UNIWERSYTET WARMIŃSKO- MAZURSKI

W OLSZTYNIE

Wydział Medycyny Weterynaryjnej





lek. wet. Korina Michalska

Wpływ kapłonowania i wieku na obraz morfologiczny wybranych tkanek i narządów wewnętrznych kogutów Rhode Island Red

Rozprawa doktorska wykonana
w Katedrze Anatomii Patologicznej

Promotor
Dr hab. Michał Gesek, prof. uczelni

Olsztyn 2024

UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY

IN OLSZTYN

Faculty of Veterinary Medicine





Korina Michalska DVM

Effects of caponization and age on the morphology of selected tissues and internal organs from Rhode Island Red cockerels

Doctoral Thesis was written in
Department of Patological Anatomy

Under supervision of

Dr hab. Michał Gesek, prof. UWM

Olsztyn 2024

Podziękowania

Promotorowi dr hab. Michałowi Geskowi, prof. UWM

- za opiekę naukową i pomoc merytoryczną

Pani dr hab. Iwonie Otrockiej- Domagała, prof. UWM

- za umożliwienie realizacji pracy doktorskiej

Pracownikom Katedry Anatomii Patologicznej

- za nieocenioną pomoc oraz życzliwość

Niniejszą pracę dedykuję
Mojemu Narzeczonemu oraz Rodzicom za wiarę
i nieocenione wsparcie

Spis treści

Spis treści …….. 5

1. Streszczenie …… 7
2. Summary …….. 11
3. Wstęp …… 14

3.1.Rys historyczny …….. 19

3.2. Produkcja kapłonów obecnie – na świecie i w Polsce …… 23

3.3. Metody kastracji kogutów ……. 25

3.3.1. Metoda chirurgiczna ……... 25

3.3.2. Metoda immunokastracji …… 26

3.4. Charakterystyka rasy Rhode Island Red …… 28

3.5. Obecny stan wiedzy na temat kapłonów …… 30

4. Cele pracy ……. 35
5. Materiał i metody …….. 36

5.1. Odchów ptaków – warunki środowiskowe i żywieniowe …….. 36

5.2. Schemat badania, pobieranie prób do badań morfologicznych …….. 37

6. Analiza statystyczna ……. 41
7. Wyniki …….. 42

7.1.Wyniki produkcyjne – masa ciała, masa tuszki oraz oznaczenie poziomu testosteronu w surowicy krwi ……. 42

7.2. Wyniki oceny histopatologicznej mięśni szkieletowych ……..…… 44

7.3. Kumulacja tkanki tłuszczowej w mięśniu piersiowym i udowym ……. 49

7.4. Analiza morfometryczna średnicy włókien i włókien olbrzymich w mięśniu piersiowym …… 57

7.5. Wyniki oceny histopatologicznej narządów wewnętrznych …….. 59

7.5.1. Wyniki oceny histologicznej przewodu pokarmowego …..…... 59

7.5.2. Wyniki oceny histopatologicznej płuc i mięśnia sercowego ...… 68

7.5.3. Wyniki oceny histopatologicznej śledziony, torby Fabrycjusza i grasicy …….. 74

7.5.4. Wyniki oceny histopatologicznej nerek, wątroby i jąder …… 79

8. Dyskusja ……... 86

9. Wnioski …….. 103

10. Piśmiennictwo …… 105

1. Streszczenie

Współczesne trendy konsumenckie oraz stale rosnąca świadomość w kwestiach związanych z ochroną środowiska i dobrostanem zwierząt, ale także w kwestiach zdrowego i racjonalnego odżywiania sprawiły, że stale rozwijający się rynek drobiarski zaczął poszukiwać alternatywnych, bardziej ekologicznych rozwiązań produkcyjnych.

Wysokie zapotrzebowanie na mięso najwyższej jakości spowodowało, że w drobiarstwie zaczęto wykorzystywać do produkcji nie tylko szybko rosnące linie genetyczne kurcząt brojlerów, ale także rodzime i zaadoptowane lokalnie rasy typu nieśnego czy ogólnoużytkowego, które odchowywane były w zdecydowanie mniej intensywnych warunkach. Wprowadzenie tych ras do produkcji sprawiło także, że traktowane jak produkt uboczny jednodniowe kogutki znalazły zastosowanie w produkcji mięsa kapłonów, których wartość kulinarna i wyjątkowe walory smakowe zostały potwierdzone przez wielu naukowców na całym świecie.

Celem niniejszej pracy była, przy wykorzystaniu technik mikroskopowych i specjalistycznych metod barwienia, ocena występowania zmian histopatologicznych oraz ocena kumulacji tkanki tłuszczowej w wybranych mięśniach szkieletowych oraz w narządach wewnętrznych u kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu. W mięśniach szkieletowych analizie poddano również średnicę włókien mięśniowych oraz włókien olbrzymich. W narządach wewnętrznych przebadano stopień utkania limfatycznego w poszczególnych etapach odchowu. Wszystkie wymienione cele badawcze miały na celu określenie odpowiedniego wieku ubojowego ptaków z uwzględnieniem odpowiednich parametrów produkcyjnych. Wykonane analizy oraz otrzymane wyniki miały na celu ustalenie czy koguty rasy Rhode Island Red mogą zostać wykorzystane do produkcji mięsa kapłonów.

Doświadczenie przeprowadzono na 200 jednodniowych kogutach. W pierwszym dniu ptaki zostały zważone, oznakowane i umieszczone w jednakowych kojcach. W trakcie odchowu ptaków prowadzono regularne pomiary wagi oraz spożycia paszy. Ptaki były karmione do woli. Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 543/2008 oraz za zgodą Lokalnej Komisji Etycznej w Olsztynie (Polska – nr 16/2014) w 8. tygodniu losowo wybrane 100 samców zostało poddane zabiegowi chirurgicznej kastracji. Zabieg przeprowadzał wykwalifikowany lekarz weterynarii. Ptaki do zabiegu zostały poddane infuzyjnemu znieczuleniu ogólnemu. Po przeprowadzonej procedurze ptaki zostały podzielone na dwie grupy badawczą (kapłony) oraz kontrolną (koguty).

Przed zabiegiem kastracji w 4. i 8. tygodniu odchowu pobrano krew do oznaczeń poziomu testosteronu od 8 losowo wybranych ptaków. Następnie co 4 tygodnie od 12. do 28. tygodnia odchowu pobierano krew od 8 kogutów i 8 kapłonów.

W celu przeprowadzenia dokładnej analizy histologicznej w 12., 16., 20., 24., i 28. tygodniu odchowu z obu grup badawczych 6 ptaków poddawano ubojowi. W dalszej kolejności podczas sekcji pobierano próby narządów wewnętrznych (odcinki przewodu pokarmowego, serce, płuca, nerki, śledziona, torba Fabrycjusza, grasica, wątroba oraz jądra u kogutów) oraz mięśnia piersiowego i mięśni udowych. Wszystkie pobrane próby odpowiednio utrwalano i następnie poddawano obróbce histopatologicznej oraz barwieniu. Tak przygotowane preparaty krojono na cienkie skrawki i poddano analizie morfologicznej. Aby oznaczyć koncentrację tłuszczu w mięśniach szkieletowych i w narządach użyto 3 – punktowej skali. Ostatnią analizą wykonaną w mięśniach piersiowych była analiza średnicy włókien mięśniowych i średnicy włókien olbrzymich u kogutów i kapłonów w różnych etapach odchowu.

Uzyskane wyniki zostały poddane analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 2010. Wyciągnięto średnią arytmetyczną i zmierzono odchylenie standardowe

z zebranego materiału liczbowego. Dane liczbowe opracowano poprzez przeprowadzanie jednoczynnikowej lub dwuczynnikowej analizy wariancji – ANOVA oraz testów nieparametrycznych – test chi-kwadrat. Statystyczną istotność różnic porównywanych średnich oznaczono przy użyciu testu Duncana (poziom istotności $P \leq 0.05$).

Przeprowadzona analiza statystyczna posłużyła do sformułowania następujących wniosków.

Występująca liczba zmian histopatologicznych w badanych tkankach i narządach wewnętrznych jest podobna w obu grupach badawczych. Widoczne różnice obserwowano w odniesieniu do kumulacji tkanki tłuszczowej, ale ta zmiana jest zmianą pożądaną. Ponadto analiza histologiczna wykazała, że badane ptaki rasy Rhode Island Red odznaczają się niższą sumaryczną liczbą zmian niechcianych w porównaniu do kastrowanych i niekastrowanych samców ras zielononóżka kuropatwiana czy Leghorn.

Koncentracja tkanki tłuszczowej była wyższa w mięśniach udowych, a jej intensywność wzrastała u kapłonów od 16. tygodnia w 3 lokalizacjach (wokół naczyń, w omięsnej i śródmięsnej). Także w mięśniu piersiowym wyższe wyniki odkładania się tłuszczu odnotowywano u kapłonów powyżej 16. tygodnia odchowu. Ponownie otrzymane wyniki były wyższe i intensywniejsze niż u wspomnianych już zielononóżek i Leghornów. Analizowana średnica włókien zmieniała się w obu grupach płciowych. Drobniejsze włókna odnotowano u kapłonów w tygodniach 12. i 16, natomiast włókna olbrzymie w tygodniu 12. i 20.

Przeprowadzona analiza narządów wewnętrznych nie wykazała negatywnego wpływu kastracji na obraz zmian morfologicznych oraz na zanik utkania limfatycznego, wręcz przeciwnie zanik utkania limfatycznego był bardziej intensywny u kogutów. W narządach wewnętrznych podobnie jak w mięśniach kumulacji tkanki tłuszczowej była wyższa i bardziej intensywna u kapłonów.

