, D-2, D-3, D-4, D-5].

5.2. Ubój i pobieranie prób

Przed ubojem emu były głodzone przez 24 h, a następnie zostały uśmiercone metodą dekapitacji, po wcześniejszym ogłuszeniu. Oszołomione ptaki zostały spętane i podwieszono, a następnie wykrwawione przez otwarcie żyły jarzmowej i tętnicy szyjnej tuż za głową. Po wykrwawieniu, ptaki odpierzono i wypatroszono. Pobrano podroby jadalne (wątroba, serce, żołądek mięśniowy) oraz próbki tłuszczu z okolic grzbietu i brzucha, które zabezpieczono w temperaturze -80°C do czasu wykonania analiz [D-1, D-5]. Tusze były chłodzone przez 24 h w warunkach chłodniczych, w temperaturze 4°C . Po tym czasie z obu półtuszy wydzielono 5 mięśni (*M. gastrocnemius pars externa*, *M. gastrocnemius pars interna*, *M. obturatorius medialis*, *M. flexor cruris lateralis*, *M. iliotibialis lateralis*). Po wyizolowaniu mięśnie zapakowano w podwójne woreczki strunowe i przechowywano w stanie zamrożonym (-18°C lub -80°C w zależności od wykonywanych oznaczeń) do czasu wykonania analiz [publikacja D-2, D-3, D-4].

Wszystkie procedury zostały wykonane zgodnie z wytycznymi dotyczącymi opieki i użytkowania zwierząt badawczych oraz zostały zatwierdzone przez Lokalną Komisję

Etyczną ds. Doświadczeń na Zwierzętach w Szczecinie (ZUT w Szczecinie) (Uchwała nr 12/2014, Szczecin, PL).

5.3. Oznaczenie podstawowego składu chemicznego.

Zawartość suchej masy, wody, białka, tłuszczu i popiołu w badanych tkankach oznaczono metodami konwencjonalnymi [AOAC, 2007]. Zawartość suchej masy oznaczono przez suszenie próby w temperaturze 105°C. Udział wody wyliczono na podstawie zawartości suchej masy. Białko ogółem oznaczono metodą Kjeldahla. Udział tłuszczu oznaczono metodą Soxhllleta. Zawartość popiołu oznaczono metodą spalania [publikacja D-1, D-2, D-3, D-5].

5.4. Oznaczenie wybranych parametrów fizykochemicznych

Wartość pH mięśni zmierzono 24 godziny po uboju (pH₂₄) oraz po rozmrożeniu prób (pH) przy zastosowaniu elektrody szklanej zespolonej (typ ESAgP-302W) za pomocą pehametru CyberScan 10 (EUTECH CYBERNETICS PTE LTD) w ekstrakcie wodnym (woda destylowana) po 1 godzinie ekstrakcji w proporcji mięso:woda jak 1:1 [publikacja D-3, D-4].

Wodochłonność (WHC) mięsa określano metodą Grau i Hamma [1953] w modyfikacji Pohja i Niinivaara [1957] [publikacja D-3, D-4].

Pomiar barwy wykonano za pomocą aparatu Mini Scan XE Plus 45/0 o średnicy otworu portu pomiarowego 31,8 mm. Określono parametry barwy dla poszczególnych prób z zastosowaniem skali CIE L*a*b* [1976] z zastosowaniem układu iluminat/obserwator D65/10° [publikacja D-3, D-4].

Oznaczenie strat masy (straty chłodzenia, mrożenia i gotowania) poprzez ważenie prób przed i po przechowywaniu, wykonano na wadze elektronicznej firmy Radwag z dokładnością do 0,01 g [publikacja D-3, D-4].

Oznaczenie wybranych parametrów fizykochemicznych wykonano we współpracy z Pracownią Towaroznawstwa Produktów Spożywczych, Katedry Mikrobiologii i Biotechnologii, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

5.5. Oznaczenie zawartości składników mineralnych

Zawartość wybranych składników mineralnych (Ca, Mg, Na, K, P, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Se, Si, Sr, Pb, Zn) w badanych tkankach oznaczono techniką spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w indukcyjnie sprzężonej plazmie argonowej (ICP OES). Oznaczenia

wykonano przy użyciu aparatu „Optima 2000 DV” produkcji Perkin Elmer, po wcześniejszej mineralizacji w piecu mikrofalowym „Microwave” produkcji Anton Paar, wyposażonym w układ ciągłej kontroli temperatury i ciśnienia w każdym z naczyń kwarcowych [publikacja D-1, D-2, D-4, D-5].

5.6. Oznaczenie profilu kwasów tłuszczowych i cholesterolu

Profil kwasów tłuszczowych (C6:0, C8:0, C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C:20, C21:0, C22:0, C23:0, C24:0, C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C18:1n9t, C18:1n9c, C20:1, C22:1n9, C24:1, C18:2n6c, C18:3n3, C18:3n6, C20:2, C20:3n6, C20:3n3, C20:4n6, C22:2, C20:5n3, C22:6n3) i zawartość cholesterolu w badanych tkankach oznaczono za pomocą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią masową (GC MS) [publikacja D-1, D-2, D-4, D-5].

5.7 Analiza statystyczna

Wyniki badań opracowano statystycznie z zastosowaniem pakietu oprogramowania Statistica 13.1 PL (IBM Corp.; SPSS Statistics for Windows, Version 23.0, 2016). Do weryfikacji istotności różnic ($P \leq 0,01$ lub $P \leq 0,05$) użyto testu Tukeya [publikacja D-1, D-2, D-3, D-4, D-5].

6. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

6.1. Mięso

6.1.1. Podstawowy skład chemiczny

Skład chemiczny mięsa decyduje zarówno o jego wartości odżywczej, jak i przydatności przetwórczej. Stwierdzono istotny wpływ rodzaju mięśni oraz płci na podstawowy skład chemiczny. Mięso 15-letnich emu charakteryzowało się typowym dla bezgrzebieniowców składem chemicznym (tabela 1.), tzn. wysoką zawartością białka (22,9%), a niską tłuszczu (1,31%). Analizowane mięśnie różniły się istotnie między sobą. Największą zawartość wody u obu płci stwierdzono w *M. flexor cruris lateralis* (♀ – 76,5%; ♂ – 77,2%), zaś najmniejszą w *M. obturatorius medialis* (♀ – 74,2%; ♂ – 74,9%). Zaobserwowano istotne różnice w udziale wody warunkowane przez płeć. W mięśniach samców stwierdzono większy udział wody o 0,50 punkta procentowego niż w mięśniach samic (75,6%). Zbliżoną zawartość wody w mięsie emu uzyskali Berge i in. [1997], Pegg i in. [2006], Naveena i in. [2013] oraz Nithyalakshmi i Preetha [2015].

Zawartość białka (tabela 1.) różniła istotnie się w zależności od rodzaju badanego mięśnia. Najmniej białka stwierdzono w *M. flexor cruris lateralis* zarówno u samic (22,2%), jak i u samców (20,9%). W pozostałych mięśniach zawartość białka wahała się od 22,8 (*M. iliotibialis lateralis*) do 23,9% (*M. obturatorius medialis*) u samic i od 22,8 (*M. gastrocnemius pars interna*) do 23,4% (*M. obturatorius medialis*) u samców. Stwierdzono, że mięśnie samic (23,2%) charakteryzowały się większym udziałem białka niż samców (22,6%). Wyniki badań własnych znajdowały się w przedziale 20,2-24,4%, odnotowanym przez innych autorów [Berge i in. 1997; Pegg i in. 2006; Naveena i in. 2013; Nithyalakshmi i Preetha 2015].

Największą zawartość tłuszczu (tabela 1.) stwierdzono w *M. flexor cruris lateralis* (♀ – 2,01%; ♂ – 1,78%) i *M. obturatorius medialis* (♀ – 1,83%; ♂ – 1,73%). Mięśnie te różniły się istotnie od pozostałych mięśni (0,84-1,13%). Zbliżone pod tym względem wyniki uzyskali Pegg i in. [2006] oraz Naveena i in. [2013]. Według cytowanych źródeł zawartość tłuszczu w mięśniach emu była niska i wahała się od 0,84 do 1,40% .

Inne utrzymywane gospodarczo bezgrzebieniowce takie jak nandu [Pereira i in. 2006; Romanelli i in. 2008] oraz struś [Hoffman i in. 2005; Kuzelov i in. 2012], mają zbliżoną zawartość zarówno tłuszczu i białka w mięsie. Ta cecha jak już wcześniej wspomniano jest charakterystyczna dla ptaków bezgrzebieniowych i bardzo ceniona przez konsumentów. Z danych literaturowych wynika, że udział białka i tłuszczu w mięsie bezgrzebieniowców

wynosił odpowiednio średnio 22,81 i 1,59% u nandu [Pereira i in. 2006; Romanelli i in. 2008] oraz 21,7% i 1,22% u strusi [Hoffman i in. 2005; Kuzelov i in. 2012; Wang i in. 2014]. Należy podkreślić, że mięso ptaków bezgrzebieniowych charakteryzuje się większą zawartością białka i mniejszą tłuszczu, w porównaniu z powszechnie uważanym za chude i dietetyczne, mięsem indyckim. Jak podaje Damaziak i in. [2018], u tego gatunku w największym mięśniu udowym samców (*M. iliotibialis*) zawartość białka wynosiła 19,4-20,4%, a tłuszczu 4,53-6,02%.

W badaniach własnych największą zawartość popiołu (tabela 1.) u samic stwierdzono w *M. obturatorius medialis* (1,44%), a najmniejszą w *M. gastrocnemius pars externa* (1,19%). Udział składników mineralnych w pozostałych mięśniach wahał się od 1,25 do 1,36%. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości popiołu w mięsie samców, a jego udział wynosił średnio 1,35%. W porównaniu z badaniami innych autorów zawartość popiołu w mięsie tego gatunku ptaków była mniejsza o 0,15 [Pegg i in. 2006] i 0,46 punktu procentowego [Naveena i in. 2013].

Tabela 1. Podstawowy skład chemiczny mięśni 15-letnich emu [%] w zależności od rodzaju mięśnia i płci (\bar{x}) – tabela stworzona z danych wyjściowych [D-2; D-3] na potrzeby autoreferatu

Wyszczególnienie	Rodzaj mięśnia	Płeć emu			Główny efekt		
		♀	♂	\bar{x}	Rodzaj mięśnia	Płeć	Rodzaj mięśnia × płeć
Woda	M1	75,7 ^{bc}	76,0 ^{abc}	75,9 _b	< 0,0001	0,0221	0,5465
	M2	75,6 ^{bc}	76,2 ^{abc}	75,9 _b			
	M3	74,2 ^d	74,9 ^{cd}	74,6 _c			
	M4	76,5 ^{ab}	77,2 ^a	76,9 _a			
	M5	76,2 ^{abc}	76,0 ^{abc}	76,1 _{ab}			
	\bar{x}	75,6 [*]	76,1 [*]	75,9			
Białko	M1	23,5 ^a	23,1 ^{ab}	23,3 _{ab}	< 0,0001	0,0013	0,0964
	M2	23,5 ^a	22,8 ^{ab}	23,2 _{ab}			
	M3	23,9 ^a	23,4 ^{ab}	23,7 _a			
	M4	22,2 ^b	20,9 ^c	21,6 _c			
	M5	22,8 ^{ab}	22,9 ^{ab}	22,9 _b			
	\bar{x}	23,2 [*]	22,6 [*]	22,9			
Tłuszcz	M1	0,84 ^c	0,98 ^c	0,91 _b	< 0,0001	0,3220	0,5840
	M2	1,13 ^{bc}	0,94 ^c	1,04 _b			
	M3	1,83 ^a	1,73 ^{ab}	1,78 _a			
	M4	2,01 ^a	1,78 ^a	1,90 _a			
	M5	0,91 ^c	0,90 ^c	0,91 _b			
	\bar{x}	1,34	1,27	1,31			
Popiół	M1	1,19 ^b	1,26 ^{ab}	1,23 _c	0,0010	0,1961	0,3465
	M2	1,25 ^{ab}	1,42 ^{ab}	1,34 _{abc}			
	M3	1,44 ^a	1,43 ^{ab}	1,44 _a			
	M4	1,36 ^{ab}	1,44 ^{ab}	1,40 _{ab}			
	M5	1,27 ^{ab}	1,21 ^{ab}	1,24 _{bc}			
	\bar{x}	1,30	1,35	1,33			

a, b, c – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla rodzaju mięśni emu zaznaczono różnymi literami w indeksie dolnym.

* – Tym symbolem w indeksie górnym zaznaczono różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla płci emu.

a, b, c, d – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla interakcji rodzaj mięśnia × płeć emu zaznaczono różnymi literami w indeksie górnym.

M1 – *M. gastrocnemius pars externa*; M2 – *M. gastrocnemius pars interna*; M3 – *M. obturatorius medialis*; M4 – *M. flexor cruris lateralis*; M5 – *M. iliotibialis lateralis*

6.1.2. Zawartość składników mineralnych

Z analiz własnych wynika, że mięso emu jest bogatym źródłem makro- i mikroelementów. Spośród analizowanych składników mineralnych największą ilość stanowił potas, średnio – 3655 mg/kg (tabela 2.). Pierwiastek ten odpowiada za wiele ważnych funkcji organizmu, w tym m. in. za prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego i mięśniowego oraz kontrolę ciśnienia krwi. Uważa się, że dieta bogata w potas może chronić przed nadciśnieniem tętniczym [Karakök i in. 2010]. Pozostałe analizowane w badaniach własnych pierwiastki (tabela 2. i 3.) można uszeregować w kolejności: P> Na>Mg> Ca> Fe> Si> Zn> Cu, a następnie pierwiastki obecne w ilości poniżej 1 mg/kg (Pb, Cr, Sr, Se, Ba, Mn, Cd). W piśmiennictwie fachowym znajduje się niewiele informacji dotyczących zawartości makro- i mikroelementów w mięśniach emu. Odnosząc wyniki badań własnych do opisanego w literaturze składu mineralnego mięśni innych bezgrzebieniowców użytkowych dostrzegamy wiele podobieństw. Identyczną sekwencję pierwiastków opisali Majewska i in. [2009] w mięśniach strusia. Natomiast Ramos i in. [2009] stwierdzili jedynie wyższą zawartość fosforu (3840 mg/kg) niż potasu (2570 mg/kg) w mięśniach nandu.

Większość badanych pierwiastków poza krzemem, chromem, selenem i barem różniła się istotnie w zależności od rodzaju badanego mięśnia (tabela 2. i 3.). Zawartość potasu była zbliżona we wszystkich analizowanych mięśniach, z wyjątkiem *M. flexor cruris lateralis* (3348 mg/kg). Według danych z innych publikacji, mięśnie emu charakteryzują się wyższą zawartością potasu w porównaniu ze strusiami [Majewska i in. 2009] i nandu [Ramos i in. 2009]. Najwyższą zawartość fosforu odnotowano w *M. obturatorius medialis* (2302 mg/kg) i *M. iliotibialis lateralis* (2279 mg/kg); sodu, ołowiu i kadmu w *M. flexor cruris lateralis* (Na – 524 mg/kg, Pb – 0,057 mg/kg, Cd – 0,0112 mg/kg); magnezu, miedzi i manganu w *M. obturatorius medialis* (Mg – 284 mg/kg, Cu – 2,25 mg/kg, Mn – 0,015 mg/kg), a wapnia, żelaza i strontu w *M. gastrocnemius pars interna* (Ca – 54,8 mg/kg, Fe – 46,2 mg/kg, Sr – 0,031 mg/kg). Ponadto *M. obturatorius medialis* charakteryzował się najniższą zawartością krzemu (13,0 mg/kg). Zbliżone wartości w mięsie emu uzyskali Pegg i in. [2006]. Majewska i in. [2009] analizując zawartość składników mineralnych w strusinie, stwierdzili niższe stężenie sodu, żelaza i krzemu, a wyższe cynku. Ramos i in. [2009] odnotowali znacznie niższą zawartość magnezu, wapnia, żelaza i cynku, a wyższą sodu w mięsie nandu. W porównaniu do mięsa kurcząt brojlerów i wołowiny, mięso emu charakteryzuje się wyższą zawartością potasu, fosforu, miedzi i żelaza [Ramos i in. 2009]. Wysokie stężenie żelaza jest charakterystyczne dla mięsa ptaków bezgrzebieniowych, ze względu na fizjologiczne przystosowanie mięśni nóg wyłącznie do naziemnego trybu życia. Pierwiastek ten jest

szczególnie ważny w żywieniu człowieka. Jest niezbędny w hematopoezie i wielu komórkowych reakcjach metabolicznych. Ponadto należy zwrócić uwagę, że żelazo zawarte w mięsie jest bardziej biodostępne niż z produktów roślinnych [Lombardi-Boccia i in. 2002]. Zatem mięso emu może być bardzo dobrym źródłem żelaza w diecie, zwłaszcza dla osób cierpiących na anemię oraz seniorów i kobiet w ciąży [Cooper 1999; Hernández Ruiz de Eguílaz i in. 2010].

Tabela 2. Zawartość wybranych makroelementów w mięśniach 15-letnich emu [mg/kg] w zależności od rodzaju mięśnia i płci (\bar{x}) – tabela stworzona z danych wyjściowych [D-2; D-4] na potrzeby autoreferatu

Wyszczególnienie	Rodzaj mięśnia	Płeć emu			Główny efekt		
		♀	♂	\bar{x}	Rodzaj mięśnia	Płeć	Rodzaj mięśnia × płeć
K	M1	3679 ^a	3838 ^a	3759 _a	< 0,0001	0,0003	0,0732
	M2	3646 ^a	3849 ^a	3748 _a			
	M3	3631 ^a	3740 ^a	3686 _a			
	M4	3371 ^b	3325 ^b	3348 _b			
	M5	3673 ^a	3793 ^a	3733 _a			
	\bar{x}	3600 [*]	3709 [*]	3655			
P	M1	2096 ^c	2189 ^{ac}	2143 _b	< 0,0001	0,0007	0,8059
	M2	2084 ^c	2179 ^{ac}	2132 _b			
	M3	2238 ^{ac}	2366 ^a	2302 _a			
	M4	2079 ^c	2168 ^{bc}	2124 _b			
	M5	2263 ^{ab}	2295 ^{ab}	2279 _a			
	\bar{x}	2152 [*]	2239 [*]	2196			
Na	M1	477 ^{ad}	426 ^{cd}	452 _{bc}	< 0,0001	0,0549	0,1707
	M2	489 ^{ac}	441 ^{bcd}	465 _b			
	M3	441 ^{cd}	448 ^{bcd}	445 _{bc}			
	M4	517 ^{ab}	531 ^a	524 _a			
	M5	431 ^{cd}	406 ^d	419 _c			
	\bar{x}	471	451	461			
Mg	M1	269 ^{abcd}	270 ^{abc}	270 _b	< 0,0001	0,2914	0,1419
	M2	266 ^{bcd}	280 ^{ab}	273 _b			
	M3	283 ^a	285 ^a	284 _a			
	M4	255 ^{cd}	251 ^d	253 _c			
	M5	277 ^{ab}	275 ^{ab}	276 _{ab}			
	\bar{x}	270	272	271			
Ca	M1	48,4 ^{ab}	52,7 ^{ab}	50,6 _b	0,0002	0,0500	0,7292
	M2	54,2 ^a	55,4 ^a	54,8 _a			
	M3	46,1 ^c	48,2 ^{ab}	47,2 _b			
	M4	50,1 ^{ab}	52,3 ^{ab}	51,2 _{ab}			
	M5	49,8 ^{ab}	49,8 ^{ab}	49,8 _b			
	\bar{x}	49,7	51,7	50,7			

a, b, c – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla rodzaju mięśni emu zaznaczono różnymi literami w indeksie dolnym.

* – Tym symbolem w indeksie górnym zaznaczono różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla płci emu.

a, b, c, d – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla interakcji rodzaj mięśnia × płeć emu zaznaczono różnymi literami w indeksie górnym.

M1 – *M. gastrocnemius pars externa*; M2 – *M. gastrocnemius pars interna*; M3 – *M. obturatorius medialis*; M4 – *M. flexor cruris lateralis*; M5 – *M. iliobtibialis lateralis*

Stężenie analizowanych składników mineralnych w mięśniach różniło się istotnie w zależności od płci (tabela 2. i 3.). Stwierdzono, większą zawartość cynku, miedzi i kadmu u samic, a potasu, fosforu i wapnia u samców. Pierwiastki te mają szczególny udział w tworzeniu się jaj, przez co mogło dojść do ich wyeksploatowania w organizmie samic, bowiem ubój przeprowadzono w okresie spoczynku, ale tuż po zakończeniu nieśności. Krzem

był jedynym spośród badanych pierwiastków, gdzie odnotowano istotne różnice zależne od korelacji rodzaj mięśnia × płeć.

Współcześni konsumenci coraz częściej zwracają uwagę na skład chemiczny produktów, w szczególności unikając substancji niebezpiecznych dla organizmu. W przypadku surowców zwierzęcych są to m. in. metale ciężkie. Przepisy Unii Europejskiej dotyczące ołowiu [Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1005] i kadmu [Rozporządzenie Komisji (UE) nr 488/2014] w surowcach spożywczych ograniczają normy zawartości w wołowinie, wieprzowinie, baraninie i drobiu do maksymalnie 0,10 i 0,05 mg/kg, odpowiednio dla ołowiu i kadmu. Należy zwrócić szczególną uwagę, że mimo wieloletniego utrzymania emu sposobem otwartym, stężenia obu metali w analizowanym mięsie nie przekroczyły dopuszczalnych norm (tabela 3.).

Tabela 3. Zawartość wybranych mikroelementów w mięśniach 15-letnich emu [mg/kg] w zależności od rodzaju mięśnia i płci (\bar{x}) – tabela stworzona z danych wyjściowych [D-2; D-4] na potrzeby autoreferatu

Wyszczególnienie	Rodzaj mięśnia	Płeć emu			Główny efekt		
		♀	♂	\bar{x}	Rodzaj mięśnia	Płeć	Rodzaj mięśnia × płeć
Fe	M1	40,1 ^a	40,0 ^a	40,1 ^{bc}	0,0004	0,9892	0,6415
	M2	46,8 ^a	45,6 ^a	46,2 ^a			
	M3	43,9 ^a	47,1 ^a	45,5 ^{ab}			
	M4	38,8 ^a	39,6 ^a	39,2 ^c			
	M5	42,1 ^a	39,6 ^a	40,9 ^{abc}			
	\bar{x}	42,3	42,3	42,3			
Zn	M1	29,4 ^{abc}	27,8 ^{abc}	28,6 ^{ab}	< 0,0001	0,0240	0,2790
	M2	30,6 ^{ab}	28,1 ^{abc}	29,4 ^a			
	M3	12,2 ^e	13,7 ^{de}	13,0 ^c			
	M4	26,8 ^{bc}	21,4 ^{cd}	24,1 ^b			
	M5	34,4 ^a	30,4 ^{ab}	32,4 ^a			
	\bar{x}	26,7 [*]	24,3 [*]	25,5			
Si	M1	33,5 ^a	31,7 ^a	32,6 ^a	0,2306	0,4911	0,0127
	M2	34,6 ^a	31,6 ^a	33,1 ^a			
	M3	35,0 ^a	31,2 ^a	33,1 ^a			
	M4	32,6 ^a	41,7 ^a	37,2 ^a			
	M5	36,6 ^a	31,4 ^a	34,0 ^a			
	\bar{x}	34,5	33,5	34,0			
Cu	M1	1,47 ^{de}	1,35 ^e	1,41 ^d	< 0,0001	< 0,0001	0,0828
	M2	2,08 ^b	1,57 ^{cde}	1,83 ^b			
	M3	2,52 ^a	1,97 ^{bc}	2,25 ^a			
	M4	1,84 ^{bcd}	1,60 ^{cde}	1,72 ^{bc}			
	M5	1,69 ^{cde}	1,42 ^{de}	1,56 ^{cd}			
	\bar{x}	1,92 [*]	1,58 [*]	1,75			
Pb	M1	0,034 ^{bc}	0,033 ^{bc}	0,034 ^b	< 0,0001	0,4041	0,8337
	M2	0,029 ^c	0,030 ^{bc}	0,030 ^b			
	M3	0,032 ^{bc}	0,029 ^{bc}	0,031 ^b			
	M4	0,061 ^a	0,052 ^{abc}	0,057 ^a			
	M5	0,036 ^{bc}	0,036 ^{bc}	0,036 ^b			
	\bar{x}	0,038	0,036	0,037			
Cr	M1	0,0201 ^a	0,0238 ^a	0,0220 ^a	0,4406	0,2427	0,7742
	M2	0,0221 ^a	0,0265 ^a	0,0243 ^a			
	M3	0,0233 ^a	0,0279 ^a	0,0256 ^a			
	M4	0,0239 ^a	0,0226 ^a	0,0233 ^a			
	M5	0,0205 ^a	0,0202 ^a	0,0204 ^a			
	\bar{x}	0,0220	0,0242	0,0231			
Sr	M1	0,018 ^b	0,021 ^{ab}	0,020 ^b	0,0012	0,2579	0,7992
	M2	0,027 ^{ab}	0,034 ^a	0,031 ^a			
	M3	0,022 ^{ab}	0,024 ^{ab}	0,023 ^{ab}			
	M4	0,023 ^{ab}	0,023 ^{ab}	0,023 ^{ab}			
	M5	0,017 ^b	0,016 ^b	0,017 ^b			

	\bar{x}	0,021	0,024	0,023			
Mn	M1	0,0095 ^b	0,012 ^{ab}	0,011 ^c	0,0009	0,4595	0,3273
	M2	0,013 ^{ab}	0,012 ^{ab}	0,013 ^{bc}			
	M3	0,016 ^a	0,014 ^{ab}	0,015 ^a			
	M4	0,013 ^{ab}	0,013 ^{ab}	0,013 ^b			
	M5	0,012 ^{ab}	0,010 ^b	0,011 ^{bc}			
	\bar{x}	0,013	0,012	0,012			
Cd	M1	0,0089 ^a	0,0081 ^a	0,0085 ^b	0,0286	0,0184	0,9750
	M2	0,0099 ^a	0,0084 ^a	0,0092 ^{ab}			
	M3	0,0103 ^a	0,0093 ^a	0,0098 ^{ab}			
	M4	0,0121 ^a	0,0103 ^a	0,0112 ^a			
	M5	0,0099 ^a	0,0087 ^a	0,0093 ^{ab}			
	\bar{x}	0,0102 [*]	0,0090 [*]	0,010			
Se	M1	0,010 ^a	0,013 ^a	0,012 ^a	0,8732	0,2193	0,9346
	M2	0,011 ^a	0,012 ^a	0,012 ^a			
	M3	0,010 ^a	0,010 ^a	0,010 ^a			
	M4	0,010 ^a	0,011 ^a	0,011 ^a			
	M5	0,010 ^a	0,013 ^a	0,012 ^a			
	\bar{x}	0,010	0,012	0,011			
Ba	M1	0,007 ^b	0,009 ^{ab}	0,008 ^a	0,1124	0,7930	0,1055
	M2	0,011 ^{ab}	0,012 ^{ab}	0,012 ^a			
	M3	0,010 ^{ab}	0,013 ^{ab}	0,012 ^a			
	M4	0,016 ^a	0,008 ^{ab}	0,012 ^a			
	M5	0,008 ^{ab}	0,008 ^{ab}	0,008 ^a			
	\bar{x}	0,010	0,010	0,010			

a, b, c – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla rodzaju mięśni emu zaznaczono różnymi literami w indeksie dolnym.

* – Tym symbolem w indeksie górnym zaznaczono różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla płci emu.

a, b, c, d – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla interakcji rodzaj mięśnia \times płeć emu zaznaczono różnymi literami w indeksie górnym.

M1 – *M. gastrocnemius pars externa*; M2 – *M. gastrocnemius pars interna*; M3 – *M. obturatorius medialis*; M4 – *M. flexor cruris lateralis*; M5 – *M. iliotibialis lateralis*

6.1.3. Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych

Zawartość cholesterolu była zbliżona we wszystkich mięśniach i wahała się od 65,4 do 68,9 mg/100 g (tabela 4.). Horbańczuk i in. [1998] oraz Girolami i in. [2003] analizując mięśnie strusi, również nie stwierdzili znaczących różnic w zawartości tego steroidu. Z kolei w badaniach Beckerbauer i in. [2001], ilość cholesterolu w mięsie 57 tygodniowych samców emu była niższa o ponad połowę – 32,3 mg/100 g. Mogło to się wiązać z odmiennym schematem żywienia i różnym wiekiem badanych ptaków. Wyniki podobne do badań własnych uzyskali Horbanczuk i in. [1998], którzy przeanalizowali mięśnie 12-miesięcznych strusi. Filgueras i in. [2010] stwierdzili duże zróżnicowanie zawartości cholesterolu (56,0-81,5 mg/100 g) w mięsie jednorocznych nandu, zależne od rodzaju badanego mięśnia.

Profil kwasów tłuszczowych surowca mięsnego ma duży wpływ na jego jakość. Decyduje o jędrności śródmięśniowej tkanki tłuszczowej i jej stabilności oksydacyjnej, co z kolei wpływa na smak, zapach i barwę mięsa [Wood i in. 2008]. Mięśnie emu (tabela 4.) zawierały średnio 34,9% nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), 29,9% jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) i 35,4% wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA). Największym udziałem SFA charakteryzował się *M. obturatorius medialis* (37,6%), MUFA *M. flexor cruris lateralis* (33,3%), a PUFA *M. gastrocnemius pars*

externa (39,9%), *M. gastrocnemius pars interna* (38,2%) i *M. iliotibialis lateralis* (36,5%). Wang i in. [2000] stwierdzili 33,3% SFA, 42,0% MUFA i 24,1% PUFA w podudziu emu. Z kolei Beckerbauer i in. [2001] określając profil kwasów tłuszczowych *M. iliofibularis* odnotowali 30% SFA, 44,8% MUFA i 25,2% PUFA. Horbanczuk i in. [1998; 2015] stwierdzili wyższy udział MUFA (33,5-39,1%) i niższy PUFA (23,7-28,8%) w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych mięsa strusia. Zbliżone wyniki uzyskali Romanelli i in. [2008] w mięsie nandu oraz Wang i in. [2000] w podudziach z kurcząt i stekach wołowych.

Średnie proporcje MUFA/SFA (0,86), PUFA/SFA (1,04) i UFA/SFA (1,98) w badaniach własnych (tabela 4.) były zbliżone do podanych przez innych autorów dla mięśni emu [Wang i in. 2000], strusia [Horbanczuk i in. 1998; 2015] i nandu [Romanelli i in. 2008; Filgueras i in. 2010]. Można zatem przyjąć, że relacje między poszczególnymi grupami kwasów (SFA, UFA, MUFA i PUFA) nie wykazują specyficznej gatunkowej zmienności w obrębie infragromady *Palaeognathae*, do której należą te gatunki ptaków.

Tabela 4. Zawartość cholesterolu [mg/ 100g] i profil kwasów tłuszczowych oraz indeksy aterogenności (IA) i trombogenności (IT) w mięśniach 15-letnich emu [%] w zależności od rodzaju mięśnia i płci (\bar{x}) – tabela stworzona z danych wyjściowych [D-2; D-4] na potrzeby autoreferatu.

Wyszczególnienie	Rodzaj mięśnia	Płeć emu			Główny efekt		
		♀	♂	\bar{x}	Rodzaj mięśnia	Płeć	Rodzaj mięśnia × płeć
Cholesterol	M1	67,6 ^a	65,5 ^a	66,6 _a	0,4569	0,4807	0,4767
	M2	67,8 ^a	64,9 ^a	66,4 _a			
	M3	65,5 ^a	65,4 ^a	65,5 _a			
	M4	67,2 ^a	68,9 ^a	68,1 _a			
	M5	66,9 ^a	67,2 ^a	67,1 _a			
	\bar{x}	67,0	66,4	66,7			
SFA	M1	33,7 _b	32,0 ^b	32,9 _b	0,0001	0,1821	0,3749
	M2	35,1 ^{ab}	33,8 ^b	34,5 _b			
	M3	38,8 ^a	36,3 ^{ab}	37,6 _a			
	M4	35,3 ^{ab}	36,1 ^{ab}	35,7 _{ab}			
	M5	33,4 ^b	33,9 ^{ab}	33,7 _b			
	\bar{x}	35,3	34,4	34,9			
MUFA	M1	27,2 ^b	27,3 ^b	27,3 _c	< 0,0001	0,6826	0,9439
	M2	27,8 ^b	26,9 ^b	27,4 _c			
	M3	32,0 ^{ab}	30,8 ^{ab}	31,4 _{ab}			
	M4	33,1 ^a	33,4 ^a	33,3 _a			
	M5	29,7 ^{ab}	30,0 ^{ab}	29,9 _{bc}			
	\bar{x}	30,0	29,7	29,9			
PUFA	M1	39,1 ^{ab}	40,7 ^a	39,9 _a	< 0,0001	0,3249	0,6347
	M2	37,1 ^{ab}	39,3 ^{ab}	38,2 _a			
	M3	29,3 ^c	32,9 ^{abc}	31,1 _b			
	M4	31,6 ^{bc}	30,4 ^{bc}	31,0 _b			
	M5	36,9 ^{abc}	36,0 ^{abc}	36,5 _a			
	\bar{x}	34,8	35,9	35,4			
UFA/SFA	M1	1,98 ^a	2,14 ^a	2,06 _a	0,0003	0,2391	0,3732
	M2	1,86 ^{ab}	1,97 ^{ab}	1,92 _a			
	M3	1,59 ^b	1,77 ^{ab}	1,68 _b			
	M4	1,86 ^{ab}	1,78 ^{ab}	1,82 _{ab}			
	M5	2,01 ^a	1,95 ^{ab}	1,98 _a			
	\bar{x}	1,86	1,92	1,89			
MUFA/SFA	M1	0,81 ^{ab}	0,85 ^{ab}	0,83 _{bc}	0,0004	0,6153	0,9094
	M2	0,79 ^b	0,80 ^{ab}	0,80 _c			
	M3	0,83 ^{ab}	0,85 ^{ab}	0,84 _{bc}			
	M4	0,94 ^a	0,93 ^{ab}	0,94 _a			
	M5	0,89 ^{ab}	0,88 ^{ab}	0,89 _{ab}			
	\bar{x}	0,86	0,88	0,87			

	\bar{x}	0,85	0,86	0,86			
PUFA/SFA	M1	1,17 ^{ab}	1,29 ^a	1,23 _a	< 0,0001	0,3036	0,5072
	M2	1,07 ^{abc}	1,17 ^{ab}	1,12 _a			
	M3	0,76 ^c	0,92 ^{abc}	0,84 _c			
	M4	0,92 ^{abc}	0,86 ^{bc}	0,89 _{bc}			
	M5	1,13 ^{ab}	1,07 ^{abc}	1,10 _{ab}			
	\bar{x}	1,01	1,06	1,04			
n3	M1	1,68 ^{ab}	0,98 ^b	1,33 _b	0,0002	0,0027	0,1572
	M2	2,45 ^a	1,67 ^{ab}	2,06 _a			
	M3	1,97 ^{ab}	1,27 ^b	1,62 _{ab}			
	M4	1,19 ^b	1,09 ^b	1,14 _b			
	M5	1,08 ^b	1,19 ^b	1,14 _b			
	\bar{x}	1,67 [*]	1,24 [*]	1,46			
n6	M1	37,4 ^{ab}	39,8 ^a	38,6 _a	< 0,0001	0,1834	0,4813
	M2	34,7 ^{abc}	37,7 ^{ab}	36,2 _a			
	M3	27,3 ^c	31,7 ^{abc}	29,5 _b			
	M4	30,4 ^{bc}	29,3 ^{bc}	29,9 _b			
	M5	35,8 ^{ab}	34,8 ^{abc}	35,3 _a			
	\bar{x}	33,1	34,7	33,9			
n6/n3	M1	32,2 ^{ab}	40,8 ^{ab}	36,5 ^{ab}	0,0204	0,4585	0,3466
	M2	17,1 ^{ab}	24,3 ^{ab}	20,7 ^b			
	M3	14,9 ^b	26,4 ^{ab}	20,7 _b			
	M4	31,5 ^{ab}	34,5 ^{ab}	33,0 ^{ab}			
	M5	45,1 ^a	30,9 ^{ab}	38,0 _a			
	\bar{x}	28,2	31,4	29,8			
IA	M1	0,50 ^b	0,44 ^b	0,47 _c	0,2113	0,0001	0,4024
	M2	0,51 ^b	0,45 ^b	0,48 _c			
	M3	0,84 ^a	0,64 ^{ab}	0,74 _a			
	M4	0,69 ^{ab}	0,73 ^{ab}	0,71 _{ab}			
	M5	0,53 ^b	0,54 ^{ab}	0,54 _{bc}			
	\bar{x}	0,61	0,56	0,59			
IT	M1	0,89 ^b	0,87 ^b	0,88 _c	< 0,0001	0,9299	0,7644
	M2	0,90 ^b	0,90 ^{ab}	0,90 _c			
	M3	1,08 ^a	1,03 ^{ab}	1,06 _a			
	M4	0,99 ^{ab}	1,04 ^{ab}	1,02 _{ab}			
	M5	0,92 ^{ab}	0,93 ^{ab}	0,93 _{bc}			
	\bar{x}	0,95	0,95	0,95			

a, b, c – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla rodzaju mięśni emu zaznaczono różnymi literami w indeksie dolnym.