Wszystkie otrzymane i podsumowane wyniki jednoznacznie wskazują, że kapłony karmazyna w wieku 20. tygodni osiągają odpowiednią wagę oraz odpowiednie otłuszczenie. Dodatkowo porównanie z innymi rasami dowodzi, że koguty Rhode Island Red są bardzo dobrym wyborem do produkcji mięsa o wysokiej jakości.

2. Summary

Contemporary consumer trends and constantly growing awareness of issues related to environmental protection and animal welfare, but also healthy and rational nutrition, have caused the constantly developing poultry market to look for alternative, more ecological solutions.

The high demand for the best quality meat meant that the poultry industry began to use not only fast-growing genetic lines of broiler chickens, but also native and locally adapted breeds of the laying or general utility type, which were reared in less intensive conditions. The introduction of these breeds into production also meant that the unwanted one-day-old roosters, were used in the production of capon meat, whose culinary value and unique taste have been confirmed by many scientists around the world.

The aim of this study was, using microscopic techniques and specialized staining methods, to assess the occurrence of histopathological changes and to assess the accumulation of adipose tissue in selected skeletal muscles and internal organs in capons and roosters at different stages of rearing. In skeletal muscles, the diameter of muscle fibers and giant fibers was analyzed. The degree of lymphatic tissue in internal organs was examined at different stages of rearing. All mentioned research objectives were aimed at determining the appropriate slaughter age of birds, taking into account appropriate production parameters. The analyzes performed and the results obtained were aimed at determining whether Rhode Island Red roosters could be used for the production of capon meat.

The experiment was carried out on 200 one-day-old cockerels. On the first day, the birds were weighed and marked, then placed in identical pens. During bird rearing, regular measurements of weight and feed consumption were carried out. The birds were

fed ad libitum. In accordance with Commission Regulation (EC) No. 543/2008 and with the consent of the Local Ethical Committee in Olsztyn (Poland - No. 16/2014), in the 8th week, randomly selected 100 males were subjected to surgical castration. The procedure was performed by a qualified veterinarian. The birds underwent infusion general anesthesia for the procedure.

After the procedure, the birds were divided into two research groups (capons) and a control group (cockerels).

Before the castration procedure, in the 4^{th} and 8^{th} week of rearing, from 8 randomly selected birds blood was collected for testosterone level determination. Then, every 4 weeks from the 12^{th} to the 28^{th} week of rearing, blood was collected from 8 cockerels and 8 capons.

For histological analysis, 6 birds were slaughtered in both research groups during weeks 12, 16, 20, 24, and 28 of breeding. Next, during the autopsy, samples of internal organs (sections of the digestive tract, heart, lungs, kidneys, spleen, thymus, bursa of Fabricius, liver and testicles in roosters) as well as the pectoralis major muscle and the thigh muscle were collected. All collected samples were fixed and subjected to histopathological processing. The tissues were cut into thin sections and subjected to morphological analysis. A 3-point scale was used to determine the concentration of fat in skeletal muscles and organs. The last analysis performed on the breast muscles was the analysis of the diameter of muscle fibers and the diameter of giant fibers in cockerels and capons at various stages of rearing.

The obtained results were subjected to statistical analysis using the Statistica 2010 program. The arithmetic mean was calculated and the standard deviation was measured from the collected numerical material. The numerical data were prepared by performing

one-way or two-way analysis of variance - ANOVA and non-parametric tests - chi-square test. The statistical significance of differences in the compared means was determined using Duncan's test (significance level $P \leq 0.05$).

The statistical analysis performed was used to formulate the following conclusions.

The number of histopathological changes in the examined tissues and internal organs was similar in both sex groups. Only the accumulation of fat tissue is different, but this change is a very desirable change. Moreover, histological analysis showed that Rhode Island Red birds were characterized by a lower total number of unwanted lesions compared to of the Green-legged Partridge or Leghorn breeds.

The concentration of adipose tissue was higher in the thigh muscles, and its intensity increased in capons from the 16^{th} week in 3 locations (around the vessels, in the perimysium and endomysium); also in the pectoral muscle, higher fat deposition results were recorded in capons over the 16^{th} week of rearing. Those results were higher and more favorable than in Green-legged Partridge and Leghorns. The analyzed fiber diameter changed in both sex groups. Smaller muscle fibers were recorded in capons in weeks 12 and 16, and giant fibers in weeks 12 and 20.

The analysis of internal organs did not show any negative impact of castration on morphological changes or depletion of lymphatic system. The distribution of fat tissue in internal organs was higher and more intense in capons.

All the obtained results clearly indicate that Rhode Island Red capons reach the appropriate weight and fatness at the age of 20 weeks. Additionally, comparison with other breeds proves that Rhode Island Red roosters are good choice for producing high-quality meat.

3. Wstęp

Według FAO (2009) liczba ludności w roku 2050 wyniesie blisko 9,1 miliardów. Szacuje się, że aby pokryć zapotrzebowanie na składniki odżywcze dla tak dużej liczby ludności produkcja żywności powinna wzrosnąć minimum dwukrotnie (Alexandratos i Bruinsma, 2012). Wzrost liczby ludności jest ściśle powiązany ze wzrostem produkcji zwierzęcej (Bueschke i wsp., 2017). Dane literaturowe wskazują, że produkcja mięsa na świecie wzrosła ponad pięciokrotnie od lat 60' ubiegłego wieku i nieustannie wzrasta. Największy wzrost produkcji obserwuje się w sektorze mięsa drobiowego, którego głównym surowcem rzeźnym są kurczęta brojlery stanowiące ok. 86% wszystkich ubijanych ptaków w skali światowej. Wzrost produkcji mięsa drobiowego wynika ze zwiększonego zapotrzebowania na ten rodzaj mięsa, ponieważ stanowi źródło wartościowego białka zwierzęcego. Ponadto, w porównaniu do innych gatunków mięsa, jest mniej kosztowe w produkcji, łatwe w przygotowaniu, a także charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą.

Głównym czynnikiem warunkującym opłacalność produkcji jest żywienie, które stanowi do 70-80% kosztów całkowitych produkcji i ma znaczący wpływ na jakość produktu końcowego (Kolasińska, 2017). Kolejnym czynnikiem warunkującym możliwości wzrostowe i produkcyjne ptaków jest ich potencjał genetyczny. Obserwowany ciągły wzrost spożycia mięsa wymusza na producentach poszukiwanie coraz to nowszych rozwiązań technologicznych. Współcześnie utrzymywane kurczęta brojlery cechuje wysokie tempo wzrostu, dobre wykorzystanie paszy, wysoka wydajność rzeźna przy korzystnym umięśnieniu tuszki (Mir i wsp., 2017).

Duża popularność, wysokie zapotrzebowanie oraz intensywny rozwój technologii związanych z chowem i hodowlą, zarządzaniem fermami oraz

z przetwórstwem surowca rzeźnego przyczyniły się do efektywniejszej produkcji drobiarskiej (Barbut i wsp., 2005). Niestety tym pozytywnym aspektom towarzyszy obniżenie jakości mięsa, w tym występowanie niekorzystnych przemian metabolicznych zachodzących w komórkach mięśniowych, które skutkują występowaniem różnych wad mięsa. Na przestrzeni ostatnich 30 lat wzrosła częstość występowania zaburzeń mięśni piersiowych, takich jak miopatia mięśni piersiowych mniejszych i wada PSE (blade, miękkie, wodniste), jak również wada tzw. białe włókna (white striping), stwardnienie mięśni piersiowych (wooden breast) czy występowanie wad wewnątrzmięśniowych tkanki łącznej (rozwłóknienie, tzw. mięso spaghetti (Maiorano, 2017). Zmiany te powodowane są, między innymi, bardzo krótkim i intensywnym okresem odchowu ptaków oraz szybkim przyrostem masy mięśniowej (Berri i wsp., 2005, Petrracci i wsp., 2015).

Wzrost świadomości współczesnych konsumentów w kwestiach związanych z racjonalnym i zdrowym odżywianiem, zrównoważonym rozwojem, ochroną środowiska i dobrostanem zwierząt oraz względami etycznymi, powoduje że przemysł drobiarski stara się dostosować do bardziej ekologicznych praktyk, np. poprzez redukcję zużycia wody, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i minimalizację odpadów oraz wprowadzenie alternatywnych systemów produkcji opierających się na wykorzystaniu rodzimych ras ptaków utrzymywanych w mniej intensywnych warunkach. Konsumenci poszukują produktów pełnowartościowych, bogatych w białko, nienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy i inne potrzebne składniki odżywcze. Wysoko cenią sobie także walory sensoryczne jak, smak, zapach, wygląd oraz kruchość i soczystość mięsa (Fanatico i wsp., 2006). Ponadto, świadomie poszukują informacji na temat pochodzenia spożywanego mięsa czy jaj. Żakowska-Biemans i Tekień (2017) wskazują, że w opinii konsumentów, poza ceną produktów, ważnym kryterium w dokonywaniu decyzji

o zakupie jest system utrzymania drobiu, co potwierdza rosnącą świadomość polskich konsumentów w odniesieniu do żywności. Obecnie obserwuje się także większe zainteresowanie produktami mięsnymi do których produkcji wykorzystywane są rodzime rasy lub rasy lokalnie zaadaptowane (Calik, 2014). Produkty żywnościowe wytworzone na bazie mięsa pozyskanego od ptaków wolnorosnących, stanowią żywność wysokiej jakości, która z uwagi na kosztochłonność produkcji jest zdecydowanie droższa. Przykładem mogą być popularne francuskie kurczęta utrzymywane w systemie Label Rouge lub azjatyckie Three Yellow.

Tego typu trendy konsumenckie obserwowane są także w Polsce, gdzie odnotowujemy zwiększone zapotrzebowanie na produkty drobiowe wysokiej jakości. Warto wspomnieć o różnego rodzaju certyfikowanych systemach produkcji mięsa drobiowego wprowadzonych w Polsce, np.: System Jakości Kurczaka Gospodarskiego, System Jakości Kurczaka Zagrodowego i inne (https://www.agroeko.com.pl/certyfikowane-obszary/systemy-wlasne-klienta).

Nasz kraj może pochwalić się wyjątkowym zbiorem 13 rodów kur, które włączone są do Programu Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt Gospodarskich. Większość z nich wpisana jest do rejestru światowych zasobów genetycznych – World Watch List for Domestic Animal Diversity. Wspomniany program ma na celu zachowanie różnorodności gatunkowej poprzez wykorzystanie rodzimych ras kur w warunkach ekstensywnych.

Należy podkreślić, że mięso pozyskiwane od ptaków tych ras istotnie różni się od mięsa typowego brojlera kurzego. Różnice zauważalne są w barwie tuszki, stopniu otłuszczenia, kruchości mięsa, czy średnicy włókien mięśniowych (Sokołowicz i wsp., 2016). Wspomniane cechy uwarunkowane są genotypem, sposobem utrzymania ptaków,

w tym żywieniem i długością chowu. Nie tylko rasy rodzime znajdują zastosowanie we wspomnianym już programie ochrony, ale także rasy lokalnie zaadaptowane. W Polsce takimi rasami są Rhode Island Red czy Sussex, które można zaklasyfikować jako rasy ogólnoużytkowe, które cechują dobre parametry nieśne jak i rzeźne (Puchała i wsp., 2014, Krawczyk i Calik, 2018). Wspomniane rasy przystosowane są do lokalnych warunków środowiskowych, co zwiększa szansę na ich przydatność np. w chowie ekologicznym i wybiegowym (Połtowicz i wsp., 2020).

O ile zagospodarowanie kur (samic) nie stanowi trudności, to w przypadku kogutków występuje znaczący problem a niechciane jednodniowe pisklęta/kogutki poddawane są eutanazji. Współczesne społeczeństwo nie akceptuje traktowania piskląt/kogutków jako „produktu niechcianego". Oczekuje innego rozwiązania, które pozwoli na wykorzystanie tych ptaków w produkcji żywności. Przeprowadzone badania dotyczące podejścia konsumenckiego do eutanazji jednodniowych piskląt płci męskiej, pokazują, że społeczeństwo z aprobatą podchodzi do przeznaczenia tych piskląt do odchowu na mięso (Bruijnis i wsp.,2015, Brümmer i wsp., 2017, Mueller i wsp., 2018). Podejmowane działania związane z odchowem piskląt/kogutków są odpowiedzią na stale obecny dylemat moralny i etyczny, jakim jest poddawanie ich eutanazji (Leenstra i wsp., 2014, Brümmer i wsp., 2017). Jednakże należy wspomnieć, że z powodu uwarunkowanych genetycznie niskich przyrostów masy ciała oraz większego zużycia paszy na jednostkę przyrostu, odchów kogutów w typie nieśnym lub ogólnoużytkowym przeznaczanych do produkcji mięsa trwa dłużej i jest mniej efektywny niż kurcząt brojlerów (Murawska i Bochno 2007, Koenig i wsp., 2012, Choo i wsp., 2014). Przy czym, wyniki niektórych badań wskazują, że konsumenci wykazują dużą empatię i w poczuciu zachowania czystego sumienia, deklarują chęć

ponoszenia większych kosztów zakupu mięsa pochodzącego z tego typu produkcji żywca rzeźnego (Leenstra i wsp., 2014, Brümmer i wsp., 2017).

Warto wspomnieć, że w krajach azjatyckich takich jak Tajlandia, utrzymanie kogutów linii nieśnych na mięso jest z powodzeniem stosowane, a konsumenci chętnie je włączają do swoich posiłków. Jednak długi okres odchowu (60 dni lub więcej) powoduje pewne problemy. Dotyczy to nie tylko aspektów ekonomicznych, ale zmian zachowania samców w stadzie. Obserwuje się wzrost agresji i niepożądanych zachowań. Zmiany w behawiorze spowodowane są rosnącym poziomem hormonów płciowych, głównie testosteronu (Queiroz i Cromberg, 2006, Essien i wsp., 2012).

Najlepszym rozwiązaniem tego problemu jest wprowadzenie chowu ptaków poddanych kastracji chirurgicznej (Calik, 2014) lub immunologicznej (Queresma i wsp., 2017, Wang i wsp., 2023). Nie tylko ptaki ras nieśnych, ale również ogólnoużytkowych można wykorzystać do produkcji kapłonów, w tym wspomniana rasa Rhode Island Red.

Rozwój produkcji kapłonów może być odpowiedzią na zmiany w preferencjach konsumentów, a pośrednio wpłynąć na możliwości zagospodarowania nadliczbowych ptaków/kogutów. Rosnąca świadomość zdrowotna i etyczna może prowadzić do wzrostu popularności mięsa kapłonów jako alternatywy dla szybkorosnących brojlerów kurzych. Należy zaznaczyć, że produkcja kapłonów nie jest nowością, lecz można by rzecz, że jest na nowo odkrywana.

3.1. Rys historyczny

Historia chowu kapłonów sięga I wieku p.n.e. i miała początek w starożytnych społeczeństwach śródziemnomorskich – Grecji i Rzymie oraz w Chinach. Na początku kastracja ptaków była nierozerwalnie związana z obrzędami religijnymi i rytuałami składania ofiar bóstwom (Zawacka-Chaberek i wsp., 2020).

W 162 r p.n.e. w starożytnym Rzymie Senat podjął uchwałę – LEX FAUNA. Jednym z filarów tej ustawy było oszczędzanie żywności, a utrzymanie kapłonów spełniało założenia wprowadzonego prawa oraz okazała się cennym źródłem surowca zwierzęcego. Początkowo na walory w ten sposób pozyskiwanego mięsa nie zwracano uwagi, z biegiem czasu zaczęto doceniać unikalne walory sensoryczne (Sirri i wsp., 2009).

Uchwalenie nowego prawa w Rzymie spowodowało, rozwój produkcji drobiarskiej. Ptactwo utrzymywano w celach kulinarnych, dietetycznych a niekiedy także leczniczych. Spożywanie mięsa w czasach starożytnych nie było bardzo powszechne. Był to luksus, na który mogli pozwolić sobie tylko najbogatsi przedstawiciele społeczeństwa. Nawet ci nie jadali go codziennie, były to potrawy spożywane od święta, przy wyjątkowych okazjach i bardzo podkreślały status gospodarza takiej uczty.

Chów i hodowla różnych gatunków ptaków, początkowo miała charakter chowu zagrodowego. Jednak z czasem ów podwórkowy chów zaczął się zmieniać i nabywać cech podobnych do współczesnych wielkostadnych i wielotowarowych gospodarstw. Utrzymanie ptactwa miało ogromne znaczenie, ponieważ ściśle wiązało się z rozwojem rolnictwa.

Kapłon, aby osiągnąć odpowiednią masę ciała, a co za tym idzie odpowiednie cechy smakowe był odpowiednio żywiony. Do odchowu ptaków wykorzystywano, zacierki, mąkę jęczmienną z wodą i miodem, kluski jęczmienne, kąkol i siemię lniane namoczone w wodzie z dodatkiem miodu. Następnie w odpowiednim momencie odchowu ptaki były ubijane i w odpowiedni sposób przyrządzane.

W XVIII wieku polski kanonik Jan Krzysztof Kluk tak opisał odpowiedni czas na przeprowadzenie zabiegu kastracji ptaków:

„*Kogutki najzdatniejsze są do kapłonienia, gdy będą trzy miesiące stare. Kapłonienie ma się czynić ostrożnie i prędko (...). Kogutki późno wylężone nie zdadzą się do tego: najlepsze są, które przed S. Janem kapłonione być mogą. (....). Jęczmień, pszenica albo gotowane otręby tuczą go, nie zła jest tatarka: niektórzy mieląc to na mąkę, czynią ciasto z trzech części wody a jednej przaśnego czynią miodu (...)*" (Kluk, 1779)

Należy podkreślić, że w Europie historia kapłonowania ptaków jest jeszcze starsza. Zabieg ten znano i praktykowano już w średniowieczu, we Francji i Włoszech, a dania z mięsa kastrowanych ptaków były bardzo popularne.

W Polsce natomiast tradycja spożywania kapłoniego mięsa sięga aż VII wieku. Potrawy z kapłona gościły na najbogatszych szlacheckich i magnackich stołach. Podobnie jak w starożytności były symbolem bogactwa i dobrobytu.

Mięso kapłonów było szczególnie popularne w wieku XVI i XVII. Kuchnia staropolska tego okresu obfitowała w potrawy z wykorzystaniem kapłona. To właśnie w tym okresie Stanisław Czerniecki w swoim dziele poświęcił dużo miejsca przepisom na dania z kapłona. Była to pierwsza książka kucharska, która nosiła tytuł *Compendium Ferculorum* lub *Zebranie potraw,* wydana w 1682 roku w Warszawie. Przepisy Czarnieckiego charakteryzowały dużą rozmaitością, bogactwem przypraw i dodatków

takich jak imbir, cynamon, szafran, pieprz, kminek, cytryny i limonki oraz rodzynki (Dumanowski i wsp., 2010).