* – Tym symbolem w indeksie górnym zaznaczono różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla płci emu.

a, b, c, d – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla interakcji rodzaj mięśnia \times płeć emu zaznaczono różnymi literami w indeksie górnym.

M1 – *M. gastrocnemius pars externa*; M2 – *M. gastrocnemius pars interna*; M3 – *M. obturatorius medialis*; M4 – *M. flexor cruris lateralis*; M5 – *M. iliotibialis lateralis*

Głównymi SFA (tabela 5.) były kwasy palmitynowy (C16:0 – 19,4%) i stearynowy (C18:0 – 15,1%), których udział różnił się w zależności od rodzaju mięśnia. W badaniach Wang i in. [2000] oraz Beckerbauer i in. [2001] wykazano, że kwasy te miały największy udział w sumie wszystkich kwasów tłuszczowych mięsa emu. Podobne zbieżności stwierdzono w mięsie strusia [Horbanczuk i in. 1998; 2015] oraz nandu [Romanelli i in. 2008; Filgueras i in. 2010]. Kwasy palmitooleinowy (C16:1), elaidynowy (C18:1n9t) i oleinowy (C18:1n9c) stanowiły największą część MUFA w mięśniach emu, a ich średnia zawartość wynosiła odpowiednio 2,23, 2,97 i 23,9%. Wang i in. [2000] oraz Beckerbauer i in. [2001] stwierdzili nieco więcej C16:1 (3,49 i 3,80%), z kolei w przypadku C18:1n9c dwukrotnie większy udział (35,0 i 41,1%). W grupie PUFA największy udział miały kwasy linolowy (C18:2n6c – 17,4%) i arachidonowy (C20:4n6 – 17,1%) przy czym większe stężenie kwasu linolowego odnotowano w mięśniach samców (17,9%). Zawartość C18:2n6c w badaniach

Wang i in. [2000] była niewiele niższa (15,19%). W przypadku C20:4n6 uzyskano diametralnie różne wyniki. Według cytowanych autorów udział tego kwasu był 10-krotnie niższy. W badaniach Beckerbauer i in. [2001] z kolei stwierdzono jeszcze inne proporcje C18:2n6c (23,5%). Tak duże różnice wynikają prawdopodobnie z odmiennych warunków żywienia i utrzymania ptaków.

Tabela 5. Szczegółowy profil kwasów tłuszczowych w mięśniach 15-letnich emu [%] w zależności od rodzaju mięśnia i płci (\bar{x}) – tabela stworzona z danych wyjściowych [D-2; D-4] na potrzeby autoreferatu.

Wyszczególnienie	Rodzaj mięśnia	Płeć emu			Główny efekt		
		♀	♂	\bar{x}	Rodzaj mięśnia	Płeć	Rodzaj mięśnia × płeć
C14:0	M1	0,16 ^{ab}	0,11 ^{ab}	0,14 ^{abc}	0,0002	0,4582	0,2753
	M2	0,16 ^{ab}	0,17 ^{ab}	0,17 ^{ab}			
	M3	0,23 ^a	0,17 ^{ab}	0,20 ^a			
	M4	0,07 ^b	0,12 ^{ab}	0,10 ^{bc}			
	M5	0,08 ^b	0,07 ^b	0,08 ^c			
	\bar{x}	0,14	0,13	0,14			
C16:0	M1	18,6 ^a	17,5 ^a	18,1 ^b	0,0038	0,5384	0,5660
	M2	18,0 ^a	17,6 ^a	17,8 ^b			
	M3	22,8 ^a	20,4 ^a	21,6 ^a			
	M4	20,3	21,0 ^a	20,7 ^{ab}			
	M5	18,1 ^a	19,1 ^a	18,6 ^b			
	\bar{x}	19,6	19,1	19,4			
C17:0	M1	0,10 ^{ab}	0,09 ^{ab}	0,10 ^{ab}	0,0008	0,4766	0,5388
	M2	0,15 ^a	0,11 ^{ab}	0,13 ^a			
	M3	0,11 ^{ab}	0,14 ^{ab}	0,13 ^a			
	M4	0,06 ^b	0,06 ^b	0,06 ^b			
	M5	0,13 ^{ab}	0,10 ^{ab}	0,12 ^a			
	\bar{x}	0,11	0,10	0,11			
C18:0	M1	14,6 ^b	13,9 ^b	14,3 ^c	0,0001	0,1019	0,5891
	M2	16,7 ^a	15,7 ^{ab}	16,2 ^a			
	M3	15,5 ^{ab}	15,5 ^{ab}	15,5 ^{ab}			
	M4	14,8 ^b	14,9 ^{ab}	14,9 ^{bc}			
	M5	14,9 ^b	14,4 ^b	14,7 ^{bc}			
	\bar{x}	15,3	14,9	15,1			
Pozostałe SFA	M1	0,22 ^{ab}	0,36 ^a	0,29 ^a	0,0019	0,2339	0,4863
	M2	0,18 ^{ab}	0,21 ^{ab}	0,20 ^{abc}			
	M3	0,14 ^{ab}	0,12 ^{ab}	0,13 ^{bc}			
	M4	0,12 ^{ab}	0,10 ^b	0,11 ^c			
	M5	0,23 ^{ab}	0,28 ^{ab}	0,26 ^{ab}			
	\bar{x}	0,18	0,21	0,20			
C15:1	M1	0,89 ^{ab}	0,87 ^{ab}	0,88 ^a	< 0,0001	0,2750	0,9490
	M2	0,79 ^{ab}	0,57 ^{ab}	0,68 ^{ab}			
	M3	0,50 ^{ab}	0,46 ^{ab}	0,48 ^b			
	M4	0,39 ^b	0,29 ^b	0,34 ^b			
	M5	1,00 ^a	0,92 ^{ab}	0,96 ^a			
	\bar{x}	0,71	0,62	0,67			
C16:1	M1	2,24 ^a	1,85 ^a	2,05 ^{ab}	0,0235	0,9309	0,8801
	M2	1,97 ^a	2,04 ^a	2,01 ^{ab}			
	M3	3,18 ^a	2,80 ^a	2,99 ^a			
	M4	2,36 ^a	2,76 ^a	2,56 ^{ab}			
	M5	1,45 ^a	1,62 ^a	1,54 ^b			
	\bar{x}	2,24	2,21	2,23			
C18:1n9c	M1	21,5 ^b	22,0 ^b	21,8 ^c	< 0,0001	0,7632	0,9209
	M2	22,1 ^b	21,2 ^b	21,7 ^c			
	M3	24,3 ^{ab}	23,8 ^{ab}	24,1 ^{bc}			
	M4	27,3 ^a	26,9 ^a	27,1 ^a			
	M5	24,4 ^{ab}	24,9 ^{ab}	24,7 ^{ab}			
	\bar{x}	23,9	23,8	23,9			
C18:1n9t	M1	2,51 ^b	2,50 ^b	2,51 ^b	0,0001	0,9743	0,7025
	M2	2,76 ^{ab}	2,92 ^{ab}	2,84 ^b			
	M3	3,76 ^a	3,54 ^{ab}	3,65 ^a			
	M4	3,04 ^{ab}	3,37 ^{ab}	3,21 ^{ab}			
	M5	2,79 ^{ab}	2,49 ^b	2,64 ^b			
	\bar{x}	2,97	2,96	2,97			

Pozostałe MUFA	M1	0,09 ^b	0,10 ^b	0,10 ^c	< 0,0001	0,9586	0,2800
	M2	0,15 ^{ab}	0,14 ^{ab}	0,15 ^{ab}			
	M3	0,21 ^a	0,17 ^{ab}	0,19 ^a			
	M4	0,10 ^b	0,14 ^{ab}	0,12 ^{bc}			
	M5	0,10 ^b	0,10 ^b	0,10 ^{bc}			
	\bar{x}	0,13	0,13	0,13			
C18:2n6c	M1	16,9 ^a	18,8 ^a	17,9 ^a	0,1443	0,0455	0,3301
	M2	16,9 ^a	18,5 ^a	17,7 ^a			
	M3	15,5 ^a	17,6 ^a	16,6 ^a			
	M4	16,9 ^a	16,5 ^a	16,7 ^a			
	M5	18,3 ^a	18,1 ^a	18,2 ^a			
	\bar{x}	16,9*	17,9*	17,4			
C18:3n3	M1	0,50 ^a	0,57 ^a	0,54 ^a	0,1906	0,7666	0,3294
	M2	0,71 ^a	0,74 ^a	0,73 ^a			
	M3	0,74 ^a	0,55 ^a	0,65 ^a			
	M4	0,55 ^a	0,54 ^a	0,55 ^a			
	M5	0,50 ^a	0,68 ^a	0,59 ^a			
	\bar{x}	0,60	0,62	0,61			
C20:3n3	M1	0,10 ^{bcd}	0,06 ^d	0,08 ^b	< 0,0001	0,1679	0,2564
	M2	0,13 ^{ab}	0,13 ^{abc}	0,13 ^a			
	M3	0,16 ^a	0,13 ^{abc}	0,15 ^a			
	M4	0,07 ^{cd}	0,08 ^{bcd}	0,08 ^b			
	M5	0,06 ^d	0,06 ^d	0,06 ^b			
	\bar{x}	0,10	0,09	0,10			
C20:4n6	M1	20,4 ^a	20,9 ^a	20,7 ^a	< 0,0001	0,4876	0,7172
	M2	17,7 ^{ab}	19,1 ^{ab}	18,4 ^a			
	M3	11,7 ^c	14,0 ^{bc}	12,9 ^b			
	M4	13,5 ^{bc}	12,8 ^{bc}	13,2 ^b			
	M5	17,5 ^{ab}	16,7 ^{abc}	17,1 ^a			
	\bar{x}	16,2	16,7	16,5			
C20:5n3	M1	0,21 ^{ab}	0,10 ^b	0,16 ^{bc}	0,0003	0,5219	0,2794
	M2	0,26 ^{ab}	0,29 ^{ab}	0,28 ^{ab}			
	M3	0,39 ^a	0,28 ^{ab}	0,34 ^a			
	M4	0,17 ^b	0,24 ^{ab}	0,21 ^{bc}			
	M5	0,11 ^b	0,11 ^b	0,11 ^c			
	\bar{x}	0,23	0,21	0,22			
C22:6n3	M1	0,88 ^{ab}	0,24	0,56 ^{ab}	0,0003	< 0,0001	0,0429
	M2	1,35 ^a	0,51 ^b	0,93 ^a			
	M3	0,68 ^b	0,31 ^b	0,50 ^b			
	M4	0,40 ^b	0,23 ^b	0,32 ^b			
	M5	0,40 ^b	0,33 ^b	0,37 ^b			
	\bar{x}	0,74*	0,33*	0,54			
Pozostałe PUFA	M1	0,03 ^c	0,03 ^{bc}	0,03 ^b	< 0,0001	0,3811	0,7263
	M2	0,06 ^{ab}	0,07 ^a	0,07 ^a			
	M3	0,07 ^a	0,07 ^a	0,07 ^a			
	M4	0,03 ^{bc}	0,04 ^{abc}	0,04 ^b			
	M5	0,03 ^{bc}	0,02 ^c	0,03 ^b			
	\bar{x}	0,04	0,05	0,05			

a, b, c – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla rodzaju mięśni emu zaznaczono różnymi literami w indeksie dolnym.

* – Tym symbolem w indeksie górnym zaznaczono różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla płci emu.

a, b, c, d – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla interakcji rodzaj mięśnia \times płeć emu zaznaczono różnymi literami w indeksie górnym.

M1 – *M. gastrocnemius pars externa*; M2 – *M. gastrocnemius pars interna*; M3 – *M. obturatorius medialis*; M4 – *M. flexor cruris lateralis*; M5 – *M. iliotibialis lateralis*

Proporcja kwasów tłuszczowych (tabela 4.) z rodziny omega 6 i omega 3 (n6/n3), ważnych z żywieniowego punktu widzenia, wahała się między 15/1 a 45/1, w zależności od rodzaju badanego mięśnia. Zbliżone wyniki mieszczące się w podanym przedziale odnotowali Romanelli i in. [2008] w mięsie nandu. Z kolei korzystniejszy stosunek n6/n3 w mięsie emu (7/1) odnotowali Wang i in. [2000], Horbanczuk i in. [1998; 2015] w strusinie (3/1–11/1) oraz Filgueras i in. [2010] w mięsie nandu (7/1–8/1). Jak powszechnie wiadomo, stosunek n6/n3 jest zmienny i zależy głównie od diety, a w mniejszym stopniu od czynników

genetycznych. Dlatego strategia żywienia emu powinna być ukierunkowana na zwiększenie udziału PUFA w tłuszczu śródmięśniowym, zwłaszcza kwasów z grupy omega 3.

Indeksy aterogenności (IA) i trombogenności (IT) są ważne przy ocenie jakości i wartości odżywczej produktów spożywczych. Ulbricht i Southgate [1991] uważają, że IA i IT są lepszymi wskaźnikami aterogenności i trombogenności niż stosunek PUFA/SFA, bowiem im niższa jest wartość każdego z nich, tym korzystniej z punktu widzenia żywieniowego. Najmniejszą wartości IA i IT (tabela 4.) stwierdzono w *M. gastrocnemius pars externa* (0,47 i 0,88) oraz *M. gastrocnemius pars interna* (0,48 i 0,90). Uzyskane wartości były zbliżone do mięsa wołowego [Knight i in. 2003]. Korzystniejsze wartości IA (0,32) i IT (0,62) uzyskali Zdanowska-Sasiadek i in. [2016] w mięśniach nóg kurcząt brojlerów.

6.1.4. Wybrane parametry fizykochemiczne

6.1.4.1. pH

Od kwasowości mięsa w dużym stopniu zależą takie właściwości jak wodochłonność, kruchość, czy barwa. Analizując kwasowość mięśni (tabela 6.) po 24 godzinach od uboju (pH₂₄) nie stwierdzono istotnych różnic. Wartość pH₂₄ wahała się od 5,67 dla *M. obturatorius medialis* do 5,87 dla *M. flexor cruris lateralis*. Zbliżone wyniki uzyskali Berge i in. [1997]. Cytowani autorzy stwierdzili, że średnia wartość pH mięsa emu wynosiła 5,52-5,66 w zależności od wieku ubojowego ptaków (6-20 miesięcy). Pegg i in. [2006] odnotowali niższe pH dla mięsa emu (pH 5,43). Według Warriss [2000] u większości zwierząt po uboju pH spada z około 7,00 do 5,50, co wskazuje na prawidłową kwasowość badanego mięsa.

Z drugiej strony w przypadku analiz mięsa rozmrażanego (tabela 6.) stwierdzono istotne różnice pH warunkowane rodzajem mięśnia i płcią. Najmniejszą średnią wartość pH stwierdzono w *M. obturatorius medialis* (5,60), a największą w *M. flexor cruris lateralis* (5,81). Mięso samców (5,66) charakteryzowało się większą kwasowością niż mięso samic (5,70). Pod względem pH, mięso emu wykazuje większe podobieństwo do baraniny i koziny (5,6-5,8) [Naveena i in. 2013], czy też wołowiny (pH 5,8) niż mięsa drobiowego (pH 6,3) [Horbanczuk i Wierzbicka 2016].

6.1.4.2. Wodochłonność

Kryterium informującym o jakości technologicznej mięsa jest zdolność utrzymania wody własnej (WHC), określanej jako wyciek wymuszony soku mięsnego. W badaniach

wykazano (tabela 6.), iż największą zdolnością utrzymania wody własnej charakteryzował się *M. obturatorius medialis* (79,2), a najmniej *M. flexor cruris lateralis* (71,9). Większą wodochłonność mięśni stwierdzono u samców (76,2), aniżeli u samic (74,6). Powszechnie wiadomo, że zdolność tkanki do zatrzymywania wody w dużym stopniu zależy od pH, stanu funkcjonalnego białek mięśniowych i budowy mięśni. Kwasowość wszystkich analizowanych mięśni była prawidłowa i nie ujawniła żadnych zmian degradacji białek. Stwierdzono jednak większe wartości WHC przy mniejszym pH i mniejszej zawartości białka w danym mięśniu.

6.1.4.3. Barwa

Barwa jest jednym z ważniejszych wyróżników jakości mięsa mającym duże znaczenie dla konsumenta. Jest również wskaźnikiem określającym przydatność technologiczną surowca mięsnego, który może być skierowany do sprzedaży lub do dalszego przerobu. Mięso emu jest bogate w mioglobinę (8,87 mg/g), dzięki czemu ma naturalny ciemny kolor, określany jako „czerwona wiśnia“ [Naveena i in. 2013]. Intensywny czerwony kolor mięsa wiąże się również z dużą zawartością barwnika – ok. 26 pg Fe/g [Berge i in. 1997]. Spośród pięciu badanych mięśni (tabela 6.) najjaśniejszym kolorem (L^* – 36,2), największą intensywnością czerwieni (a^* – 14,6) oraz wysokim udziałem barwy żółtej (b^* – 13,1) charakteryzował się *M. flexor cruris lateralis*. Podobne wartości jasności (L^*) jak dla *M. flexor cruris lateralis* odnotowali w mięsie emu Berge i in. [1997] (L^* – 34-38) oraz Menon i in. [2014] (L^* – 31,4-33,9). Wartości L^* pozostałych mięśni (26,2-27,5) były zbliżone do tych, które odnotowano w *M. iliofibularis* 8-letnich strusi, gdzie wartość L^* malała wraz z wiekiem ptaków [Hoffman i Fisher 2001]. Uzyskane wartości barwy czerwonej (a^*) w badaniach własnych, były zbliżone do stwierdzonych w mięśniach emu przez Menona i in. [2014] i mniejsze niż odnotowane przez Berge i in. [1997]. Udział barwy żółtej (b^*) w badaniach własnych w pozostałych mięśniach był mniejszy niż barwy czerwonej (6,76-8,55). Niższe wartości tego parametru stwierdzono w mięśniach emu w wieku od 4 do 6 lat, transportowanych przez sześć godzin przed ubojem [Menon i in. 2014]. Mniejszy udział barwy żółtej stwierdzono w mięśniach 14-miesięcznych i 8-letnich strusi [Hoffman i Fisher 2001; Hoffman i in. 2005]. Należy przypuszczać, że na tak duży udział barwy żółtej badanych mięśni miał wpływ wiek ptaków. Mięso emu, podobnie jak mięso z kurcząt oraz wołowina, wieprzowina i strusina, staje się ciemniejsze i bardziej czerwone wraz z wiekiem, co jest głównie spowodowane przemianami mioglobiny [Hoffman i Fisher 2001]. W niniejszych badaniach stwierdzono także wpływ płci na parametry barwy a^* i b^* oraz korelacji rodzaj mięśnia \times płeć parametru barwy b^* . Mięso samic charakteryzowało się

większą intensywnością barwy czerwonej (11,9) i żółtej (8,78) niż mięso samców (odpowiednio 11,3 i 8,46). Jak już wcześniej wspomniano *M. flexor cruris lateralis* okazał się mięśniem najbardziej nasyconym barwą żółtą niezależnie od płci (♀ – 12,8; ♂ – 13,2), natomiast najmniejszym udziałem barwy żółtej, zarówno u samic jak i samców, charakteryzował się *M. gastrocnemius pars interna* (♀ – 6,76; ♂ – 6,80).