O kastrowanych kogutach pisano znacznie więcej i nie tylko pod kątem kulinarnym. Spisano pierwsze definicje kapłona, dokonano analizy i spisano w jakim czasie i okresie rozwoju ptaka najkorzystniej jest przeprowadzić procedurę kastracji.

Jednym z tych, którzy opisywali kapłony był polski kanonik Jan Krzysztof Kluk. Jego dzieła powstały w XVIII wieku. Stworzył on definicję kapłona, która brzmi (Kluk, 1779):

„*Kapłona imię daje się owemu młodemu Kogutowi, któremu członki rodzayne wyrzynają się, aby przez swe lubieżności nie wynędzniał, aby stał się tłuściejszym i mięso jego było smaczniejsze*".

Kolejną ważną pozycją w dziedzinie literatury gastronomicznej, w której znajdujemy duże uznanie dla potraw z mięsa kapłonów, jest *Księga kucharska rodu Swieżawskich*. Skrupulatnie spisywana była niemal przez sto lat, od połowy XVIII wieku do 1930 roku. W rękopisie tym znajdujemy nie tylko rozmaite przepisy kulinarne, ale także zawarte są tam informacje o dużej popularności kapłoniego mięsa wśród ówczesnej szlachty. Dodatkowo należy zauważyć, że Księdze kucharskiej rodu Świeżawskich odnajdujemy zapisy o zasadach chowu ptactwa w tym okresie. Opisy te jednoznacznie wskazują, że osobno utrzymywano drób na jaja i mięso. To jednoznacznie wskazuje, że polska szlachta nie szczędziła funduszy na niezależny chów i tucz ptaków.

Spisana historia chowu i hodowli kapłona w historii polskiego społeczeństwa to nie tylko przepisy kulinarne i podania ściśle związane z popularnością tego rodzaju ptactwa w kręgach szlacheckich. To także historia naukowa i dydaktyczna zarazem.

Istnieje wiele tekstów, które wskazują, że kapłonami interesowali się także ludzie uczeni czy adepci medycyny weterynaryjnej.

W roku 1858 w Poradniku Weterynarii Gospodarczej ukazał się dokładny opis zabiegu kastracji koguta autorstwa Jakuba Henryka Lewandowskiego. Metod chirurgicznej kastracji nauczano na wydziałach medycyny weterynaryjnej do początków XX wieku (Romaniuk, 2011). Istniał także polski opatentowany przyrząd do wykonywania tej procedury chirurgicznej opracowany przez Jana Kurzydyma z Rybnika w roku 1932. Szuman z kolei w roku 1951 wyróżnił i opisał 3 metody kastracji samców. Pierwsza metoda empiryczna – palcowa lub inaczej zwana słowiańską, instrumentową – zwaną amerykańską oraz hormonalną. Ta ostatnia budziła wiele kontrowersji i w wielu krajach była niedozwolona.

W Polsce w okresie powojennym (II wojna światowa) produkcja kapłona znacznie straciła na popularności. Kapłon uważany był za pozostałość minionej epoki, przestarzały relikt. Dlatego też zmiany polityczne spowodowały, że kapłony zaczęły znikać ze stołów Polaków i coraz rzadziej były odchowywane. Finalnie oznaczało to koniec produkcji kapłona w Polsce aż do roku 2008 (Calik, 2014). W czerwcu 2008 roku nastąpiła zmiana przepisów, wprowadzono Rozporządzenie Komisji Europejskiej 543/2008, w którym został zamieszczony zapis, można powiedzieć na nowo, definiujący kapłona – „kapłon to samiec ptaka chirurgicznie kastrowany przed osiągnięciem dojrzałości płciowej i poddany ubojowi w wieku minimum 140 dni, a po kastracji kapłony muszą być tuczone przez okres co najmniej 77 dni”.

3.2. Produkcja kapłonów obecnie – na świecie i w Polsce

Obecnie, produkcja i spożycie kapłonów cieszy się popularnością w krajach zachodniej Europy, Stanach Zjednoczonych oraz Azji. Bazując na dostępnych doniesieniach naukowych i danych statystycznych, liderem w produkcji kapłonów jest Tajwan, gdzie produkcja wynosi ponad 4 miliony sztuk rocznie, w Europie największym producentem jest Francja z produkcją sięgającą około 1,5 miliona sztuk rocznie oraz Stany Zjednoczone z produkcją na poziomie około 1 miliona sztuk rocznie (Zawacka-Chaberek i wsp., 2020).

Zgodnie z rozporządzeniem Komisji Europejskiej nr 543/2008 w 16 czerwca 2008 roku kapłon to samiec ptaka, który został poddany kastracji chirurgicznej przed osiągnięciem całkowitej dojrzałości płciowej między 8. a 10. tygodniem życia i wadze minimalnej 0,5 kilograma. Następnie jest poddawany ubojowi w wieku przynajmniej 20. tygodni. Po zabiegu kastracji kapłony powinny być utrzymywane przez przynajmniej 11. tygodni. Zabieg kastracji przeprowadza wykwalifikowany lekarz weterynarii a całość procedury przebiega w znieczuleniu ogólnym.

Najczęściej do produkcji kapłonów wykorzystuje się rodzime rasy lub lokalnie zaadaptowane. W Tajwanie dominuje rasa Taiwan Country Chicken, w Japonii Hinai-Jidori, w krajach zachodniej Europy – we Francji rasa Bresse, w Hiszpani rasa Castellana Negra, w Portugalii natomiast Freamunde. W Polsce najczęściej wykorzystywane są zielononóżki lub żółtonóżki kuropatwiane (Calik i wsp., 2015, Zawacka i wsp., 2017), ale także koguty rasy Rhode Island Red popularnie nazywanej karmazyn czy rasy Sussex (Adamski i wsp., 2016; Calik i wsp. 2017).

Na podstawie wyników badań różnych autorów można w krótki sposób opisać najbardziej charakterystyczne cechy wyglądu kapłonów, jego tuszki oraz mięsa. Wygląd

ogólny sylwetki kapłonów to przede wszystkim mniejsza głowa niż u kogutów, dobrze zbudowana i lekko odchylona szyja, grzbiet szeroki i długi, tułów zaokrąglony, pierś umięśniona, wysunięta do przodu, ogon zwieńczony pióropuszem, zredukowane grzebień i dzwonki. Masa tuszki kapłona jest pochodną rasy ptaków, wieku uboju oraz stosowanej diety i kształtuje się w przedziale 2-5 kg.

Barwa całej tuszki determinowana jest przede wszystkim przez rasę i przyjmuje barwę od bladożółtej do ciemnoszarej (uzależnione również od diety). Warto zaznaczyć, że w tuszkach występuje wyraźna warstwa tkanki tłuszczowej podskórnej. Mięśnie szkieletowe ze szczególnym wyróżnieniem mięśni piersiowych, udowych oraz grzbietu są barwy różowej lub jasnoczerwonej. Wymienione partie mięśni są wyraźnie przerośnięte tkanką tłuszczową.

Walory sensoryczne mięsa, czyli jego smak i zapach stanowią o wartości mięsa kapłonów. Mięso jest kruche i wyjątkowo soczyste, aromat delikatny, a zarazem bardzo wyrazisty.

Ryc. 1. Kapłon Rhode Island Red



Ryc. 2. Kogut Rhode Island Red



W ostatnich latach można zaobserwować wzrost popularności produkcji i konsumpcji kapłonów, do czego przyczyniają się między innymi międzynarodowe organizacje kulinarne jak Slow Food oraz Euro Toques. Wzrost tej popularności jest podyktowany wyższą jakością mięsa pochodzącego z mniej intensywnego chowu.

3.3. Metody kastracji kogutów

3.3.1. Metoda chirurgiczna

Kastracja ptaków jest zdecydowanie trudniejszą procedurą niż u ssaków. Wynika to z budowy anatomicznej ptaków. Jądra samców zlokalizowane są symetrycznie po obu stronach kręgosłupa w dogrzbietowej części jamy ciała między nerkami a naczyniem tętniczym. Wielkość gonad jest różna i zależy od rasy, wieku, statusu fizjologicznego czy pewnych uwarunkowań indywidualnych. Warto też wspomnieć, że często jądro lewe jest większe niż prawe.

Przed zabiegiem stosuje się 24-godzinną głodówkę i na kilka godzin przed zabiegiem odstawia się również wodę. Zastosowanie ścisłej głodówki usprawnia przebieg zabiegu, ponieważ przewód pokarmowy jest w mniejszym stopniu wypełniony treścią oraz zmniejsza ryzyko powikłań po zabiegu. Wśród powikłań pozabiegowych należy wymienić: krwawienia wewnętrzne z uszkodzonych naczyń krwionośnych (prowadzące do wstrząsu hipowolemicznego i śmierci), odmę podskórną, przepuklinę międzyżebrową czy zakażenia septyczne.

Całą procedurę przeprowadza się z zachowaniem wszystkich zasad aseptyki chirurgicznej. Zabieg wykonywany jest przez dwie osoby z wykorzystaniem podstawowych narzędzi takich jak skalpel, pęseta, kleszcze, rozwieracze, igłotrzymacz i inne.

Zwierzę do zabiegu jest znieczulane ogólne lub miejscowo. Po obu stronach ciała ptaka w okolicy ostatnich żeber usuwane są pióra, skóra jest dokładnie myta i dezynfekowana. Następnie wyznacza się linię cięcia chirurgicznego, która przebiega wzdłuż przedniego brzegu ostatniego żebra. Długość cięcia wynosi od 3 do 4 centymetrów. Po otrzymaniu dostępu do jamy ciała należy delikatnie odsunąć jelita

widoczne w polu operacyjnym i odsłonić jądro. Kolejnym krokiem jest usunięcie narządu przy użyciu specjalnych kleszczyków. Powstałe rany możemy zszyć klasycznym szwem pojedynczym węzełkowym lub pozostawić do samodzielnego wygojenia. Zabieg można przeprowadzić z wykonaniem dwóch cięć po obu stronach klatki piersiowej lub z jednego cięcia. Wszystko uzależnione jest od preferencji i doświadczenia operatora (Calik, 2014).

Obecnie ta metoda kastracji ptaków jest przeprowadzana w kraj azjatyckich (Chiny, Japonia, Tajwan), w Stanach Zjednoczonych oraz w Europie (Francja i Włochy). W wymienionych krajach odnotowuje się największą produkcję mięsa kapłonów. Coraz częściej odchowywane są rodzime rasy występujące w danym regionie czy państwie (Chen i wsp., 2006, Symeon i wsp., 2010, Mahmud i wsp, 2013, Adamski i wsp., 2016, Amorim i wsp., 2016, Zawacka i wsp., 2017, Kwiecień i wsp., 2015, Murawska i wsp., 2019).

3.3.2. Metoda immunokastracji

Jest metodą zdecydowanie mniej inwazyjną oraz powoduje mniej powikłań niż klasyczna kastracja chirurgiczna. Jest także procedurą praktycznie bezstresową i niemal bezbolesną dla ptaków.

Przeprowadzenie immunokastracji polega na podaniu w iniekcji podskórnej preparatu zawierającego analogi czynnika uwalniającego gonadotropiny (GnRF). Iniekcję taką wykonuje się najczęściej w tył szyi samca. Indukcja przeciwciał przeciwko gonadotropinie wywołuje immunologiczną supresję funkcji gonad. Dzięki temu produkcja męskich hormonów płciowych jest zatrzymana. W przypadku ptaków iniekcję taką należy stosować dwukrotnie – w 28 dniu i 91 dniu odchowu. Dzień 28 jest traktowany jako dzień kastracji samców (Wang i wsp., 2023)

Inną substancją wykorzystywaną do przeprowadzania takiej procedury jest także podskórna iniekcja przy użyciu chlorku kadmu. Taka iniekcja neutralizuje działanie męskich hormonów płciowych.

W krajach europejskich, a więc także w Polsce jedyną prawnie dozwoloną metodą kastracji samców drobiu jest klasyczna metoda chirurgiczna. Immunokastracja jest dopuszczona do stosowania tylko na terenie Stanów Zjednoczonych.

3.4. Charakterystyka rasy Rhode Island Red

W Polsce rasa ta znana jest pod nazwą karmazyn.

Ryc. 3. Kogut Rhode Island Red



Ryc. 4. Kogut i kura Rhode Island Red



Jest to amerykańska rasa kury domowej powstała w stanach Rhode Island i Massachusetts w drugiej połowie XIX wieku w wyniku selektywnego krzyżowania osobników brązowego włoskiego Leghorna z ptakami pochodzenia orientalnego takich jak Cochin, Java, Malay, Shanghai. Po raz pierwszy wzorzec rasy powstał w 1898 roku i został on oficjalnie zatwierdzony przez Amerykański Rhode Island Club w 1901 roku. Istnieją dwie odmiany jednogrzebieniowa oraz różana - obie zostały przyjęte do Standardu Doskonałości Amerykańskiego Stowarzyszenia Drobiarstwa odpowiednio w 1904 i 1906 roku.

Charakterystyczne błyszczące ciemnoczerwone a niekiedy wręcz czarne upierzenie karmazyn zawdzięcza egzotycznym malajskim przodkom. Pióra ogona zazwyczaj są czarne a grzebień jest barwy jaskrawoczerwonej. Płatki uszu oraz dzwonki także pozostają w kolorze intensywnej czerwieni. Dziób mocny w kolorze czerwonawego rogu, oczy podobnie. Kończyny i pazury żółte, niekiedy z drobnymi plamkami w kolorze czerwonym na palcach i bokach. Rasa Rhode Island Red została opracowana i hodowana jako rasa o podwójnym przeznaczeniu. Wykorzystywana do

produkcji jaj a także jako źródło dobrej jakości mięsa. Od około 1940 roku hodowany głównie ze względu na dobre wyniki nieśności, więc zaliczany do ras nieśnych. Kury składają jaja barwy brązowej w ilości 200-300 rocznie. Ze względu na bogaty smak mięsa została wpisana na listę Arki Smaku Fundacji Slow Food. Ptaki rasy Rhode Island Red wykorzystywano do stworzenia wielu współczesnych ras hybrydowych.

3.5. Obecny stan wiedzy na temat kapłonów.

Kapłonowanie kogutów nieustannie pozostaje wśród popularnych tematów prac naukowców z całego świata. Prace dotyczą wpływu kapłonowania na skład tuszki, jakość mięsa określaną chemicznie i sensorycznie ponadto podejmowane są próby optymalizacji długości odchowu ptaków, z uwagi na wykorzystanie w produkcji ptaków różnych ras.

Kastracja chirurgiczna (Calik, 2014) podobnie jak immunokastracja (Chen i wsp., 2010a. Chen i wsp., 2010b; Quaresma i wsp., 2017; Wang i wsp., 2023) wpływają na obniżenie hormonów androgenowych, co skutkuje zmianą metabolizmu ptaków. Kapłony często osiągają większą końcową masę ciała a ich tuszki cechuje większa zawartość tłuszczu podskórnego, mięśniowego oraz trzewnego/sadełkowego. Większa zawartość tkanki tłuszczowej w postaci tłuszczu śródmięśniowego wpływa na poprawę walorów sensorycznych mięsa. Potwierdzają to wyniki badań Amorim i wsp. (2016).

Amorim i wsp. (2016) wykazał, że kapłonowanie korzystnie wpływa na walory smakowe, zmienia kruchość mięsa. Autorzy na podstawie wyników analizy fizykochemicznej i sensorycznej mięśni piersiowych oraz mięsi nóg kogutów i kapłonów ras Amarela i Pedres potwierdzili, że mięso kapłonów cechuje się wyższą zawartością tłuszczu śródmięśniowego, mniejszą twardością mięsa, a smak mięsa jest delikatniejszy.

Analiza składu tuszki oraz wydajności rzeźnej dowodzą, że tuszki kapłonów cechuje wyższa zawartość tłuszczu oraz zwiększony udział tłuszczu w ogólnej masie ciała (Kwiecień i wsp., 2015; Zawacka i wsp., 2018). Dodatkowo kastracja korzystnie wpływa na profil kwasów tłuszczowych, powodując wzrost kwasów tłuszczowych MUFA i PUFA szczególnie w mięśniach udowych kapłonów (Sinanoglou i wsp., 2011; Kwiecień i wsp., 2015).

Przeprowadzono również badania na temat zmian morfologicznych w narządach wewnętrznych. W trakcie tych badań wykazano różnice w wielkości oraz masie poszczególnych narządów takich jak wątroba, śledziona, żołądek mięśniowy, serce oraz mięśni piersiowych i udowych (Rahman i wsp., 2004; Chen i wsp., 2006, 2009, 2010b; Rikimaru i wsp., 2009; Symeon i wsp., 2012). Dodatkowo w ramach tych badań Rahman i wsp. (2004) wykazał różnice u kapłonów kastrowanych chirurgicznie i za pomocą implantu farmakologicznego. Zdecydowanie lepsze wyniki osiągały kapłony kastrowane klasycznie. Autorzy wysunęli wniosek, że to właśnie ta metoda kastracji pozwoli na osiąganie dobrych efektów produkcyjnych. Analizę histopatologiczną narządów wewnętrznych wykonano u nieśnej rasy Leghorn (Gesek i wsp., 2019c) oraz w wątrobie zielononóżek kuropatwianych (Zawacka i wsp., 2017). Podobnej analizy dokonano u obu wyżej wymienionych ras ptaków w mięśniu piersiowym i w mięśniach udowych (Gesek i wsp., 2017, 2019c). Powyższe badania mięśni pochodzących od ptaków kastrowanych i niekastrowanych poszerzono o morfometrię włókien mięśniowych u różnych ras (Lin i Hsu., 2002, Gesek i wsp., 2017, 2019b). Badania prowadzone na zielononóżkach i Leghornach obejmowały pomiary średnicy włókien mięśniowych i włókien olbrzymich w mięśniach piersiowym w różnych okresach odchowu ptaków (Gesek i wsp., 2017, 2019b).

Kolejnym aspektem, który światowi naukowcy rozpatrywali w swoich eksperymentach to bardzo istotny z perspektywy produkcji dobrej jakości mięsa, stopień odkładania się tkanki tłuszczowej w tuszce. Wyniki jednoznacznie wskazują wyższą akumulację tłuszczów u kastrowanych samców. Badaniom poddano brojlery kurze (Sinanoglou i wsp., 2011), rodzime rasy takie jak zielononóżki kuropatwiane (Gesek i wsp., 2017) oraz Leghorny (Gesek i wsp., 2019b).