6.1.4.4. Straty chłodzenia, mrożenia i gotowania

Zdolność zatrzymywania wody przez mięso odpowiada za zmiany masy występujące podczas przechowywania i transportu [Alvarado i Sams 2002]. Utrata wody z tkanki po uboju i podczas przechowywania wiąże się z niższym pH i denaturacją białek mięśniowych.

Podczas przechowywania w chłodni istotnie mniejsze ubytki masy (tabela 6.) niezależnie od płci stwierdzono w mięśniach podudzia: *M. gastrocnemius pars externa* (0,80%) i *M. gastrocnemius pars interna* (0,82%) aniżeli w mięśniach ud, gdzie wartości te wahały się od 2,14 do 2,48 %. Istotnie większy wyciek swobodny stwierdzono w mięśniach samców. Największy wyciek odnotowano w *M. obturatorius medialis* samców (3,06%), a najmniejszy w mięśniach podudzia bez względu na płeć – średnio 0,81%

Straty mrożenia (tabela 6.) badanych mięśni nóg po dwóch miesiącach w temperaturze -18°C wynosiły 10,2% i były zbliżone do wyników uzyskanych przez Filgueras i in. [2011] u nandu. Podobnie jak w przypadku strat chłodzenia, najmniejsze straty mrożenia stwierdzono w mięśniach podudzia (*M. gastrocnemius pars externa* – 8,26%; *M. gastrocnemius pars interna* – 9,46%). Odnotowano także większe straty mrożenia w przypadku mięśni samców (10,8%) niż samic (9,52%).

Analizując straty spowodowane procesem gotowania (tabela 6.), największe ubytki termiczne wykazano w *M. gastrocnemius pars externa* (42,3%), a najmniejsze w *M. flexor cruris lateralis* (38,7%) i *M. iliotibialis lateralis* (39,0%). Dowiedziono również większych strat podczas gotowania mięsa pochodzącego od samic (40,6%), niż od samców (39,5%). Podobne wartości przy różnych parametrach obróbki termicznej (temperatura 100°C, czas 30 minut) wykazali Filgueras i in. [2011] w *M. gastrocnemius pars interna* nandu (41,9%). Botha i in. [2007] stwierdzili niższe straty gotowania w *M. gastrocnemius pars externa* strusia (36%), stosując temperaturę 80°C przez godzinę. Można przypuszczać, że różnice w stratach rozmrażania i gotowania między mięśniami mogą wynikać z ich budowy i funkcji fizjologicznych w ciągu życia ptaka [Lamas i in. 2014].

Tabela 6. Wybrane parametry fizykochemiczne w mięśniach 15-letnich emu w zależności od rodzaju mięśnia i płci (\bar{x}) – tabela stworzona z danych wyjściowych [D-2; D-3] na potrzeby autoreferatu

Wyszczególnienie	Rodzaj mięśnia	Płeć emu			Główny efekt		
		♀	♂	\bar{x}	Rodzaj mięśnia	Płeć	Rodzaj mięśnia × płeć
pH ₂₄	M1	5,76 ^a	5,70 ^a	5,73 _a	0,1983	0,5416	0,9962
	M2	5,73 ^a	5,73 ^a	5,73 _a			
	M3	5,69 ^a	5,67 ^a	5,68 _a			
	M4	5,87 ^a	5,84 ^a	5,86 _a			
	M5	5,74 ^a	5,71 ^a	5,73 _a			
	\bar{x}	5,76	5,73	5,75			
pH	M1	5,69 ^{bc}	5,66 ^{cd}	5,68 _b	< 0,0001	0,0021	0,2437
	M2	5,68 ^{bc}	5,66 ^{cd}	5,67 _b			
	M3	5,60 ^d	5,59 ^d	5,60 _c			
	M4	5,85 ^a	5,76 ^{ab}	5,81 _a			
	M5	5,66 ^{cd}	5,65 ^{cd}	5,66 _b			
	\bar{x}	5,70 [*]	5,66 [*]	5,68			
WHC [%]	M1	72,1 ^c	75,7 ^{abc}	73,9 _{bc}	< 0,0001	0,0144	0,2723
	M2	76,5 ^{abc}	76,2 ^{abc}	76,4 _{ab}			
	M3	77,8 ^{ab}	80,6 ^a	79,2 _a			
	M4	71,8 ^c	71,9 ^c	71,9 _c			
	M5	74,7 ^{bc}	76,6 ^{abc}	75,7 _b			
	\bar{x}	74,6 [*]	76,2 [*]	75,4			
L*	M1	27,0 ^b	27,6 ^b	27,3 _b	< 0,0001	0,0602	0,3740
	M2	26,1 ^b	26,2 ^b	26,2 _b			
	M3	27,5 ^b	27,4 ^b	27,5 _b			
	M4	35,1 ^a	37,2 ^a	36,2 _a			
	M5	26,4 ^b	27,4 ^b	26,9 _b			
	\bar{x}	28,4	29,2	28,8			
a*	M1	11,4 ^b	10,9 ^b	11,2 _b	< 0,0001	0,0115	0,3318
	M2	11,3 ^b	10,2 ^b	10,8 _b			
	M3	11,1 ^b	10,6 ^b	10,9 _b			
	M4	14,4 ^a	14,7 ^a	14,6 _a			
	M5	11,3 ^b	10,2 ^b	10,8 _b			
	\bar{x}	11,9 [*]	11,3 [*]	11,6			
b*	M1	8,17 ^{bc}	7,01 ^{cd}	7,59 _c	< 0,0001	0,0336	0,0088
	M2	6,76 ^d	6,80 ^d	6,78 _d			
	M3	8,55 ^b	8,12 ^{bc}	8,34 ^b			
	M4	12,8 ^a	13,3 ^a	13,1 _a			
	M5	7,68 ^{bcd}	7,08 ^{cd}	7,38 _{cd}			
	\bar{x}	8,78 [*]	8,46 [*]	8,62			
Straty chłodzenia [%]	M1	0,79 ^c	0,81 ^c	0,80 _b	< 0,0001	0,0003	0,0090
	M2	0,82 ^c	0,82 ^c	0,82 _b			
	M3	1,90 ^b	3,06 ^a	2,48 _a			
	M4	1,99 ^b	2,29 ^{ab}	2,14 _a			
	M5	1,96 ^b	2,80 ^{ab}	2,38 _a			
	\bar{x}	1,49 [*]	1,95 [*]	1,72			
Straty mrożenia [%]	M1	7,85 ^c	8,67 ^{bc}	8,26 _b	< 0,0001	0,0038	0,0958
	M2	9,14 ^{bc}	9,77 ^{bc}	9,46 _b			
	M3	9,83 ^{bc}	13,5 ^a	11,7 _a			
	M4	9,25 ^{bc}	10,4 ^{abc}	9,83 _{ab}			
	M5	11,5 ^{ab}	11,7 ^{ab}	11,6 _a			
	\bar{x}	9,52 [*]	10,8 [*]	10,2			
Straty gotowania [%]	M1	42,0 ^{ab}	42,5 ^a	42,3 _a	0,0004	0,0346	0,3119
	M2	41,2 ^{ab}	39,9 ^{ab}	40,6 _{ab}			
	M3	41,3 ^{ab}	39,2 ^{ab}	40,3 _{ab}			
	M4	38,7 ^{ab}	38,7 ^{ab}	38,7 _b			
	M5	39,9 ^{ab}	38,1 ^b	39,0 _b			
	\bar{x}	40,6 [*]	39,5 [*]	40,1			

a, b, c – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla rodzaju mięśni emu zaznaczono różnymi literami w indeksie dolnym.

* – Tym symbolem w indeksie górnym zaznaczono różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla płci emu.

a, b, c, d – Różnice istotne statystycznie ($P \leq 0,05$) dla interakcji rodzaj mięśnia × płeć emu zaznaczono różnymi literami w indeksie górnym.

M1 – *M. gastrocnemius pars externa*; M2 – *M. gastrocnemius pars interna*; M3 – *M. obturatorius medialis*; M4 – *M. flexor cruris lateralis*; M5 – *M. iliotibialis lateralis*

6.2. Podroby

6.2.1. Podstawowy skład chemiczny

Istotny wpływ na atrakcyjność konsumpcyjną wyrobu oraz jakość technologiczną surowców zwierzęcych ma zawartość podstawowych składników chemicznych. Podroby emu cechowały się wysoką zawartością wody (od 72,8% w wątrobie do 80,3% w żołądku mięśniowym). Inni badacze [Demirbaş 1999; Pereira i in. 2002; Shang i in. 2005; Jokanović i in. 2014] analizując podroby pochodzące od kurcząt brojlerów odnotowali również największą zawartość wody w żołądku mięśniowym (79,5-81,5%). Zawartość wody w mięśniu sercowym (70,5-77,4%) podawana przez wyżej wymienionych autorów była nieco niższa, natomiast w wątrobie wyższa (75,4-76,7%) w odniesieniu do badań własnych. W wątrobach indyjskich Zouari i in. [2011] stwierdzili 72,3% wody. Wartość ta jest najbardziej zbliżona do wyników uzyskanych w badaniach własnych.

Analizowane podroby emu charakteryzowały się zbliżoną zawartością białka (18,7%) i tłuszczu (2,0%). Jokanović i in. [2014] oraz Seong i in. [2015] podali, że wątroby i żołądki mięśniowe kurcząt brojlerów zawierają mniej białka, odpowiednio 15,7-17,1% i 13,6-17,3%. W badaniach cytowanych autorów najniższą zawartość tłuszczu – podobnie jak w badaniach własnych (1,62%) – charakteryzowały żołądki (0,81-1,50%), a ilość tłuszczu wątrobowego wahała się w granicach 2,89-4,10%. Jak podają Zouari i in. [2011] wątroby indyjskie zawierają dużo białka (21,9%), przy niskiej zawartości tłuszczu – ok. 2,90%. Niewykluczone, że niska zawartość tłuszczu w podrobach emu w porównaniu z innymi gatunkami drobiu wynikała z otwartego systemu utrzymania. W niniejszych badaniach ptaki mogły swobodnie poruszać się po dużym wybiegu, dzięki czemu w ich narządach wewnętrznych nie gromadził się nadmiar tłuszczu.

Nie stwierdzono istotnego wpływu płci na podstawowy skład chemiczny podrobów, za wyjątkiem popiołu w żołądku mięśniowym (♂ – 1%; ♀ – 0,92%). Największą zawartość popiołu stwierdzono w wątrobach (1,74%), następnie sercach (1,20%) i żołądkach (0,95%). Pereira i in. [2002] oraz Jokanović i in. [2014], którzy badali podroby kurcząt brojlerów, podali podobną kolejność, jednakże zawartość popiołu w organach emu była wyższa, co może sugerować ich bogatszy skład mineralny.

6.2.2. Zawartość składników mineralnych

Głównym makroelementem w badanych podrobach emu – podobnie jak w mięśniach – był potas, którego zawartość wahała się od 3285 mg/kg (serce) do 3729 mg/kg (żołądek).

Pozostałe makroelementy bez względu na analizowany narząd, można uszeregować w następujący sposób: P > Na > Mg > Ca. Majewska i in. [2015] stwierdzili wyższą zawartość fosforu (2967-3752 mg/kg) niż potasu (1964-2153 mg/kg) w wątrobach strusi, indyków i brojlerów kurzych, podczas gdy pozostałe makroskładniki zostały uszeregowane w ten sam sposób. Najbogatszym źródłem fosforu pod względem dietetycznym była wątroba (2964 mg/kg), a magnezu serce (221 mg/kg). Ogólna zawartość sodu i wapnia była zbliżona we wszystkich podrobach i wynosiła odpowiednio 785 i 49,6 mg/kg. Jedynie w przypadku samców, serca i żołądki charakteryzowały się istotnie większą zawartością sodu (809 mg/kg) w porównaniu do wątroby (706 mg/kg). Jokaović i in. [2014] u kurcząt brojlerów uzyskali największe stężenie potasu w wątrobie (2676 mg/kg), a najniższe w żołądkach (1947 mg/kg). W porównaniu z badaniami własnymi Jokaović i in. [2014] wykazali niższą zawartość potasu i fosforu we wszystkich podrobach, sodu w żołądku, a także wyższe stężenia pozostałych makroskładników. Zouari i in. [2011] odnotowali niższą zawartość potasu (1390 mg/kg) i magnezu (23,0 mg/kg) w wątrobach indyczych, podczas gdy pozostałe makroelementy występowały w większych stężeniach.

W grupie mikroelementów stwierdzono istotny wpływ płci na zawartość selenu, manganu, baru i chromu w żołądkach oraz cynku i baru w sercach. Zawartość żelaza, które jest ważnym mikroelementem zapewniającym m. in. prawidłowe funkcjonowanie czerwonych krwinek [Seong i in. 2015], w wątrobie emu wynosiła 2881 mg/kg. Można zatem stwierdzić, że zawartość tego pierwiastka była ponad 48 razy większa niż w sercu (58,7 mg/kg) i aż 243 razy większa niż w żołądku (11,8 mg/kg). W badaniach Ghimpeteanu i in. [2012], El-Husseiny i in. [2012], Majewskiej i in. [2015] zawartość żelaza w tkance wątrobowej kurcząt brojlerów była znacznie mniejsza i wahała się w bardzo szerokim zakresie, od 41,8 do 419 mg/kg. Zawartość żelaza w tym organie wewnętrznym u indyków mieściła się w przedziale 107-233 mg/kg [Makarski i Gortat 2011, Zouari i in. 2011, Majewska i in. 2015]. Majewska i in. [2015] analizując wątroby różnych gatunków drobiu, odnotowali najwyższą zawartość tego pierwiastka u strusi (948 mg/kg). Wynika z tego, że zawartość żelaza w wątrobach emu była trzykrotnie większa. Tak duża zawartość żelaza sugeruje, że wątroba emu może być najbogatszym źródłem tego mikroelementu w diecie człowieka. Ponadto, żelazo w formie hemowej zawarte w surowcach pochodzenia zwierzęcego takich jak podroby, charakteryzuje się wielokrotnie szybszym i lepszym wchłanianiem ze światła jelita w porównaniu z innymi formami żelaza występującymi w produktach spożywczych [Simpson i McKie 2009]. Bardzo ważnymi mikroelementami mającymi znaczenie dietetyczne są cynk i miedź. Największą zawartość tych pierwiastków

stwierdzono w wątrobach (odpowiednio 41,5 i 4,37 mg/kg), a najmniejszą w żołądkach emu (odpowiednio 31,4 i 0,58 mg/kg). Podobny układ odnotowali Jokanović i in. [2014] w podrobach kurcząt brojlerów. Zawartość krzemu w wątrobie emu (86,5 mg/kg) była prawie trzykrotnie większa niż w żołądkach (34,5 mg/kg) i sercu (30,2 mg/kg). Przewyższała też zawartością wątroby innych gatunków drobiu [Majewska i in. 2015]. Stężenia pozostałych mikroelementów z wyjątkiem strontu były również najwyższe w wątrobie.

W przypadku zwierząt utrzymywanych systemem wolnowybiegowym, w okresie dłuższym niż jeden sezon produkcyjny, rośnie zagrożenie deponowania w tkankach metali ciężkich. Może to stanowić zagrożenie dla potencjalnych konsumentów. Jak powszechnie wiadomo metale ciężkie łatwo przechodzą przez bariery biologiczne, szybko wchłaniają się z przewodu pokarmowego i cechują się wysokim tempem kumulacji. Zgodnie z przepisami Komisji Europejskiej maksymalny poziom zanieczyszczenia w narządach metalami ciężkimi wynosi 0,5 mg/kg zarówno dla kadmu [Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 488/2014], jak i dla ołowiu [Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1005]. W badaniach własnych pierwiastki te nie przekroczyły dopuszczalnych norm, a ich najwyższe stężenia stwierdzono w wątrobie (Pb – 0,20 mg/kg; Cd – 0,067 mg/kg).

6.2.3. Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych

Cholesterol mimo obaw przeciętnego konsumenta, jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Jest ważnym składnikiem steroidów, witamin i kwasów żółciowych [Kratz 2005]. Największą zawartość cholesterolu stwierdzono w wątrobie (548 mg/100 g), natomiast w żołądku i sercu wartość ta była niższa odpowiednio o 215 i 388 mg/100 g. Stężenie cholesterolu w badanych podrobach było podobne u obu płci. Porównując uzyskane wyniki z badaniami Majewskiej i in. [2016] można wnioskować, że pod względem stężenia cholesterolu wątroba emu jest najbardziej zbliżona do wątroby kurcząt brojlerów (563 mg/100 g), zawierając więcej cholesterolu aniżeli wątroba strusia (430 mg/100 g), czy indycza (329 mg/100 g).

Ogólny profil kwasów tłuszczowych dla wszystkich badanych podrobów przedstawiał się następująco: nasycone kwasy tłuszczowe (SFA) – 39,6%; jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA) – 30%; wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) – 30,4%. Największy udział SFA stwierdzono w wątrobie (42,4%), MUFA w żołądku mięśniowym (33,7%), natomiast PUFA w sercu (33,8%). W badaniach Wang i in. [2000] wykazano mniejszy udział SFA w wątrobie (36,5%) i sercu (32,2%) emu, niż w badaniach własnych.