Analizie poddano także krew oraz poziom testosteronu u ptaków. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Rikimaru i wsp. (2009) mierzono poziom testosteronu u ptaków rasy Hinai-Jidori. Zwierzęta zostały podzielone na trzy grupy: koguty, kapłony oraz kury. W grupach badawczych mierzono poziom testosteronu w określonych tygodniach wzrostu od 10 do 30 tygodnia. Pomiarom stężenia hormonów we krwi towarzyszyły pomiary wagi i analiza przyrostu masy ciała. Podobna metodologia została zastosowana w badaniach średnio-rosnących brojlerów (Symeon i wsp., 2010). Krew do oznaczenia poziomu testosteronu pobierano w 3-tygodniowych cyklach od 9 do 18 tygodnia odchowu ptaków. Prowadzono również regularne pomiary wagi ptaków. Głównym celem założeniem eksperymentu było ustalenie czy kapłonizacja ptaków wpływa na jakość mięsa.

Inni autorzy (Chen i wsp., 2009, 2010a) poddali analizie wpływ kastracji implantem hormonalnym na układ odpornościowy samców ptaków. W tym celu grupa badawcza miała zastosowany specjalny implant z androgenami a grupą kontrolną były niekastrowane koguty. Jednym z wniosków płynących z tego badania było, że kastracja wpływa na funkcje odpornościowe organizmu oraz że narządy układu immunologicznego, szczególnie torba Fabrycjusza, u ptaków po zastosowanej kastracji zwiększyła swoje rozmiary.

Ilość syntetyzowanego testosteronu zmienia się w poszczególnych etapach rozwoju osobniczego. Na stężenie testosteronu wpływa wiek kogutów ale również rasa (Shao i wsp., 2009, Gryzińska i wsp., 2011, Murawska i wsp., 2015). Na znaczące różnice w temperamencie kogutów, w tym występowanie zachowań antagonistycznych, wynikające z poziomu hormonów płciowych, wskazują wyniki badań Essien i wsp. (2012).

Niekastrowane koguty charakteryzują się wzmożoną aktywnością ruchową: gonią się, przepychają się wzajemnie i dziobią, a także trzepoczą często skrzydłami (Chen i wsp., 2005, 2006; Amorim i wsp., 2016, Zawacka i wsp., 2017). Inni autorzy wykazali, że częstotliwość piania w stadach kogutów jest ściśle związana z ich pozycją w stadzie (Shimmura i wsp., 2015).

Tak więc zabieg kastracji wpływa korzystnie na zmianę zachowania ptaków. Są one zdecydowanie mniej agresywne, mniej pieją i nie walczą o terytorium czy samice (Mench i wsp., 1986). Zaobserwowane zmiany behawioru korzystnie wpływają na wyniki produkcyjne kapłonów w porównaniu z kogutami i wpływają pozytywnie na dobrostan utrzymywanych ptaków. Niższa agresja i częstotliwość walk to mniej poważnych obrażeń i upadków śmiertelnych oraz lepsze wykorzystanie składników paszy na przyrost masy ciała.

Dotychczas nie wskazano przydatności jednej rasy lub określonego typu użytkowego ptaków do produkcji kapłonów. W większości krajów, produkcja kapłonów opiera się o rodzime rasy kur lub lokalnie zaadaptowane. Na przykład w Polsce zielononóżki i żółtonóżki kuropatwiane (Calik, 2014; Calik i wsp., 2015; Gesek i wsp., 2017; Zawacka i wsp., 2018), Leghorny (Gesek i wsp., 2019b, 2019c), w Hiszpani kury Castellana Negra (Miguel i wsp., 2008), kurczaki Extremena Azul (Duran, 2004) czy kurczaki Nara (Rahman i wsp., 2004).

W wielu rejonach świata prowadzone są badania zmierzające do optymalizacji technologii produkcji kapłonów, z uwagi na specyficzne walory smakowe pozyskanego surowca mięsnego. Przy czym, nie bez znaczenia jest również aspekt etyczny, związany z uśmiercaniem jednodniowych piskląt kogutków ras nieśnych oraz ogólnoużytkowych, które mogłyby zostać przeznaczone do produkcji mięsa. Jednak nadal, poza aspektami

moralnymi czy etycznymi, ogromne znaczenie ma efektywność ekonomiczna (Murawska i wsp., 2005, Gremmen i wsp., 2018).

Niniejsza praca, przedstawione w niej wyniki stanowią kolejny krok w rozwoju wiedzy na temat możliwości wykorzystania kogutów rasy lokalnie zaadaptowanej do produkcji kapłonów. W Polsce, rodzime rasy kur jak i rasy lokalnie zaadaptowane, wśród nich Rhode Island Red objęte są programem ochrony bioróżnorodności. Jedną z metod ochrony bioróżnorodności jest praktyczne wykorzystanie ptaków z tych populacji w chowie ekstensywnym, przyzagrodowym. Możliwość wykorzystania nadliczbowych kogutków do produkcji kapłonów z pewnością stanowiłaby bardzo dobre rozwiązanie, poprawiające ekonomikę gospodarstw, ponieważ tuszki/mięso kapłonów osiąga wysokie ceny rynkowe. Nadal nie pozostaje w pełni wyjaśniony wpływ zabiegu kapłonienia na organizm ptaka. O ile wyniki badań w większości potwierdzają korzystny wpływ zabiegu na końcową masę ciała i cechy wartości rzeźnej jak i cechy sensoryczne mięsa, to nadal niewiele wiadomo na temat zmian na poziomie struktury tkanek i funkcjonowania organizmu (narządów) ptaków w sytuacji trwałego obniżenia poziomu hormonów płciowych.

4. Cel pracy

Główną hipotezą pracy było czy ingerencja w organizm ptaka poprzez usuniecie gonad (kastracja chirurgiczna), może powodować zmiany na poziomie tkankowym na skutek trwałego obniżenia poziomu testosteronu. Zatem celem badań było określenie zmian morfologicznych w wybranych tkankach i narządach u ptaków poddanych zabiegowi kastracji chirurgicznej, odchowywanych do różnego wieku.

W związku z tym określono cele szczegółowe:

- ocena występowania zmian histopatologicznych w wybranych mięśniach szkieletowych u kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu,
- analiza lokalizacji i koncentracji tkanki tłuszczowej w badanych mięśniach u kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu,
- analiza średnicy włókien mięśniowych i włókien olbrzymich w mięśniach piersiowych u kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu,
- ocena występowania zmian histopatologicznych w narządach wewnętrznych kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu,
- analiza kumulacji tkanki tłuszczowej w narządach wewnętrznych u kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu,
- analiza koncentracji utkania limfatycznego w narządach wewnętrznych u kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu,
- określenie optymalnego wieku kapłonów do oboju, mając na względzie masę ptaków, odpowiednią koncentrację tkanki tłuszczowej w mięśniach oraz jak najmniejszą liczbę niepożądanych zmian histopatologicznych w narządach i mięśniach szkieletowych,
- ustalenie, czy na podstawie otrzymanych wyników, koguty Rhode Island Red mogą być wykorzystywane do produkcji kapłonów.

5. Materiały i metody

5.1. Odchów ptaków - warunki środowiskowe i żywieniowe

Grupę badawczą stanowiło dwieście jednodniowych kogutów rasy Rhode Island Red. W pierwszym dniu doświadczenia ptaki zostały zważone i oznakowane. Następnie umieszczono je losowo w jednakowych kojcach w hali odchowu ptaków w pawilonie doświadczalnym Katedry Towaroznawstwa Ogólnego i Doświadczalnictwa (obecnie Katedra Dobrostanu Zwierząt i Doświadczalnictwa), Wydziału Bioinżynierii Zwierząt, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. W trakcie odchowu rejestrowano masę ciała ptaków oraz spożycie paszy. Zwierzęta żywiono do woli przez cały okres odchowu komercyjną mieszanką paszową (Tabela 1).

Tabela 1. Skład chemiczny paszy (komponenty paszy - śruta kukurydziana, śruta pszenna, śruta sojowa, węglan wapnia, fosforan jednowapniowy, chlorek sodu).

Komponent	0 do 8 tygodnia	9 do 28 tygodnia
Analiza (%)		
Białko surowe	18.77	20.88
Popiół	5.22	5.47
Włókno	2.51	2.55
Lizyna	0.94	1.08
Metionina	0.53	0.52
Metionina + cysteina	0.72	0.75
Ca	0.77	0.87
Całkowity fosfor	0.59	0.59
ME (MJ/kg)	11.64	11.94
Witaminy i minerały:		
Witamina A IU/kg	13200	13200
Witamina D3 IU/kg	3120	3120
Witamina E (mg/kg)	68	68
Witamina K3 (mg/kg)	4.80	4.80
Witamina B1 (mg/kg)	2.2	2.2
Witamina B2 (mg/kg)	7.2	7.2
Witamina B6 (mg/kg)	5.0	5.0
Witamina B12 (mg/kg)	0.04	0.04
Biotyna (mg/kg)	0.01	0.01
Cu (mg/kg)	8	8
Fe (mg/kg)	116	116
Mn (mg/kg)	80	80
Zn (mg/kg)	100	100
I (mg/kg)	0.80	0.80
Se (mg/kg)	0.20	0.20

Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 543/2008 oraz za zgodą Lokalnej Komisji Etycznej w Olsztynie (Polska – nr 16/2014) w 8 tygodniu życia ptaki zostały przygotowane do zabiegu chirurgicznej kastracji, którą wykonał wykwalifikowany lekarz weterynarii. Wszystkie ptaki w trakcie zabiegu były znieczulone w sposób ogólny. W protokole anestezjologicznym użyto ketaminy 0,2ml (Bioketan, Vetoquinol, Gorzów Wielkopolski, Polska) w podaniu domięśniowym.