Większy udział MUFA (37,6%) i mniejszy PUFA (25,2%) stwierdzono natomiast w wątrobie. W sercu grupa kwasów MUFA występowała w mniejszej ilości (26,4%), a PUFA niewiele większej (35,6%). Cytowani wyżej badacze nie podali jednak informacji o wieku i płci emu, których tkanki analizowano. W przypadku podrobów kurzych [Seong i in. 2015] najwięcej SFA, podobnie jak w badaniach własnych stwierdzono w wątrobie (44%), następnie w żołądku (39,4%) i sercu (36,01%). Więcej MUFA (36,8%) niż PUFA (27,2%) w porównaniu z wynikami własnymi stwierdzono w sercu. Podobne wyniki odnoszące się do wątroby kurcząt brojlerów, a także kur niosek odnotowali Shang i in. [2005], Dalkilic i in. [2009] oraz Majewska i in. [2016]. Majewska i in. [2016] uzyskali wyższy udział SFA (58%) w wątrobie strusiej, a niższy MUFA (24,4%) i PUFA (17,7%). Podobne wyniki dla strusi podają Poławska i in. [2016], poza udziałem MUFA (37,3%), który był wyższy w odniesieniu do badań własnych. Podroby emu są bogatym źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, stąd ich właściwości prozdrowotne. Korzystny wpływ tych kwasów tłuszczowych na zdrowie człowieka został wielokrotnie udokumentowany w literaturze [Czapski i in. 2016; Deacon i in. 2017].

Zainteresowanie profilem kwasów tłuszczowych wynika głównie z potrzeby znalezienia produktów wysokiej jakości. Produktów nie tylko o dużym udziale wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, ale również o korzystnej równowadze pomiędzy rodzinami kwasów omega 6 ($n6$) i omega 3 ($n3$). Zbyt wysokie proporcje PUFA $n6/n3$ w diecie prowadzą do zwiększonej syntezy kwasu arachidonowego ($C20:4n6$) kosztem syntezy i wbudowywania kwasu eikozapentaenowego ($C20:5n3$) oraz dokozaheksanowego ($C22:6n3$). Powoduje to pogorszenie funkcjonalności błon komórkowych. Ponadto $C20:4n6$ w porównaniu z $C20:5n3$ i $C22:6n3$ jest prekursorem bardziej prozapalnych eikozanoidów, które upośledzają układ odpornościowy [Harizi i in. 2008]. W niniejszych badaniach najlepszy stosunek $n6$ do $n3$ stwierdzono w wątrobie, ok. 5/1. Specjaliści do spraw żywienia człowieka zalecają, aby stosunek $n6$ do $n3$ w diecie pozostawał w zakresie od 1/1 do 5/1 [Wijendran i in. 2004; Gebauer i in. 2006]. W sercach i żołądkach stosunek ten nie był tak korzystny jak w wątrobie i wynosił odpowiednio 19/1 i 28/1. Podobne wyniki dotyczące wątroby emu uzyskali Wang i in. [2000], natomiast w sercu proporcja ta przedstawiała się korzystniej (13/1) niż w badaniach własnych (28/1).

Nie stwierdzono wpływu płci na profil kwasów tłuszczowych w analizowanych tkankach, poza większym udziałem kwasu pentadekanowego ($C15:1$) w sercach samic. Z kolei u samców wyższy poziom kwasu stearynowego ($C18:0$) stwierdzono w sercu, a także kwasu dokozaheksaenowego ($C22:6n3$) w żołądku i wątrobie.

Wśród SFA najliczniej występowały kwasy palmitynowy (C16:0) i C18:0. Inne SFA stanowiły ok. 1% całkowitego składu kwasów tłuszczowych. Najwięcej C16:0 stwierdzono w wątrobie i sercu (ok. 22,5%), a C18:0 w wątrobie (19,6%) i żołądku (18,3%). Podobną zależność w narządach jadalnych emu stwierdzili Wang i in. [2000], chociaż zawartość wyżej omawianych kwasów była nieco niższa.

Głównymi MUFA w analizowanych podrobach były kwasy: oleinowy (C18:1n9c), elaidynowy (C18:1n9t) i palmitooleinowy (C16:1). C18:1n9c jest dominującym MUFA w wątrobach różnych gatunków drobiu, a jego udział we frakcji lipidowej waha się od 13,2 do 42,4% [Kang i in. 2001, Shang i in. 2005, Zhang i in. 2008, Zouari i in. 2011, Aziza i in. 2010, Kartikasari i in. 2012, Seong i in. 2015, Majewska i in. 2016, Poławska i in. 2016]. PUFA występujące w największych ilościach w badanych podrobach to C20:4n6 i linolenowy (C18:2n6c). Wang i in. [2000] stwierdzili najwięcej PUFA w sercu emu, aczkolwiek w cytowanych badaniach udział kwasu linolowego (17,4%) był większy niż C20:4n6 (15,1%). Wątroby innych gatunków drobiu zawierały więcej C18:2n6c niż C20:4n6 [Zhang i in. 2008, Zouari i in. 2011, Majewska i in. 2016, Poławska i in. 2016]. Sugeruje to, że podroby emu charakteryzują się bardzo wysoką zawartością kwasu arachidonowego w stosunku do innych gatunków drobiu. Badania nad rolą tego kwasu wykazały, że jego niedobór może wywoływać zaburzenia w rozrodzie ludzi i innych ssaków [Pawlosky i Salem 1996; Morris 2004].

6.3. Tłuszcz

6.3.1. Podstawowy skład chemiczny

Analizując podstawowy skład chemiczny tkanki tłuszczowej samców stwierdzono wpływ jej umiejscowienia w ciele emu na zawartość białka, tłuszczu i popiołu. Ponad dwa razy więcej białka odnotowano w tłuszczu podskórnym (1,13%) aniżeli w sadełkowym (0,53%). Tłuszcz sadełkowy charakteryzował się większą zawartością tłuszczu (96,6%) i popiołu (0,081%). Zawartość analizowanych składników chemicznych była zależna od wieku. Z wiekiem emu zwiększał się udział wody w tkance tłuszczowej, bez względu na jej rodzaj, przy malejącej zawartości tłuszczu. Zmiany te miały charakter liniowy i dotyczyły rocznych, 3-letnich i 15-letnich emu. Tłuszcz 15-letnich emu charakteryzował się największym udziałem wody (2,66%), białka (1,14%) i popiołu (0,081%), a najmniejszym tłuszczu (95,7%). Istotne interakcje (rodzaj tłuszczu × wiek emu) stwierdzono w przypadku

zawartości wody i tłuszczu. Największą zawartością wody (2,74%), a najmniejszą tłuszczu (95,7%) charakteryzował się tłuszcz sadełkowy 15-letnich ptaków. Dla porównania tłuszcz sadełkowy rocznych emu zawierał 1,02% wody i 98,0% tłuszczu.

Analiza tkanki tłuszczowej 15-letnich emu obu płci wykazała wpływ miejsca jej gromadzenia w ciele ptaka na zawartość białka, tłuszczu i popiołu. Nie odnotowano wpływu płci oraz interakcji rodzaj tłuszczu × płeć na podstawowy skład chemiczny. W tym przypadku tłuszcz podskórny charakteryzował się większą zawartością białka (1,44%), a tłuszcz sadełkowy tłuszczu (95,9%) i popiołu (0,083%).

W literaturze naukowej brakuje informacji na temat podstawowego składu chemicznego tkanki tłuszczowej emu i pozostałych użytkowanych gospodarczo bezgrzebieniowców. W przypadku innych gatunków drobiu poznano jedynie skład tłuszczu gęsiego. Bełkot i Pyz-Łukasik [2011] badali podstawowy skład chemiczny tkanki tłuszczowej podskórnej i sadełkowej gęsi Białej Kołudzkiej w wieku 16-18 tygodni i 3 lat. Cytowani autorzy stwierdzili, że wiek istotnie różnicował udział podstawowych składników chemicznych w tłuszczu podskórnym. Większą zawartość wody (15,3%), białka (2,60%) i popiołu (0,14%) wykazano u gęsi młodszych (16-18 tygodniowe), a tłuszczu (91,5%) u gęsi starszych (3-letnie), czyli odwrotnie niż w badaniach własnych. Ponadto tłuszcz podskórny i sadełkowy różniły się istotnie zawartością wszystkich podstawowych składników chemicznych u 16-18 tygodniowych gęsi i tylko poziomem białka u 3-letnich gęsi. Mniej tłuszczu (82,6%), a więcej wody (15,3%), białka (gęsi młode – 2,60%, gęsi starsze – 1,20%) i popiołu (0,14%) stwierdzono w tłuszczu podskórnym. Podobną zależność dotyczącą zawartości białka i tłuszczu w tłuszczu podskórnym stwierdzono w badaniach własnych. Należy również zauważyć, że w porównaniu do badań Bełkot i Pyz-Łukasik [2011], tłuszcz podskórny emu charakteryzował się mniejszą zawartością wody, białka i popiołu, a większą tłuszczu. Natomiast tłuszcz sadełkowy mniejszym udziałem wody, a większym tłuszczu oraz zbliżoną zawartością białka i popiołu. Wyższa zawartość tłuszczu w surowcu do produkcji oleju daje możliwość uzyskania większej ilości produktu końcowego.

6.3.2. Zawartość składników mineralnych

W niniejszych badaniach stwierdzono, że rodzaj tłuszczu nie miał wpływu na zawartość chromu, kadmu, ołowiu i strontu. Większe stężenie pozostałych składników mineralnych poza manganem, odnotowano w tłuszczu podskórnym. Wiek emu miał istotny wpływ na zawartość wszystkich badanych pierwiastków. W tłuszczu 15-letnich emu

stwierdzono więcej potasu (128 mg/kg), fosforu (95,1 mg/kg), wapnia (15,1 mg/kg), magnezu (6,78 mg/kg), żelaza (3,18 mg/kg), cynku (1,10 mg/kg), ołowiu (0,198 mg/kg), seleniu (103 mg/kg), chromu (0,0444 mg/kg), kadmu (0,0215 mg/kg) i strontu (0,0206 mg/kg), a mniej krzemu (74,1 mg/kg), sodu (33,4 mg/kg) i baru (0,050 mg/kg) w porównaniu do młodszych ptaków. Natomiast tłuszcz rocznych emu charakteryzował się większą zawartością manganu (0,0109 mg/kg), a mniejszą miedzi (0,057 mg/kg). Istotne interakcje (rodzaj tłuszczu × wiek emu) stwierdzono w przypadku potasu, krzemu, wapnia, żelaza, seleniu, miedzi i manganu. Największy udział potasu (145,5 mg/kg), wapnia (18,8 mg/kg), żelaza (4,09 mg/kg), seleniu (0,115 mg/kg) stwierdzono w tłuszczu podskórnym 15-letnich emu, krzemu (186 mg/kg) w tłuszczu podskórnym 3-letnich emu, a manganu (0,0204 mg/kg) w tłuszczu sadełkowym rocznych emu.

Z analiz składu mineralnego tkanki tłuszczowej 15-letnich samic i samców emu wynika, że rodzaj tłuszczu nie wpływał na zawartość ołowiu, miedzi, baru, chromu, kadmu i strontu. Większe stężenie pozostałych składników mineralnych stwierdzono w tłuszczu podskórnym. Wpływ płci stwierdzono w przypadku krzemu, wapnia, miedzi i strontu, przy czym większą zawartość tych pierwiastków odnotowano w tłuszczu samców. Interakcję rodzaju tłuszczu i płci emu zaobserwowano w przypadku fosforu, wapnia i żelaza. Najwięcej fosforu (119 mg/kg) stwierdzono w tłuszczu podskórnym samic, a wapnia (18,8 mg/kg) i żelaza (4,09 mg/kg) w tłuszczu podskórnym samców.

Jakość tłuszczu i oleju pod względem czasu przydatności do spożycia i toksyczności można ocenić za pomocą oznaczenia niektórych pierwiastków. Duża zawartość składników mineralnych w tłuszczach jest niepożądana, ze względu na zmniejszenie ich trwałości podczas przechowywania i przetwarzania, na skutek katalitycznego działania metali na proces utleniania. Dotyczy to szczególnie żelaza, miedzi, magnezu, kobaltu, cynku, manganu i niklu. Z drugiej strony pierwiastki takie jak arsen, chrom, kadm i ołów są niepożądane ze względu na ich toksyczność i niekorzystną rolę w metabolizmie organizmu [Anthemidis i in. 2005; Zhu i in. 2011]. Mimo, że zawartość pierwiastków w surowcach zwierzęcych jest bardzo ważna, to w literaturze naukowej brakuje informacji na temat ich zawartości w tkance zapasowej zwierząt. Codex Standard for Named Animal Fats CODEX-STAN 211-1999 (FAO/WHO) podaje dopuszczalny limit niektórych pierwiastków w jadalnych olejach zwierzęcych. Na jego podstawie można stwierdzić, że w badanej tkance tłuszczowej emu nie przekroczono dopuszczalnego limitu w przypadku miedzi (< 0,4 mg/kg; maksymalnie 0,168 mg/kg w badaniach własnych) i arsenu (< 0,1 mg/kg), którego ilość była poniżej poziomu detekcji. Natomiast w tłuszczu 15-letnich emu zawartość ołowiu wynosiła

0,198 mg/kg i dwukrotnie przekroczyła dopuszczalną normę (< 0,1 mg/kg), co najprawdopodobniej wiązało się z wiekiem i otwartym sposobem utrzymania emu, rzutującym na akumulację tego pierwiastka w tkankach. Zawartość ołowiu u młodszych ptaków mieściła się w normie. W przypadku żelaza (< 1,5 mg/kg), jedynie u 3-letnich emu stwierdzono ilość zgodną z normą. Należy jednak zauważyć, że tłuszcz emu jest wyłącznie surowcem, z którego produkuje się olej. Można założyć więc, że tylko część składników mineralnych dostanie się do oleju. Oczywiście wiąże się to z metodą produkcji, ponieważ jak udowodnili Ponphaiboon i in. [2018], na przykładzie tłuszczu strusia afrykańskiego, w zależności od wybranej metody pozyskiwania oleju występują różnice w zawartości pierwiastków.

6.3.3. Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych

Stwierdzono istotny wpływ wieku emu oraz umiejscowienia tkanki tłuszczowej na zawartość cholesterolu. Większym stężeniem charakteryzował się tłuszcz podskórny (61,3 mg/100g), gdzie najwięcej cholesterolu odnotowano w grupie 15-letnich emu (63,4 mg/100g).

Porównując zawartość cholesterolu w tkance tłuszczowej 15-letnich samic i samców emu odnotowano istotny wpływ rodzaju tłuszczu. Ilość cholesterolu w tłuszczu podskórnym (65,5 mg/100g) była większa w porównaniu do tłuszczu brzuszego (62,1 mg/100g).

Fukushima i in. [1999] badając zawartość cholesterolu w oleju z emu odnotowali zbliżone wartości (58,0 mg/100g) do uzyskanych w badaniach własnych, ale tylko dla ptaków rocznych i 3-letnich. Porównanie to może budzić wątpliwości bowiem autorzy nie podali wieku i płci badanych ptaków. W przypadku 14-miesięcznych strusi afrykańskich [Horbańczuk i in. 2004] stwierdzono różnice w zawartości tego steroidu w zależności od rodzaju tłuszczu. W tłuszczu podskórnym z okolic grzbietu stwierdzono większe stężenie cholesterolu (74,3 mg/100g), w porównaniu do tłuszczu z okolic mostka (49,5 mg/100g). Dane te różnią się od uzyskanych w badaniach własnych, co zapewne wynika z różnic gatunkowych. Jak zauważyli Haraf i in. [2014] badając tłuszcz gęsi, nawet rasa ma wpływ na zawartość cholesterolu w tkance tłuszczowej ptaków.

Analizując tłuszcz samców emu w różnym wieku, stwierdzono wpływ miejsca jego odkładania na profil kwasów tłuszczowych. Większą zawartością kwasu palmitoleinowego (C16:1) charakteryzował się tłuszcz podskórny z okolic grzbietu (4,54%). Większy udział pozostałych MUFA odnotowano w tłuszczu sadelkowym (0,51%). Profil kwasów

tłuszczowych był zależny od wieku emu. Stwierdzono, że tłuszcz 15-letnich emu charakteryzował się większym udziałem kwasu stearynowego (C18:0 – 17,3%), oleinowego cis (C18:1n9c – 34,3%) i linolowego (C18:2n6c – 12,2%) oraz grup kwasów tłuszczowych MUFA (40,8%) i PUFA (15,2%), niż w pozostałych badanych grupach wiekowych. Natomiast mniejszy udział zaobserwowano w przypadku kwasu palmitynowego (C16:0 – 26,3%), C16:1 (3,23%), oleinowego trans (C18:2n6t – 3,04%) i pozostałych kwasów tłuszczowych (inne SFA – 0,32%, inne MUFA – 0,27%, inne PUFA – 0,17%) oraz dla grupy SFA (44,0%). Odnotowano również mniejszy udział kwasu α -linolenowego (C18:3n3 – 3,04%) w porównaniu do rocznych ptaków. Istotne interakcje (rodzaj tłuszczu \times wiek emu) stwierdzono wyłącznie w przypadku innych MUFA.

Nie stwierdzono oddziaływania płci i interakcji rodzaj tłuszczu \times wiek emu na profil kwasów tłuszczowych u 15-letnich emu. Rodzaju tłuszczu miał znaczenie w przypadku pozostałych SFA (tłuszcz podskórny z okolic grzbietu – 0,29%, tłuszcz sadelkowy – 0,34%) i C16:1, gdzie jego większy udział stwierdzono w tłuszczu podskórnym (3,87%).

Wang i in. [2000] w tłuszczu sadelkowym i podskórnym emu nie odnotowali istotnych różnic w profilu kwasów tłuszczowych. W innych badaniach przeprowadzonych przez Shimizu i Nakano [2003] w tłuszczu grzbietowym, jamy otrzewnej i okołonerkowym emu nie zastosowano analizy statystycznej. W cytowanych badaniach udział SFA (29,8-31,5%) i MUFA (56,0-58,8%) był diametralnie różny w porównaniu do wyników badań własnych na rocznych i 3-letnich samcach emu (SFA – 54,0-54,6%; MUFA – 32,4-34,4%). Wiązało się to z dwukrotnie większą zawartością kwasu palmitynowego i dwukrotnie mniejszą kwasu oleinowego. Z kolei porównanie z 15-letnimi samicami i samcami pokazało większy udział SFA o ok. 13% (większy udział kwasu stearynowego) i mniejszy MUFA o ok. 17% (mniejszy udział kwasu oleinowego). Zawartość PUFA (11,3-13,5%) i poszczególnych kwasów tłuszczowych (C18:2n6 – 10,3-11,4%; C18:3n3 – 0,90-1,86%) w badaniach wyżej cytowanych autorów była zbliżona do wyników uzyskanych w badaniach własnych. Należy zaznaczyć, że Wang i in. [2000] oraz Shimizu i Nakano [2003] nie podali wieku, płci, sposobu żywienia ptaków oraz składu paszy, które wywierają duży wpływ na profil kwasów tłuszczowych. Utrudnia to znacznie wszelkie odniesienia i próby interpretacji zaistniałych podobieństw i różnic.

Podobne badania przeprowadzali Shimizu and Nakano [2003], Horbańczuk i in. [2004], Hoffman i in. [2012] i Majewska i in. [2014] u strusi afrykańskich. Udział poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w badaniach cytowanych autorów wynosił dla SFA – 31,8-49,12%, dla MUFA – 29,6-44,3% i dla PUFA – 15,8-38,6%. Przytaczani

autorzy stwierdzili istotne różnice w zależności od rodzaju tłuszczu (tłuszcz podskórny z okolic grzbietu i mostka – Horbańczuk i in. 2004; tłuszcz podskórny z okolic mostka i sadelkowy – Hoffman i in. 2012; tłuszcz podskórny z okolic grzbietu, mostka i sadelkowy – Majewska i in. 2014).

Z licznych badań na tłuszczu gęsim wynika, że zawartość kwasów tłuszczowych może się wahać w szerokim zakresie: SFA – 19,5-33,4%; MUFA – 41,9-67,3%; PUFA – 11,3-33,0% [Arslan 2004; Bełkot i Pyz-Łukasik 2011; Okruszek 2012; Haraf i in. 2014; Karwowska i in. 2014; Orkus 2016; Karwowska i in. 2017; Pop i Mihalescu 2017]. Tak duża rozpiętość w poszczególnych grupach kwasów tłuszczowych może wynikać z faktu, że badania przeprowadzono na gęsiach różnych ras i w różnym wieku. Dodatkowo należy wspomnieć, iż na zmiany w profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu gęsiego wpływa żywienie [Arslan 2004; Karwowska i in. 2014; Karwowska i in. 2017], rasa [Okruszek 2011; Okruszek 2012; Haraf i in. 2014], czas i warunki pakowania [Orkus 2016], wiek [Arslan 2004; Bełkot i Pyz-Łukasik 2011] oraz rodzaj tłuszczu [Bełkot i Pyz-Łukasik 2011].

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Mięso 15 letnich emu obu płci stanowi wartościowe źródło składników pokarmowych. Na podkreślenie zasługuje wysoka zawartość białka przy niewielkiej ilości tłuszczu śródmięśniowego i cholesterolu. W składzie mineralnym zwraca uwagę wysoka zawartość żelaza, a w profilu kwasów tłuszczowych duży udział kwasu arachidonowego. Wykazano istotną zależność podstawowego składu chemicznego, właściwości fizykochemicznych, zawartości składników mineralnych i profilu kwasów tłuszczowych od płci i rodzaju mięśnia. Badania dotyczące jakości mięsa emu winny być nadal prowadzone z uwzględnieniem strategii żywieniowej, ukierunkowanej na zwiększenie w tłuszczu śródmięśniowym udziału wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, szczególnie z grupy omega 3. W przypadku uzyskania takich zmian mięso emu klasyfikowałoby się do grupy mięs o walorach prozdrowotnych.

Uzyskane wyniki wskazują na wyjątkowe walory odżywcze i dietetyczne podrobów emu. Na szczególną uwagę zasługuje wątroba tych ptaków. Narząd ten podobnie jak żołądek i serce charakteryzował się wysoką zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i najlepszą proporcją między rodzinami kwasów omega 6 i omega 3. Wątroba emu może stanowić również bogate źródło mikroelementów, a szczególnie żelaza, co czyni ją jednym z najbogatszych żywieniowych źródeł tego pierwiastka. Niewielkie różnice w podstawowym składzie chemicznym, zawartości makro- i mikroelementów oraz profilu kwasów tłuszczowych żołądka, wątroby i serca samic i samców emu sugerują, że podroby pochodzące od obu płci, mogą stanowić wartościowy surowiec zwierzęcy.

Przeprowadzone badania stanowią źródło wiedzy na temat jakości tłuszczu emu, który jest wykorzystywanym surowcem w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym i spożywczym. Dowiedziono, że jakość tłuszczu zapasowego emu jest zdeterminowana przez takie czynniki jak wiek, płeć i umiejscowienie tkanki tłuszczowej w ciele ptaka. Biorąc pod uwagę fakt, iż w tłuszczu 15-letnich emu stwierdzono większą zawartość metali ciężkich, to najbardziej rekomendowanym do wykorzystania w przemyśle spożywczym i kosmetycznym wydaje się być surowiec pozyskiwany od młodych 1- i 3-letnich ptaków. Natomiast niewielkie różnice w podstawowym składzie chemicznym, zawartości składników mineralnych, profilu kwasów tłuszczowych w zależności od umiejscowienia tkanki tłuszczowej w ciele ptaka wskazują, że zarówno tłuszcz sadełkowy, jak i podskórny z okolicy grzbietu stanowią cenny surowiec do przetwarzania i nie ma potrzeby ich oddzielania w procesie technologicznym.

LITERATURA

1. Abu-Salem F.M., Abou-Arab E.A., 2010. Chemical properties, microbiological quality and sensory evaluation of chicken and duck liver paste (foie gras). *Grasas Aceites* 61, 126-135.
2. Akram, M., Naqvi, S.B.S., Khan, A., 2013. Design and development of insulin emulgel formulation for transdermal drug delivery and its evaluation. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 26, 323-332.
3. Alvarado C.Z., Sams A.R., 2002. The role of carcass chilling rate in the development of pale, exudative turkey pectoralis. *Poultry Science* 81, 1365-1370.
4. Anthemidis, A. N., Arvanitidis, V., Stratis, J. A., 2005. On-line emulsion formation and multi-element analysis of edible oils by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 537, 271-278.
5. AOAC, 2007. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.
6. Arslan, C., 2004. Effects of diets supplemented with grass meal and sugar beet pulp meal on abdominal fat fatty acid profile and ceecal volatile fatty acid composition in geese. *Revue de Médecine Vétérinaire* 155, 619-623.
7. Aziza A.E., Quezada N., Cherian G., 2010. Feeding Camelina sativa meal to meat-type chickens: Effect on production performance and tissue fatty acid composition. *The Journal of Applied Poultry Research* 19, 157-168.
8. Beckerbauer L.M., Thiel-Cooper R., Ahn D.U., Sell J.L., Parrish Jr. F.C., Beitz D.C., 2001. Influence of two dietary fats on the composition of emu oil and meat. *Poultry Science* 80, 187-194.
9. Belkot, Z., Pyz-Lukasik, R., 2011. Influence of the age of geese on chemical and organoleptic properties of fat. *Medycyna Weterynaryjna* 62, 843-846.
10. Bennett, D. C., Code, W. E., Godin, D. V., Cheng, K. M., 2008. Comparison of the antioxidant properties of emu oil with other avian oils. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48, 1345-1350.
11. Berge P., Lepetit J., Renner M., Touraille C., 1997. Meat quality traits in the emu (*Dromaius novaehollandiae*) as affected by muscle type and animal age. *Meat Science* 2, 225-221.
12. Birkbeck, S., 1995. Emu oil: A 40,000-year-old therapy. In *Ratite encyclopedia*. Ed. Drenowatz, C. Ratite Records Inc., San Antonio.
13. Botha S.S., Hoffman L.C., Britz T.J., 2007. Physical meat quality characteristics of hot-deboned ostrich (*Struthio camelus var. domesticus*) *muscularis gastrocnemius pars interna* during post-mortem aging. *Meat Science* 75, 709-718.
14. Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), 1976. Colorimetry: Official Recommendations of the International Commission on Illumination. Publication CIE No. 15 (E- 1.3.1), Bureau Central de la CIE, Paris, France.
15. Cooper R.G., 1999. Ostrich meat, an important product of the ostrich industry: A southern African perspective. *World's Poultry Science Journal* 55, 389-402.
16. Czapski G.A., Czubowicz K., Strosznajder J.B., Strosznajder R.P., 2016. The lipooxygenases: their regulation and implication in Alzheimer's disease. *Neurochemical Research* 41, 243-257.
17. Dalkilic B., Ciftci M., Guler T., Cerci I.H., Ertas O.N., Guvenc M., 2009. Influence of dietary cinnamon oil supplementation on fatty acid composition of liver and abdominal fat in broiler chicken. *Journal of Applied Animal Research* 35, 173-176.
18. Damaziak K., Pietrzak D., Michalczyk M., Adamczak L., Chmiel M., Florowski T., Gozdowski D., Niemiec J., 2018. Early and 24 h post-mortem thigh (*ilio tibialis*) muscle metabolism and meat quality in two genetic types of turkeys and their reciprocal crosses, raised under semi-coned conditions. *British Poultry Science* 59, 45-54.
19. Deacon G., Kettle Ch., Hayes D., Dennis Ch., Tucci J., 2017. Omega 3 polyunsaturated fatty acids and the treatment of depression. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 57, 212-223.
20. Demirbaş A., 1999. Proximate and heavy metal composition in chicken meat and tissues. *Food Chemistry* 67, 27-31.
21. Devatkal S., Mendiratta S.K., Kondaiah N., Sharma M.C., Anjaneyulu A.S.R., 2004. Physicochemical, functional and microbiological quality of buffalo liver. *Meat Science* 68, 79-86.
22. El-Husseiny O.M., Hashish S.M., Ali R.A., Arafa S.A., Abd El-Samee L.D., Olemly A.A., 2012. Effects of feeding organic zinc, manganese and copper on broiler growth, carcass characteristics, bone quality and mineral content in bone, liver and excreta. *International Journal of Poultry Science* 11, 368-377.

23. Farmer S., 2003. Use of emu oil and its various fractions as a carrier for antifungal, antibacterial, antiviral medications and preparations. United States Patent 2003. Patent No.: US 6,531,126 B2.
24. Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., Pérez- Alvarez, J.A., 2004. Quality characteristics of ostrich liver Pâté. *Journal of Food Science*, 69, 85-91.
25. Filgueras R.S., Gatellier P., Aubry L., Thomas A., Bauchart D., Durand D., Zambiasi R.C., Sante-Lhoutellier V., 2010. Colour, lipid and protein stability of Rhea americana meat during air- and vacuum-packaged storage: Influence of muscle on oxidative processes. *Meat Science* 86, 665-673.
26. Filgueras R.S., Gatellier P., Ferreira C., Zambiasi R.C., Santé-Lhoutellier V., 2011. Nutritional value and digestion rate of rhea meat proteins in association with storage and cooking processes. *Meat Science* 89, 6-12.
27. Fukushima, M., Ohashi, T., Sekikawa, M., Nakano, M., 1999. Comparative hypocholesterolemic effects of five animal oils in cholesterol-fed rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 63, 202-205.
28. Gebauer S.K., Psota T.L., Harris W.S., Kris-Etherton P.M., 2006. n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition* 83, 1526-1535.
29. Ghimpeteanu O.M., Das K., Militaru M., Scippo M.L., 2012. Assessment of heavy metals and mineral nutrients in poultry liver using inductively coupled plasma-mass spectrometer (ICP-MS) and direct mercury analyzer (DMA). *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Veterinary Medicine* 69, 258-266.
30. Girolami A., Marsico I., D'andrea G., Braghieri A., Napolitano F., Cifuni G.F., 2003. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of ostrich meat as influenced by age at slaughter and muscle type. *Meat Science* 64, 309-315.
31. Grau R., Hamm R., 1953. A simple method for determining water binding in muscle. *Naturwissenschaften* 40, 29-30.
32. Haraf, G., Wołoszyn, J., Okruszek, A., Orkusz, A., Wereńska, M., 2014. Fatty acids profile of muscles and abdominal fat in geese of Polish native varieties. *Animal Science Papers and Reports* 32, 239-249.
33. Harizi H., Corcuff J.B., Gualde N., 2008. Arachidonic-acid-derived eicosanoids: roles in biology and immunopathology. *Trends in Molecular Medicine* 14, 461-469.
34. Hernández Ruiz De Eguilaz M., Panizo C., Navas-Carretero S., Martínez J.A., 2010. Anemia ferropénica: estrategias dietéticas para su prevención. *Actividad Dietética* 14, 67-71.
35. Hoffman L.C., Fisher P., 2001. Comparison of meat quality characteristics between young and old ostriches. *Meat Science* 59, 335-337.
36. Hoffman L.C., Joubert M., Brand T.S., Manley M., 2005. The effect of dietary fish oil rich in n-3 fatty acids on the organoleptic, fatty acid and physicochemical characteristics of ostrich meat. *Meat Science* 70, 45-53.
37. Hoffman L.C., 2008. Value adding and processing of rattle meat: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 8, 1270-1275.
38. Hoffman, L. C., Brand, M.M., Cloete, S.W.P., Muller, M., 2012. The fatty acid composition of muscles and fat depots of ostriches as influenced by genotype. *South African Journal of Animal Science* 42, 256-265.
39. Horbańczuk J., Sales J., Celeda T., Konecka A., ZięBa G., Kawka P., 1998. Cholesterol content and fatty acid composition of ostrich meat as influenced by subspecies. *Meat Science* 50, 385-388.
40. Horbańczuk, J.O., Malecki I., Cooper R.G., Józwick A., Klewicz J., Krzyżewski J., Khalifa H., Chyliński W., Wójcik A., Kawka M., 2004. Cholesterol content and fatty acid composition of two fat depots from slaughter ostriches (*Struthio camelus*) aged 14 months. *Animal Science Papers and Reports* 22, 247-251.
41. Horbańczuk J.O., Polawska E., Wójcik A., Hoffman L.C., 2015. Influence of frozen storage on the fatty acid composition of ostrich meat enriched with linseed and rapeseed. *South African Journal of Animal Science*, 45, 129-136.
42. Horbańczuk, O.K., Wierzbicka, A., 2016. Technological and nutritional properties of ostrich, emu, and rhea meat quality. *Journal of Veterinary Research* 60, 279-286.
43. Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K., Bawa, A.S., 2012. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology* 49, 278-293.
44. Jeengar, M.K. Kumar P.S., Thummuri D., Shrivastava S., Guntuku L., Sistla R., Naidu V.G.M., 2015. Review on emu products for use as complementary and alternative medicine. *Nutrition* 31, 21-27.

45. Jokanović M.R., Tomović V.M., Jović M.T., Škaljac S.B., Šojić B.V., Ikonić P.M., Tasić T. A., 2014. Proximate and mineral composition of chicken giblets from Vojvodina (Northern Serbia). *International Journal of Biological, Food, Veterinary and Agricultural Engineering* 8, 943-946.
46. Kang K.R., Cherian G., Sim J.S., 2001. Dietary palm oil alters the lipid stability of polyunsaturated fatty acid - modified poultry products. *Poultry Science* 80, 228-234.
47. Kartikasari L.R., Hughes R.J., Geier M.S., Makrides M., Gibson R.A., 2012. Dietary alpha-linolenic acid enhances omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid levels in chicken tissues. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 87, 103-109.
48. Karakök S.G., Ozogul Y., Saler M., Ozogul F., 2010. Proximate analysis. Fatty acid profiles and mineral contents of meats: A comparative study. *Journal of Muscle Foods* 21, 210-223.
49. Karwowska M., Mikolajczak J., Borowski S., Dolatowski Z.J., Marc-Pienkowska J., Budzinski W., 2014. Effect of noise generated by the wind turbine on the quality of goose muscles and abdominal fat. *Annals of Animal Science* 14, 441-45.
50. Karwowska M., Grabowicz M., Stadnik J., Szterk P., Bernacki Z., Dolatowski Z.J., 2017. The effect of corn or beet pulp silage supplemented diet on production parameters, oxidative stability of muscles and fatty acid composition of abdominal fat in geese. *Annals of Animal Science* 17, 887-902.
51. Knight T.W., Knowles S., Death A.F., West J., Agnew M., Morris C.A., Purchas R.W., 2003. Factors affecting the variation in fatty acid concentrations in lean beef from grass-fed cattle in New Zealand and the implications for human health. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 46, 83-95.
52. Kratz M., 2005. Dietary cholesterol, atherosclerosis and coronary heart disease. *Handbook of Experimental Pharmacology* 170, 195-213.
53. Kuzelov A., Jordanoski M., Gacovski Z., Trajcova D., 2012. Carcass categorization and chemical composition of ostrich meat. *Macedonian Journal of Animal Science* 2, 67-69.
54. Lagniel C., Torres A.M., 2007. Consequences of burn injuries treatment with 100% pure EMU oil. *Burns* 33, S148.
55. Lamas L.P., Main R.P., Hutchinson J.R., 2014. Ontogenetic scaling patterns and functional anatomy of the pelvic limb musculature in emu (*Dromaius novaehollandiae*). *PeerJ* 2: e716.
56. Lewis C., 1993. Big birds big business. *Australian Geography Magazine GEO* 14, 43-48.
57. Lombardi-Boccia G., Martinez Dominguez B., Aguzzi A., 2002. Total heme and non-heme iron in raw and cooked meats. *Journal of Food Science* 67, 1738-1741.
58. Low T., 1994. The good oil on the emu. *Australian Nature History* 3, 20-21.
59. Majewska D., Jakubowska M., Ligocki M., Tarasewicz Z., Szczerbińska D., Karamucki T., Sales J., 2009. Physicochemical characteristics, proximate analysis and mineral composition of ostrich meat as influenced by muscle. *Food Chemistry* 117, 207-211.
60. Majewska D., Szczerbińska D., Tarasewicz Z., Ligocki M., Majewski J., Sammel A., Romaniszyn K., 2014. Fatty acid profile of three fat depots from slaughter ostriches (*Struthio camelus*). *Veterinarija ir Zootechnika* 68, 43-47.
61. Majewska D., Szczerbińska D., Ligocki M., Buclaw M., Sammel A., Tarasewicz Z., Romaniszyn K., Majewski J., 2016. Comparison of mineral and fatty acid profiles of ostrich, turkey and broiler chicken liver. *British Poultry Science* 57, 193-200.
62. Makarski B., Gortat M., 2011. Effect of supplementation with copper in different chemical forms on selected physiological blood markers and content of minerals in selected tissues of turkeys. *Journal of Elementology* 4, 591-602.
63. Mashtoub S., Bennett D.C., Tran C.D., Howarth G.S., 2014. Processing and storage of ratite oils affects primary oxidation status and radical scavenging ability. *Animal Production Science* 55, 1331-1337.
64. Menon D.G., Darin C., Bennett D.C., Uttaro B., Schaefer A.F., Cheng K.M., 2014. Carcass yields and meat quality characteristics of adult emu (*Dromaius vaehollandiae*) transported for 6 h before slaughter. *Meat Science* 98, 240-246.
65. Minnaar P., Minnaar M., 1992. *The Emu Farmer's Handbook*. Groveton, Texas: Induna Company.
66. Morris J.G., 2004. Do cats need arachidonic acid in diet for reproduction? *The American Journal of Clinical Nutrition* 88, 131-137.
67. Naveena B.M., Sen A.R., Muthukumar M., Girish P.S., Praveen Kumar Y., Kiran M., 2013. Carcass characteristics, composition, physico-chemical, microbial and sensory quality of emu meat. *British Poultry Science* 54, 329-336.