Przygotowane samce miały usunięte pióra po obu stronach ciała przy ostatnich żebrach. Skóra w tych miejscach została umyta i zdezynfekowana. Następnie wyznaczono linie cięcia chirurgicznego po obu stronach ciała, wzdłuż przedniego brzegu ostatniego żebra. Długość cięć wynosiła około 3 centymetrów. Po otwarciu jamy ciała odsunięto pętle jelit, żeby uzyskać dobry dostęp do jąder. Nastąpienie parzysty narząd usuwano przy użyciu przyrządu z ruchomą pętelką stalową. Powstałe rany pozostawiano do samodzielnego wygojenia.

Po 8. tygodniu życia ptaków, podzielono je na dwie grupy. Pierwszą grupę stanowiła grupa kontrolna – koguty, a drugą grupę (grupa badawcza) stanowiły ptaki poddane kastracji. W trakcie doświadczenia, ptaki które nie zostały prawidłowo wykastrowane były eliminowane z doświadczenia (na podstawie zewnętrznych cech płciowych).

5.2. Schemat badania, pobieranie prób do badań morfologicznych

W 4. oraz w 8. tygodniu życia od 8 losowo wybranych osobników pobrano próby krwi do badań poziomu testosteronu. W kolejnych tygodniach odchowu (od 12. do 28. tygodnia), również co 4 tygodnie, pobierano próby krwi (8 kogutów i 8 kapłonów, po jednym osobniku z kojca). Krew pobierano do probówek z heparyną. Świeżą krew odwirowano dwukrotnie w wirówce laboratoryjnej Centrifuge MPW-350R firmy MPW MED. INSTRUMENTS, każdorazowo przenosząc nadsącz do probówek Eppendorf

Safe-Lock 1,5ml przy pomocy pipety automatycznej Eppendorf. Czas wirowania 5 minut, szybkość obrotów 10000 obr/min. Po uzyskaniu osocza próby zamrożono w probówkach Eppendorf Safe-Lock 1,5ml, w zamrażarce niskotemperaturowej Kaltis 390, w temperaturze -72°C. Określenie stężenia testosteronu wykonano za pomocą metody radioimmunologicznej RIA, korzystając z zestawu diagnostycznego DIAsource TESTO – RIA – CT, firmy DIAsource ImmunoAssays S.A. (Belgia).

W 12., 16., 20., 24. i 28. tygodniu chowu z grupy kontrolnej i badawczej wybierano losowo po sześć ptaków do badania morfologicznego. Ptaki po wodnym ogłuszeniu elektrycznym skrwawiano przez przecięcie szyjnych naczyń krwionośnych (zgodnie z zezwoleniem Lokalnej Komisji Etycznej w Olsztynie - nr 16/2014 - 26.02.2014). Następnie w trakcie badania sekcyjnego pobierano próby wybranych narządów wewnętrznych oraz mięśni szkieletowych do badania morfologicznego.

Były to:

- żołądek gruczołowy i mięśniowy
- dwunastnica z trzustką
- jelito czcze,
- jelito biodrowe i ślepe
- prostnica
- płuca
- serce
- śledziona
- wątroba
- grasica
- torba Fabrycjusza
- nerki

- jądra u kogutów

- mięsień piersiowy

- mięsień udowy

Wszystkie pobrane próby zostały opisane i utrwalone z zobojętnionym roztworze 10% formaliny. Dodatkowo fragmenty mięśni piersiowych i udowych umieszczano w 20% roztworze sacharozy z dodatkiem azydku sodu. Następnie próby utrwalone w formalnie pobrane z grupy badawczej i kontrolnej zostały zatopione w bloczki parafinowe i skrojone w mikroskopie rotacyjnym, na skrawki o grubości 5 μm. W dalszej kolejności skrojone próby narządów wewnętrznych oraz mięśni szkieletowych zostały poddane standardowemu barwieniu hematoksyliną i eozyną. Fragmenty mięśni szkieletowych przepojone sacharozą zostały zamrożone i skrojone w kriostacie/mikroskopie mrożeniowym na skrawki grubości 8 μm. Zamrożone szkiełka mikrotomowe ze skrawkami mięśni bezpośrednio przed barwieniem rozmrażano i barwiono metodą histochemiczną w celu wykrycia tłuszczów komercyjnym zestawem czerwienią oleistą (Red Oil O, Bio-Optica, Włochy). Zabarwione preparaty skanowano w skanerze MIDI 3DHistech, przy użyciu oprogramowania Panoramic Scanner (3DHistech, Węgry).

Zabarwione hematoksyliną i eozyną preparaty narządów wewnętrznych i mięśni szkieletowych zostały poddane analizie mikroskopowej. W poszczególnych narządach i tkankach diagnozowano zmiany morfologiczne: zaburzenia w krążeniu, zmiany wsteczne, zmiany postępowe, zmiany zapalne, które sumowano dla poszczególnej grupy badawczej w we wszystkich okresach, co uwidaczniało różnice pomiędzy kogutami a kapłonami. W wybranych narządach stosowano również analizę intensywności diagnozowanych zmian. Wykorzystano 3-punktową skalę intensywności oceniając intensywność jako niską (+), umiarkowaną (++) i wysoką (+++). W żołądku

mięśniowym dzięki skali uwidoczniono kumulację tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych w warstwie mięśniowej. Podobnie uczyniono w jelicie ślepym, gdzie ilość odkładającego się tłuszczu oznaczano w błonie podśluzowej. W torbie Fabrycjusza 3-stopnią skalę wykorzystano w celu oceny intensywności zaniku utkania limfatycznego. W grasicy dzięki skali ustalono intensywność zaniku limfocytów T. W wątrobie oznaczono w podobny sposób intensywność zwyrodnienia tłuszczowego hepatocytów. A w jądrach u kogutów oznaczano poziom spermatogenezy.

W przypadku mięśni szkieletowych, mięśnia piersiowego i udowego poddawano je standardowej analizie histopatologicznej. Dodatkowo zabarwione i zeskanowane skrawki mięśni zabarwione czerwienią oleistą poddano analizie lokalizacji i intensywności występowania tłuszczu, dzięki trójpunktowej skali utworzonej przez Gesek i wsp. (2019a). Intensywność występowania tkanki tłuszczowej i kropel tłuszczu oceniano w 3 punktach: niska intensywność (+), umiarkowana intensywność (++), wysoka intensywność (+++). Powyższą ocenę dokonywano w 4 lokalizacjach: wokół naczyń krwionośnych, w omięsnej pomiędzy pęczkami, w śródmięsnej pomiędzy włóknami, a także w sarkoplazmie włókien mięśniowych.

Ostatnim elementem schematu badawczego w mięśniach piersiowych była analiza porównawcza średnicy włókien mięśniowych i średnicy włókien olbrzymich u kogutów i kapłonów w różnych etapach odchowu. Dzięki oprogramowaniu Panoramic Viewer (3DHISTECH, Węgry) dokonywano mierzenia włókien mięśniowych (minimum 100 włókien w każdym badanym przypadku) w zeskanowanych preparatach zabarwionych hematoksyliną i eozyną.

6. Analiza statystyczna

W opracowaniu statystycznym zebranego materiału liczbowego, w odniesieniu do cech ilościowych, uwzględniono średnią arytmetyczną ($\overline{x}$) i odchylenie standardowe (SD).

Dane liczbowe analizowano odpowiednio z wykorzystaniem jednoczynnikowej lub dwuczynnikowej analizy wariancji (ANOVA, cechy ilościowe) oraz testów nieparametrycznych (chi-kwadrat, cechy jakościowe). Istotność różnic między średnimi określono z wykorzystaniem testu Duncana, przy przyjętym poziomie istotności $P \leq 0.05$.

Obliczenia wykonano przy użyciu pakietu Statistica 2010.

7. Wyniki

Zgodnie z opracowanym schematem badawczym w doświadczeniu poddano analizie mikroskopowej narządy wewnętrzne oraz wybrane mięśnie szkieletowe poprzecznie prążkowane, pobierane od kogutów i kapłonów w poszczególnych okresach odchowu. Ponadto przedstawiono wyniki produkcyjne oraz wyniki poziomu testosteronu.

7.1. Wyniki produkcyjne – masa ciała, masa tuszki oraz oznaczenie poziomu testosteronu w surowicy krwi

W tabeli numer 2 przedstawiono wyniki podstawowych cech produkcyjnych. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono istotny wpływ zabiegu kastracji (P<0,000) jak i wieku (P<0,000) zarówno ma masę ciała jak i masę tuszki, przy czym w przypadku obu cech wystąpiła interakcja (masa ciała i masa tuszki p-*value* odpowiednio: 0,001 i 0,042).

Tabela 2. Wyniki produkcyjne – masa ciała, masa tuszki kogutów i kapłonów w poszczególnych grupach wiekowych (średnie z podgrup ± odchylenie standardowe SD)

Cechy	Płeć	Wiek (tyg.)					P-*value*		
		12	16	20	24	28	P	W	PxW
Masa ciała (g)	Koguty $\bar{x}$	*1378,00^{a}	*2132,40^{b}	2461,67^{c}	2748,20^{d}	2927,10^{e}	0,000	0,000	0,001
	SD	155,41	133,46	174,58	200,20	207,31			
	Kapłony $\bar{x}$	1219,86^{a}	1651,71^{b}	2339,14^{c}	2667,75^{d}	*3038,10^{e}			
	SD	125,03	140,85	384,80	442,75	108,02			
Masa tuszki (g)	Koguty $\bar{x}$	*856,88^{a}	*1405,04^{b}	1680,73^{c}	1869,61^{d}	2020,29^{e}	0,000	0,000	0,042
	SD	110,12	101,37	131,11	153,33	164,59			
	Kapłony $\bar{x}$	738,73^{a}	1056,96^{b}	1564,34^{c}	1778,00^{d}	2041,28^{e}			
	SD	97,71	114,35	278,65	347,22	96,29			

*górny indeks po lewej stronie (płeć): średnia różni się istotnie, P<0,05
$^{a-e}$ górny indeks po prawej stronie (wiek): średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie, P<0,05

Koguty cechowała większa masa ciała w porównaniu z kapłonami w 12. i 16. tygodniu życia (P<0,05), natomiast końcowa masa ciała (28. tygodniu), była większa u kapłonów (P<0,05). W przypadku masy tuszki, statystycznie potwierdzone różnice

między kogutami i kapłonami potwierdzono jedynie w 12. i 16. tygodniu życia (P<0,05). Jak wspomniano, zarówno u kogutów jak i kapłonów potwierdzono wzrost masy ciała i masy tuszki wraz z wiekiem ptaków, przy czym koguty charakteryzowały się intensywniejszym wzrostem w okresie 12.-20. tygodnia, natomiast kapłony w końcowym okresie odchowu (24.-28. tygodnia).