68. Nelson A H., 2001. Administering progesterone using EMU oil. United States Patent 2001. Patent No.:US 6,303,132 B1.
69. Nithyalakshmi V., Preetha R., 2015. Effect of cooking conditions on physico-chemical and textural properties of Emu (*Dromaius novaehollandiae*) meat. International Food Research Journal 22, 1924-1930.
70. Okruszek A., 2011. Comparison of fatty acids content in muscles and abdominal fat lipids of geese from different flocks. Archiv fur Geflügelkunde 75, 1.
71. Okruszek, A., 2012. Fatty acid composition of muscle and adipose tissue of indigenous Polish geese breeds". Archiv Tierzucht 55, 294-302.
72. Orkusz A., 2016. Changes in subcutaneous goose fat stored under different atmospheres. European Poultry Science 80.
73. Pearson M, Barr T.L., 2003. EMU oil-based formulations for use as an analgesic, anesthetic and antipruritic. United States Patent 2003. Patent No.: US 6,528,040 B1.
74. Pawlosky R.J., Salem N., 1996. Is arachidonic acid necessary for feline reproduction? Journal of Nutrition 126, 1081-1095.
75. Pegg R.B., Amarowicz R., Code W.E., 2006. Nutritional characteristics of emu (*Dromaius novaehollandiae*) meat and its value-added products. Food Chemistry 97, 193-202.
76. Pereira N.R., Muniz E.C., Matsushita M., De Souza N.E., 2002. Cholesterol and fatty acids profile of Brazilian commercial chicken giblets. Archivos Latinoamericanos de Nutricion 52, 203-206.
77. Pereira A.V., Romanelli P.F., Scriboni A.B., Orlandini F.P., 2006. Slaughtering yield and composition of great rhea meat (*Rhea americana*). Ciência e Tecnologia de Alimentos, 26, 632-638.
78. Politis M.J., Dmytrowich A., 1998. Promotion of second intention wound healing by emu oil lotion: Comparative results with furasin, polysporin, and cortisone. Plastic and Reconstructive Surgery 102, 2404-2407.
79. Poławska E., Tolik D., Horbańczuk O.K., Ciepłoch A., Raes K., De Smet S., 2016. The effect of dietary oil seeds on the fatty acid profile and metabolism in ostrich liver. Animal Science Papers and Reports 34, 173-180.
80. Połtowicz K., Doktor J., 2013. Macromineral concentration and technological properties of poultry meat depending on slaughter age of broiler chickens of uniform body weight. Animal Science Papers and Reports 31, 249-259.
81. Pohja M.S., Niinivaara F.P., 1957. Determination of water binding of meat by means of constant pressure. Fleischwirtschaft 9, 193-195.
82. Ponphaiboon J., Limmatvapirat S., Chaidedgumjorn A., Limmatvapirat C., 2018. Physicochemical property, fatty acid composition, and antioxidant activity of ostrich oils using different rendering methods. LWT 93, 45-50.
83. Pop F., Mihalescu L., 2017. Effects of α -tocopherol and citric acid on the oxidative stability of alimentary poultry fats during storage at low temperatures. International Journal of Food Properties 20, 1085-1096.
84. Ramos A., Cabrera M.C., Del Puerto M., Saadoun A., 2009. Minerals, haem and non-haem iron contents of rhea meat. Meat Science 81, 116-119.
85. Romanelli P.F., Trabuco E., Scriboni A.B., Visentainer J.V., de Souza N.E., 2008. Chemical composition and fatty acid profile of rhea (*Rhea americana*) meat. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 58, 201-205.
86. Sales J., 2007. The emu (*Dromaius novaehollandiae*): A review of its biology and commercial products. Avian and Poultry Biology Reviews 18,1-20.
87. Seong P.N., Cho S.H., Park K.M., Kang G.H., Park B.Y, Moon S.S., Ba H.V., 2015. Characterization of chicken by-products by mean of proximate and nutritional compositions. Korean Journal for Food Science of Animal Resources 35, 179-188.
88. Shang X.G., Wang F.L., Li D.F., Yin J.D., Li X.J., Yi G.F., 2005. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the fatty acid composition of egg yolk, plasma and liver as well as hepatic stearyl-coenzyme a desaturase activity and gene expression in laying hens. Poultry Science 84, 1886-1892.
89. Shimizu S., Nakano M., 2003. Molecular species of triacylglycerol isolated from depot fats of rats. Journal of Oleo Science 52, 57-63.
90. Simpson R.J., Mckie A.T., 2009. Regulation of intestinal iron absorption: the mucosa takes control? Cell Metabolism 10, 84-87.
91. Snowden J.M., Whitehouse M.W., 1997. Anti-inflammatory activity of emu oils in rats. Inflammopharmacology 5, 127-132.

92. Szczerbińska D., Majewska D., Danczak A., Tarasewicz Z., 2007. Emu. Wydawnictwo Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, Szczecin, Polska.
93. Szczerbińska D., Majewska D., Tarasewicz Z., Romaniszyn K., Sammel A., Buclaw M., 2014. Emu (*Dromaius novaehollandiae*) laying performance and egg quality during a ten-year reproductive performance period. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 17(2).
94. Ulbricht T.L.V, Southgate D.A.T., 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet* 338, 985-992.
95. Van Engelen H.W., Van Engelen P.A., 2002. Topical dermal anaesthetic. United States Patent 2002. PatentNo.: US 6,416,772 B1.
96. Wang W., Xiao K., Zheng X., Zhu D., Yang Z., Tang J., Sun P., Wang J., Peng K., 2014. Effects of supplemental boron on growth performance and meat quality in african ostrich chicks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62, 11024-11029.
97. Wang Y.W., Sunwoo H., Sim J. S., 2000. Lipid characteristics of emu meat and tissues. *Journal of Food Lipids* 7, 71-82.
98. Warriss P.D., 2000. Meat science: An introductory text. New York, USA: CABI publishing, CAB International.
99. Whitehouse M.W., Turner A.G., Davis C.K., Roberts M.S., 1998. Emu oil(s): a source of non-toxic transdermal anti-inflammatory agents in aboriginal medicine. *Inflammopharmacology* 6, 1-8.
100. Wijendran V., Hayes K.C., 2004. Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annual Review Nutrition* 24, 597-615.
101. Wilson T.A., Nicolosi R., Handelman G., Yoganathan S., Kotyla T., Orthoefer F.T., Binford P., 2004. Comparative effects of emu and olive oil on aortic early atherosclerosis and associated risk factors in hypercholesterolemia hamsters. *Nutrition Research* 24, 395-406.
102. Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I., Whittington F.M., 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* 78, 343-358.
103. Zhang X., Wang B., Wang L., Long F., Yang Z., Yu S., Wang Y., Wei X., Jing L., Liu G., 2008. Effect of dietary conjugate linoleic acid (CLA) on the growth and lipid metabolism of geese and fatty acid composition of their tissues. *South African Journal of Animal Science* 38, 12-20.
104. Zemstoy A., Gaddis M., Montalvo-Lugo V.M., 1996. Moisturizing and cosmetic properties of emu oil: A pilot double blind study. *Australasian Journal of Dermatology* 37, 159-162.
105. Zdanowska-Sasiadek Z., Michalczuk M., Polawska E., Damaziak K., Niemiec J., Radzik-Rant A., 2016. Dietary vitamin E supplementation on cholesterol, vitamin E content, and fatty acid profile in chicken muscles. *Canadian Journal of Animal Science* 96, 114-120.
106. Zhu F., Fan W., Wang X., Qu L., Yao S., 2011. Health risk assessment of eight heavy metals in nine varieties of edible vegetable oils consumed in China. *Food and Chemical Toxicology* 49, 3081-3085.
107. Zouari N., Fakhfakh N., Amara-Dali W.B., Sellami M., Msaddak L., Ayadi M.A., 2011. Turkey liver: physicochemical characteristics and functional properties of protein fractions. *Food and Bioprocess Processing* 89, 142-148.

Załącznik 1.

**Oświadczenia współautorów publikacji naukowych wchodzących
w skład cyklu stanowiącego rozprawę doktorską wraz z
określeniem ich indywidualnego udziału**

Mateusz Karol Buclaw

Rozprawa doktorska

**OCENA JAKOŚCI MIĘSA, PODROBÓW I TŁUSZCZU
EMU (*DROMAIUS NOVAEHOLLANDIAE*)
W ZALEŻNOŚCI OD WIEKU I PŁCI**

dr hab. Danuta Majewska, prof. ZUT
prof. dr hab. Danuta Szczerbińska
dr hab. inż. Małgorzata Jakubowska, prof. ZUT
dr hab. inż. Tadeusz Karamucki, prof. ZUT
dr inż. Marek Ligocki

mgr inż. Mateusz Buclaw
ul. Boguchwały 15/12
71-530 Szczecin

Oświadczenie

Oświadczam, że w skład rozprawy doktorskiej pt. „**Ocena jakości mięsa, podrobów i tłuszczu emu (*Dromaius novaehollandiae*) w zależności od wieku i płci**” wchodzi pracę, w których jestem współautorem:

1. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Marek Ligocki. The influence of age and gender on emu (*Dromaius novaehollandiae*) fat. Scientific Reports 2020, 10(1),11082. DOI: 10.1038/s41598-020-68103-1. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 60%.
2. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Małgorzata Jakubowska. Nutritional quality assessment of different muscles derived from 15-year-old female emus (*Dromaius novaehollandiae*): Meat physicochemical traits and sensory scores. Czech Journal of Animal Science 2019, 64 (5), 226-238. DOI: 10.17221/140/2018-CJAS. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 60%.
3. Małgorzata Jakubowska, Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Tadeusz Karamucki. Chemical composition, selected physicochemical properties and meat sensory characteristics in five types of emu muscles (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and Reports 2019, 37(2), 195-208. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 60%.
4. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska. Minerals, trace elements, cholesterol and fatty acids content in various muscles of emu (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and Reports 2018, 36(3), 311-322. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 60%.

5. Mateusz Buław, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska. Proximate composition, selected minerals, fatty acid profile and cholesterol levels in edible slaughter by-products of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). *Animal Science Papers and Reports* 2018, 36(2), 205-218. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale we wszystkich etapach eksperymentu, obejmujących: zaplanowanie i przeprowadzenie doświadczenia, gromadzenie danych i analiza uzyskanych wyników, redagowanie manuskryptu, korekta po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 60%.

Podpis

.....
mgr inż. Mateusz Buław

dr hab. Danuta Majewska, prof. ZUT
Katedra Nauk o Zwierzętach Monogastrycznych
Pracownia Drobiarstwa
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Janickiego 29
71-270 Szczecin

Oświadczenie

Oświadczam, że jestem współautorem prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wykonywanej przez mgr inż. Mateusza Buclaw.

1. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Marek Ligocki. The influence of age and gender on emu (*Dromaius novaehollandiae*) fat. Scientific Reports 2020, 10(1),11082. DOI: 10.1038/s41598-020-68103-1. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 20%.
2. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Małgorzata Jakubowska. Nutritional quality assessment of different muscles derived from 15-year-old female emus (*Dromaius novaehollandiae*): Meat physicochemical traits and sensory scores. Czech Journal of Animal Science 2019, 64 (5), 226-238. DOI: 10.17221/140/2018-CJAS. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 15%
3. Małgorzata Jakubowska, Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Tadeusz Karamucki. Chemical composition, selected physicochemical properties and meat sensory characteristics in five types of emu muscles (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and Reports 2019, 37(2), 195-208. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 10%
4. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska. Minerals, trace elements, cholesterol and fatty acids content in various muscles of emu (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and Reports 2018, 36(3), 311-322. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 20%
5. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska. Proximate composition, selected minerals, fatty acid profile and cholesterol levels in edible slaughter by-products of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and

Reports 2018, 36(2), 205-218. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 20%

Podpis współautora

.....
dr hab. Danuta Majewska, prof. ZUT

Szczecin, dn. 18.01.2021

prof. dr hab. Danuta Szczerbińska
Katedra Nauk o Zwierzętach Monogastrycznych
Pracownia Drobiarstwa
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Janickiego 29
71-270 Szczecin

Oświadczenie

Oświadczam, że jestem współautorem prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wykonywanej przez mgr inż. Mateusza Buclaw.

1. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Marek Ligocki. The influence of age and gender on emu (*Dromaius novaehollandiae*) fat. Scientific Reports 2020, 10(1),11082. DOI: 10.1038/s41598-020-68103-1. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 15%.
2. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Małgorzata Jakubowska. Nutritional quality assessment of different muscles derived from 15-year-old female emus (*Dromaius novaehollandiae*): Meat physicochemical traits and sensory scores. Czech Journal of Animal Science 2019, 64 (5), 226-238. DOI: 10.17221/140/2018-CJAS. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 15%
3. Małgorzata Jakubowska, Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Tadeusz Karamucki. Chemical composition, selected physicochemical properties and meat sensory characteristics in five types of emu muscles (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and Reports 2019, 37(2), 195-208. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 10%
4. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska. Minerals, trace elements, cholesterol and fatty acids content in various muscles of emu (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and Reports 2018, 36(3), 311-322. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 20%
5. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska. Proximate composition, selected minerals, fatty acid profile and cholesterol levels in edible slaughter

by-products of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). *Animal Science Papers and Reports* 2018, 36(2), 205-218. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczenia, redagowanie manuskryptu i korekt po recenzji. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 20%

Podpis współautora

.....
prof. dr hab. Danuta Szczerbińska

Szczecin, dn. 18.05.2021

dr hab. Małgorzata Jakubowska, prof. ZUT
Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii
Pracownia Towaroznawstwa Produktów Spożywczych
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
al. Piastów 45
70-311 Szczecin

Oświadczenie

Oświadczam, że jestem współautorem prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wykonywanej przez mgr inż. Mateusza Buclawa.

1. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Małgorzata Jakubowska. Nutritional quality assessment of different muscles derived from 15-year-old female emus (*Dromaius novaehollandiae*): Meat physicochemical traits and sensory scores. Czech Journal of Animal Science 2019, 64 (5), 226-238. DOI: 10.17221/140/2018-CJAS. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w przeprowadzeniu doświadczenia. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 10%
2. Małgorzata Jakubowska, Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Tadeusz Karamucki. Chemical composition, selected physicochemical properties and meat sensory characteristics in five types of emu muscles (*Dromaius novaehollandiae*). Animal Science Papers and Reports 2019, 37(2), 195-208. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w przeprowadzeniu doświadczenia. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 15%

Podpis współautora

.....
dr hab. Małgorzata Jakubowska, prof. ZUT

Szczecin, dn. 18.05.2021

dr hab. Tadeusz Karamucki, prof. ZUT
Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii
Pracownia Towaroznawstwa Produktów Spożywczych
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
al. Piastów 45
70-311 Szczecin

Oświadczenie

Oświadczam, że jestem współautorem prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wykonywanej przez mgr inż. Mateusza Buclawa.

1. Małgorzata Jakubowska, Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Tadeusz Karamucki. Chemical composition, selected physicochemical properties and meat sensory characteristics in five types of emu muscles (*Dromaius novaehollandiae*). *Animal Science Papers and Reports* 2019, 37(2), 195-208. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w przeprowadzeniu doświadczenia. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 5%

Podpis współautora

.....
dr hab. Tadeusz Karamucki, prof. ZUT

Szczecin, dn. 18.01.2021

dr inż. Marek Ligocki
Katedra Nauk o Zwierzętach Monogastrycznych
Pracownia Drobiarstwa
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Janickiego 29
71-270 Szczecin

Oświadczenie

Oświadczam, że jestem współautorem prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wykonywanej przez mgr inż. Mateusza Buław.

1. Mateusz Buław, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Marek Ligocki. The influence of age and gender on emu (*Dromaius novaehollandiae*) fat. Scientific Reports 2020, 10(1),11082. DOI: 10.1038/s41598-020-68103-1. Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na udziale w przeprowadzeniu doświadczenia. Indywidualny wkład pracy w publikację wynosi 5%.

Podpis współautora

.....
dr inż. Marek Ligocki

Załącznik 2.

Wykaz publikacji, doniesień oraz osiągnięć naukowych (niestanowiących rozprawy doktorskiej)

Wykaz publikacji opublikowanych w czasopismach z bazy JCR:

1. Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Marek Ligocki, Mateusz Buclaw, Anna Sammel, Zofia Tarasewicz, Krystyna Romaniszyn, Jarosław Majewski. Comparison of the mineral and fatty acid profiles of ostrich, turkey and broiler chicken livers. *British Poultry Science* 2016, 57 (2), 193-200.
IF₂₀₁₆ – 0,884; 30 pkt. MNiSW₂₀₁₆
2. Mateusz Buclaw. The use of inulin in poultry feeding: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2016, 100 (6), 1015-1022.
IF₂₀₁₆ – 1,244; 30 pkt. MNiSW₂₀₁₆
3. Mateusz Buclaw. Inulin in poultry production. *World's Poultry Science Journal* 2017, 73 (2), 301-308.
IF₂₀₁₇ – 1,439; 35 pkt. MNiSW₂₀₁₇
4. Mateusz Buclaw, Danuta Szczerbińska. Seasonal and daily changes in the behaviour of the adult emu (*Dromaius novaehollandiae*) under farm conditions. *British Poultry Science* 2017, 58 (5), 471-479.
IF₂₀₁₇ – 1,096; 30 pkt. MNiSW₂₀₁₇
5. Krzysztof Damaziak, Agata Marzec, Marek Kieliszek, Mateusz Buclaw, Monika Michalczuk, Jan Niemiec. Comparative analysis of structure and strength of vitelline membranę and physical parameters of yolk of ostrich, emu, and greater rhea eggs. *Poultry Science* 2018, 97, 1032-1040.
IF₂₀₁₈ – 2,027; 40 pkt. MNiSW₂₀₁₇
6. Krzysztof Damaziak, Adrian Stelmasiak, Julia Riedel, Żaneta Zdanowska-Sąsiadek, Mateusz Buclaw, Dariusz Gozdowski, Monika Michalczuk. Sensory evaluation of poultry meat: A comparative survey of results from normal sighted and blind people. *PLoS ONE* 2019, 14 (1), e0210722.
IF₂₀₁₉ – 2,740; 100 pkt. MNiSW₂₀₁₉
7. Krzysztof Damaziak, Marek Kieliszek, Mateusz Buclaw. Characterization of structure and protein of vitelline membranes of precocial (ring-necked pheasant, gray partridge) and superaltricial (cockatiel parrot, domestic pigeon) birds. *PLoS ONE* 2020, 15 (1), e0228310.
IF₂₀₁₉ – 2,740; 100 pkt. MNiSW₂₀₁₉

8. Adrian Stelmasiak, Krzysztof Damaziak, Julia Riedel, Żaneta Zdanowska-Sąsiadek, Mateusz Buclaw, Dariusz Gazdowski, Brygida Kruzińska., Assessment of poultry egg liking scores using sighted and blind people. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2020, 100 (1), 421-430.
IF₂₀₁₉ – 2,614; 100 pkt. MNiSW₂₀₁₉

Wykaz publikacji opublikowanych w czasopismach spoza bazy JCR:

1. Danuta Szczerbińska, Danuta Majewska, Zofia Tarasewicz, Krystyna Romaniszyn, Anna Sammel, Mateusz Buclaw. *Emu (Dromaius novaehollandiae) laying performance and egg quality during a ten-year reproductive performance period. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 2014, 17 (2), #08.
7 pkt. MNiSW₂₀₁₄
2. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska. *Emu. Fauna & Flora* 2014, 183 (4), 1,2
0 pkt. MNiSW₂₀₁₄
3. Mateusz Buclaw. Inulina - prebiotyk wykorzystywany w produkcji drobiarskiej, cz. I. *Polskie Drobiarstwo* 2015, 11, 34-37.
3 pkt. MNiSW₂₀₁₅
4. Mateusz Buclaw. Inulina - prebiotyk wykorzystywany w produkcji drobiarskiej, cz. II. *Polskie Drobiarstwo* 2015, 12, 20-25.
3 pkt. MNiSW₂₀₁₅
5. Mateusz Buclaw, Krzysztof Damaziak. Ocena przydatności jaj różnych gatunków drobiu do wypieków. *Polskie Drobiarstwo* 2018, 9, 2-8.
3 pkt. MNiSW₂₀₁₇
6. Danuta Szczerbińska, Mateusz Buclaw. Przepiórka japońska jako zwierzę laboratoryjne. *Polskie Drobiarstwo* 2020, 2, 2-5.
5 pkt. MNiSW₂₀₁₉

Rozdziały w monografiach:

1. Mateusz Buclaw. Kopulacja pozapartnerska u ptaków. *Monografie 2017. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce. Nauki przyrodnicze. Hodowla zwierząt i weterynarii.* Red. Panfil M. Młodzi Naukowcy, Poznań 2017.
2. Mateusz Buclaw. Prebiotyki w żywieniu drobiu. *Monografie 2017. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce. Nauki przyrodnicze. Hodowla zwierząt i weterynaria.* Red. Panfil M. Młodzi Naukowcy, Poznań 2017.
3. Mateusz Buclaw. Czosnek (*Allium sativum*) w produkcji dobiarskiej. *Monografie 2017. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce. Nauki przyrodnicze.*

Weterynaria i hodowla zwierząt. Red. Nyćkowiak J., Leśny J. Młodzi Naukowcy, Poznań 2017.

4. Mateusz Buclaw. Perlica zwyczajna (*Numida meleagris*) – zapomniany ptak użytkowy. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce. Nauki przyrodnicze. Część VII – Zwierzęta, weterynaria, hodowla. Red. dr inż. Jędrzej Nyćkowiak, UPP, dr hab. Jacek Leśny prof. UPP. Młodzi Naukowcy, Poznań 2018.
5. Mateusz Buclaw. Kapłon. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce. Nauki przyrodnicze. Część VII – Zwierzęta, weterynaria, hodowla. Red. dr inż. Jędrzej Nyćkowiak, UPP, dr hab. Jacek Leśny prof. UPP. Młodzi Naukowcy, Poznań 2018.

Komunikaty i doniesienia na konferencjach naukowych:

1. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Marek Ligocki. The mineral profile of emu (*Dromaius novaehollandiae*) giblets. Wkład nauk przyrodniczych w kreowaniu polityki zrównoważonego rozwoju gospodarki rolnej. Międzywydziałowa konferencja naukowa z okazji 60-lecia Wydziału Biotechnologii i Hodowli Zwierząt Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie – Szczecin, 17-18.06.2015 r.
2. Mateusz Buclaw. Seasonal changes in the behavior of emu (*Dromaius novaehollandiae*) under farm conditions. International Conference on Biotechnology and Welfare in Animal Science with a session on „7th Poultry Days” – Kraków, 23-24.06.2016 r. – poster.
3. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Danuta Szczerbińska, Marek Ligocki. Fat lipid profile in the emu (*Dromaius novaehollandiae*) in relation to sex. XXVIII Międzynarodowe Sympozjum Drobiarskie” Nauka Praktyce – Praktyka Nauce”. Licheń Stary, 14-16.09.2016 r. – wygłoszone.
4. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska. Mineral composition of emu (*Dromaius novaehollandiae*) meat in relation to the muscle type. XXVIII Międzynarodowe Sympozjum Drobiarskie” Nauka Praktyce – Praktyka Nauce”. Licheń Stary, 14-16.09.2016 r. – wygłoszone.
5. Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska, Mateusz Buclaw. Evaluation of lavender essential oil with chemotherapeutic agents againsts selected strains of bacteria and fungi. IV Ogólnokrajowa Konferencja Naukowa Młodzi Naukowcy w Polsce – Badania i Rozwój. Poznań 21.11.2016 r.
6. Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska, Mateusz Buclaw. The in vitro antibacterial activity of lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oil. IV Ogólnokrajowa

Konferencja Naukowa Młodzi Naukowcy w Polsce – Badania i Rozwój. Poznań 21.11.2016 r. – poster.

7. Mateusz Buclaw, Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska. Analysis of selected minerals in offal of emu (*Dromaius novaehollandiae*). IV Ogólnokrajowa Konferencja Naukowa Młodzi Naukowcy w Polsce – Badania i Rozwój. Poznań 21.11.2016 r. – ogłoszone.
8. Mateusz Buclaw, Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska. Mineral composition of (*Dromaius novaehollandiae*) fat in relation to its type. IV Ogólnokrajowa Konferencja Naukowa Młodzi Naukowcy w Polsce – Badania i Rozwój. Poznań 21.11.2016 r. – poster.
9. Mateusz Buclaw, Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska. Skład mineralny tłuszczu podskórnego emu (*Dromaius novaehollandiae*) w zależności od płci. V Ogólnokrajowa Konferencja Naukowa Młodzi Naukowcy w Polsce – Badania i Rozwój - Gdańsk, 15.05.2017 – ogłoszone.
10. Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska, Mateusz Buclaw. Water intake and water conversion ratio of the broiler chicken production given lavender essential oil through drinking water. V Ogólnokrajowa Konferencja Naukowa Młodzi Naukowcy w Polsce – Badania i Rozwój - Gdańsk, 15.05.2017 – poster.
11. Mateusz Buclaw, Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska. Skład mineralny tłuszczu emu (*Dromaius novaehollandiae*) w zależności od jego rodzaju. II Szczecińskie Sympozjum Młodych Chemików - Szczecin, 18.05.2017 – poster.
12. Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska, Mateusz Buclaw. Skład mineralny różnych odmian i części morfologicznych lawendy lekarskiej (*Lavandula angustifolia*). II Szczecińskie Sympozjum Młodych Chemików - Szczecin, 18.05.2017 – poster.
13. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Marek Ligocki. Skład mineralny mięsa emu (*Dromaius novaehollandiae*) w zależności od rodzaju mięśnia. Konferencja "Nauki przyrodnicze we współczesnym świecie" - Szczecin, 02.06.2017 – poster.
14. Mateusz Buclaw, Danuta Majewska, Marek Ligocki. Zawartość cholesterolu oraz profil kwasów tłuszczowych w mięsie emu (*Dromaius novaehollandiae*) w zależności od rodzaju mięśnia. Konferencja "Nauki przyrodnicze we współczesnym świecie" - Szczecin, 02.06.2017 – poster.
15. Małgorzata Jakubowska, Mateusz Buclaw, Beata Hartuna, Danuta Majewska, Tadeusz Karamucki, Aleksandra Łupkowska, Anna Suleżycka Ocena jakości sensorycznej gotowanego mięsa i bulionu emu (*Dromaius novaehollandiae*)

w zależności od rodzaju mięśnia. Konferencja "Nauki przyrodnicze we współczesnym świecie" - Szczecin, 02.06.2017 – poster.

16. Mateusz Buclaw. Podstawowy skład chemiczny mięsa emu (*Dromaius novaehollandiae*) w zależności od rodzaju mięśnia. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Nauka Okiem Młodego Naukowca” - Łódź, 10.06.2016 – poster.
17. Mateusz Buclaw. Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych w podrobach emu (*Dromaius novaehollandiae*) w zależności od płci. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Nauka Okiem Młodego Naukowca” - Łódź, 10.06.2016 – poster.
18. Mateusz Buclaw, Michalina Adaszyńska-Skwirzyńska. Behavioral characterization of emu (*Dromaius novaehollandiae*) managed on a breeding farm. International Conference Biotechnology and Welfare in Animal Sciences in conjunction with the Session „Perspectives for Cattle Breeding and Production” - Kraków, 22-23.06.2017 – poster.
19. Mateusz Buclaw, Marek Ligocki. Mineral composition of meat in guinea fowl (*Numida meleagris*) depending on muscle type. XXIX International Poultry Symposium PB WPSA “Science for Practice – Practice for Science” - Tarnowo Podgórne, 18-20.09.2017 – wygłoszone.
20. Adrian Stelmasiak, Krzysztof Damaziak, Julia Riedel, Żaneta Zdanowska-Sąsiadek, Jarosław Wyrwisz, Monika Michalczuk, Mateusz Buclaw. Sensory evaluation of meat and eggs of selected poultry species. XXIX International Poultry Symposium PB WPSA “Science for Practice – Practice for Science”. Tarnowo Podgórne, 18-20.09.2017.
21. Krzysztof Damaziak, Agata Marzec, Marek Kieliszek, Mateusz Buclaw, Monika Michalczuk, Jan Niemiec. Comparative analysis of the structure and strength of the vitelline membrane of selected ratite species. XXIX International Poultry Symposium PB WPSA “Science for Practice – Practice for Science” - Tarnowo Podgórne, 18-20.09.2017.
22. Mateusz Buclaw. Skład mineralny mięśni piersiowych perlic (*Numida meleagris*) w zależności od płci VII Ogólnokrajowa Konferencja Naukowa Młodzi Naukowcy w Polsce – Badania i Rozwój. Poznań 07.05.2018 r. – wygłoszone.
23. Mateusz Buclaw, Marek Ligocki. Basic chemical composition, mineral content, cholesterol and fatty acid profile in the thigh muscle (*m. iliotibialis lateralis*) of the emu (*Dromaius novaehollandiae*) in relations to age. XXX International

Poultry Symposium PB WPSA "Science for Practice – Practice for Science".
Zagrze, 10-12.09.2018 – ogłoszone.

24. Mateusz Buław. Emu – dobry biznes czy ozdoba wiejskiego podwórka? Wykłady w szczególnych miejscach. Ramin 22.03.2019 r. – ogłoszone.
25. Mateusz Buław, Adam Lepczyński, Danuta Szczerbińska, Małgorzata Ożgo, Danuta Majewska, Agnieszka Herosimczyk. Comparative analysis of protein profiles and selected physicochemical parameters of emu meat in the course of maturation proces. XXXI International Poultry Symposium PB WPSA "Science for Practice – Practice for Science" - Polańczyk, 02-04.09.2019 – ogłoszone.
26. Mateusz Buław, Adam Lepczyński, Małgorzata Ożgo, Danuta Szczerbińska, Agnieszka Herosimczyk, Danuta Majewska. Analiza porównawcza profili białkowych w procesie dojrzewania mięsa emu. LXXXIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego im. Michała Oczapowskiego. Szczecin, 18-20.09.2019 r. – ogłoszone.
27. Mateusz Buław, Adam Lepczyński, Małgorzata Ożgo, Danuta Szczerbińska, Danuta Majewska, Agnieszka Herosimczyk. Analiza porównawcza profili białkowych mięsa emu w procesie jego dojrzewania. Środowiskowe i genetyczne uwarunkowania zdrowia ludzi i zwierząt. Szczecin 29.05.2020 r. – poster.
28. Mateusz Buław. Podroby drobiowe w diecie psa. Siódme Warsztaty Kynologiczne. Pies w sporcie i rekreacji. Szczecin, 09.2020.

Projekty badawcze:

1. Kierownik projektu pt. Określenie zmian zachodzących w mięśniach emu (*Dromaius novaehollandiae*) w procesie dojrzewania mięsa, z uwzględnieniem wieku zwierząt – analizy proteomiczne. Preludium 29 (2018-06-15). Okres realizacji: styczeń 2019 – styczeń 2022.

Odbyte staże naukowe:

1. Staż w Zakładzie Cytogenetyki Molekularnej Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu pod opieką dr Magdaleny Kawki – Jastrzębiec, 06-21.10.2014 r.
2. Staż w Zakładzie Hodowli Drobiu, Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie pod kierunkiem naukowym dr inż. Krzysztofa Damaziaka – Warszawa, 18.04-23.05.2017 r.

Inna działalność naukowo-dydaktyczna:

1. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów w ramach projektu „Researchers' Night - Noc Naukowców” (26.09.2014 r).

2. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów dla Publicznego Przedszkola nr 50 „Gama” (10.06.2015 r.).
3. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów w ramach projektu „Festiwal Nauki” (19-23.09.2016 r.).
4. Prezentacja Wydziału BiHZ w trakcie XXII Szczecińskiej Wystawy Gołębi Rasowych, Drobiu Ozdobnego i Królików (26-27.11.2016 r.).
5. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów w ramach projektu „Spotkania z nauką” (24.02.2016 r.).
6. Warsztaty dla Uczniów biorących udział w Olimpiadzie biologicznej organizowanej na Wydziale Biotechnologii i Hodowli Zwierząt (06.2016 r.).
7. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów w ramach projektu „Moc Naukowców” (31.03-01.04.2017 r.).
8. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów (ze współpracą pracowników z Zakładu Hodowli Drobiu SGGW w Warszawie) dla Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niewidomych im. Róży Czackiej w Laskach (04-05.2017 r.).
9. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów w ramach zajęć dla Uniwersytetu Trzeciego Wieku (17.03-24.11.2017 r.).
10. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów w ramach projektu „Moc Naukowców” (16-17.03.2018).
11. Przygotowanie i prowadzenie warsztatów w ramach VI edycji projektu „Licealista w świecie nauki” (07.12.2017 – 26.04.2018 r.).
12. Członek Komisji ds. promocji (01.09.2020 – 31.08.2024 r.).

Załącznik 3.

Sumaryczne zestawienie dorobku naukowego

Wartość bibliometryczna dorobku publikacyjnego

1. Publikacje opublikowane w czasopismach z bazy JCR (wchodzące w skład rozprawy doktorskiej):
 - Liczba publikacji – 5.
 - Sumaryczny IF – 6,915
 - Suma punktów wg MNiSW – 300 punktów
2. Publikacje opublikowane w czasopismach z bazy JCR (niewchodzące w skład rozprawy doktorskiej):
 - Liczba publikacji – 8.
 - Sumaryczny IF – 14,784
 - Suma punktów wg MNiSW – 465 punktów
3. Publikacje opublikowane w czasopismach spoza bazy JCR:
 - Liczba publikacji – 6.
 - Suma punktów wg MNiSW – 21 punktów

Podsumowanie dorobku naukowego

- 19 publikacji naukowych
 - Sumaryczny IF – 21,699
 - Suma punktów wg MNiSW – 786 punktów
- 2 staże naukowe
- Kierownik projektu finansowanego przez NCN
- 28 doniesień i komunikatów na międzynarodowych i ogólnopolskich konferencjach naukowych
- 5 rozdziałów w monografiach

Załącznik 4.

**Kopie publikacji naukowych wchodzące w skład cyklu
stanowiącego rozprawę doktorską**

Mateusz Karol Buclaw

Rozprawa doktorska

**OCENA JAKOŚCI MIĘSA, PODROBÓW I TŁUSZCZU
EMU (*DROMAIUS NOVAEHOLLANDIAE*)
W ZALEŻNOŚCI OD WIEKU I PŁCI**

PUBLIKACJA D-1

Scientific Reports

The influence of age and gender on emu (*Dromaius novaehollandiae*) fat

PUBLIKACJA D-2

Czech Journal of Animal Science

Nutritional quality assessment of different muscles derived from 15-year-old female emus
(*Dromaius novaehollandiae*): Meat physicochemical traits and sensory scores

PUBLIKACJA D-3

Animal Science Papers and Reports

Chemical composition, selected physicochemical properties and meat sensory characteristics
in five types of emu muscles (*Dromaius novaehollandiae*)

PUBLIKACJA D-4

Animal Science Papers and Reports

Minerals, trace elements, cholesterol and fatty acids content in various muscles of emu
(*Dromaius novaehollandiae*)

PUBLIKACJA D-5

Animal Science Papers and Reports

Proximate composition, selected minerals, fatty acid profile and cholesterol levels in edible slaughter by-products of the emu (*Dromaius novaehollandiae*)