W tabeli numer 3 przedstawiono wyniki oznaczeń poziomu testosteronu w surowicy krwi. Wyniki badań potwierdzają wpływ przeprowadzonego zabiegu (P<0,000) jak i wieku (P<0,000) na poziom testosteronu.

Tabela 3. Poziom testosteronu w surowicy krwi kogutów i kapłonów w poszczególnych tygodniach życia ptaków (ng/ml., średnie z podgrup ± odchylenie standardowe SD)

Cechy	Płeć	Wiek (tyg.)							P-*value*[*1]		
		4	8	12	16	20	24	28	P	W	PxW
Testosteron (ng/ml)	Koguty $\bar{x}$	0,15[a]	0,22[a]	*0,42[a]	*1,56[b]	*1,86[c]	*1,51[b]	*1,04[b]	0,000	0,000	0,369
	SD	0,02	0,06	0,07	0,13	0,49	0,41	0,45			
	Kapłony	-	-	0,12[a]	0,11[a]	0,29[a]	0,34[a]	0,12[a]			
	$\bar{x}$ SD			0,04	0,01	0,18	0,15	0,01			

[*1]analiza 2- czynnikowa obejmowała okres od 12. do 28. tygodnia życia ptaków

*górny indeks po lewej stronie (płeć): średnia różni się istotnie, P<0,05
[a-c] górny indeks po prawej stronie (wiek): średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie, P<0,05

Wraz z wiekiem, poziom testosteronu u kogutów wzrastał (P<0,05), przy czym od 20. tygodniu cecha charakteryzowała się dosyć wysoką zmiennością, na co wskazuje wartość odchylenia standardowego. U kapłonów, poziom testosteronu był istotnie mniejszy w porównaniu z kogutami we wszystkich grupach wiekowych, co potwierdza skuteczność przeprowadzonego zabiegu.

7.2. Wyniki oceny histopatologicznej mięśni szkieletowych

Wyniki histopatologii mięśni szkieletowych zostały przedstawione w tabeli numer 4. W grupie badawczej kapłonów oraz grupie kontrolnej kogutów w różnych okresach odchowu stwierdzono obecność takich zmian jak ogniskowa defragmentacja włókien, kumulacja tkanki tłuszczowej z zanikiem włókien mięśniowych, zanik poprzecznego prążkowania, rozrost mięśniówki gładkiej w naczyniach tętniczych, nacieki komórek limfoidalnych pomiędzy włóknami, zwyrodnienie mięśni gładkich w tętnicach, dysplazję włóknisto-mięśniową, ogniskową martwicę włókien z naciekiem komórek limfoidalnych, proliferację tkanki łącznej wokół naczyń oraz szkliwienie włókien mięśniowych.

Zmiany te mają różny wpływ na strukturę i jakość mięsa tuszki. Najczęściej diagnozowanymi zmianami histologicznymi zarówno u kogutów jak i kapłonów były ogniskowa defragmentacja włókien i zanik poprzecznego prążkowania. Ogniskowa martwica włókien oraz nacieki komórek zapalnych mają negatywny wpływ na jakość i walory sensoryczne mięsa. Pozostałe wykazane zmiany histologiczne miały nieznaczny wpływ na jakość mięsa i odnotowywane były w pojedynczych przypadkach.

Ogniskowa defragmentacja włókien zdecydowanie częściej pojawiała się w mięśniu piersiowym zarówno u kogutów jak i kapłonów (Ryc. 5.) Kumulację tkanki tłuszczowej stwierdzano prawie wyłącznie w mięśniach udowych (Ryc. 6 i 7.) Ponadto u kapłonów kumulacja tkanki tłuszczowej z zanikiem włókien mięśniowych wykazywała istotne różnice statystyczne w porównaniu z kogutami ($P \leq 0,05$). Zanik poprzecznego prążkowania diagnozowano prawie wyłącznie w mięśniach udowych, w podobną intensywnością u kogutów i kapłonów (odnotowano 17 i 19 przypadków, odpowiednio).

Rozrost mięśniówki gładkiej w tętnicach obserwowano rzadko u obu grup częściej w mięśniu udowym niż piersiowym. Nacieki komórek limfoidalnych

zdecydowanie wyraźniej występowały w mięśniu piersiowym – u 9 kapłonów (Ryc. 8.) i 3 kogutów. W mięśniu udowym odnotowany tylko u 2 kapłonów i 1 koguta. Zwyrodnienie mięśniówki gładkiej w naczyniach tętniczych stwierdzano tylko u pojedynczych kogutów w mięśniu piersiowym i udowym. Natomiast dysplazję włóknisto- mięśniową stwierdzano częściej w grupie kogutów u 1 osobnika w mięśniu piersiowym i u 4 sztuk w mięśniu udowym. U kapłonów wykazano po 1 przypadku w mięśniu piersiowym i udowych.

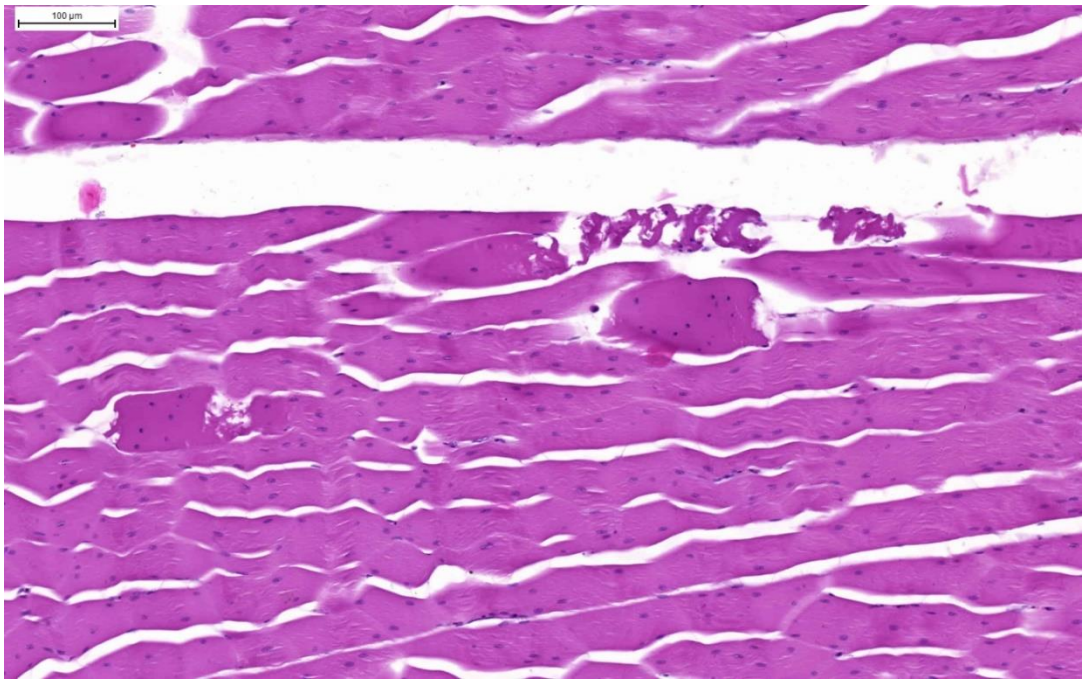
Ogniskową martwicę z naciekiem komórek zapalnych uwidoczniono w pojedynczych przypadkach w obu grupach. W mięśniu piersiowym u 1 koguta i 2 kapłonów. W mięśniu udowym u 2 kogutów i 3 kapłonów. Proliferacja tkanki łącznej wokół naczyń nie była odnotowywana często, z 1 przypadkiem w mięśniu piersiowym u 1 koguta, natomiast w mięśniu udowym u 2 kogutów i 3 kapłonów. Szkliwienie włókien mięśniowych była notowane z podobną intensywnością w mięśniu piersiowym (u 2 kogutów i 4 kapłonów) oraz w mięśniu udowym (po 6 przypadków u kogutów i kapłonów).

Analiza poszczególnych okresów odchowu nie wykazała wpływu na ilość diagnozowanych zmian histopatologicznych w mięśniach. Analiza statystyczna zmian histopatologicznych wykazała istotne różnice w gromadzeniu się tkanki tłuszczowej z zanikiem mięśni w mięśniu udowym pomiędzy grupą kogutów i kapłonów ($P \leq 0,05$). Więcej zmian morfologicznych stwierdzono w grupie kapłonów (36 w mięśniu piersiowym oraz 68 w mięśniach udowych) w porównaniu z kogutami (23 w mięśniu piersiowym oraz 52 w mięśniach udowych).

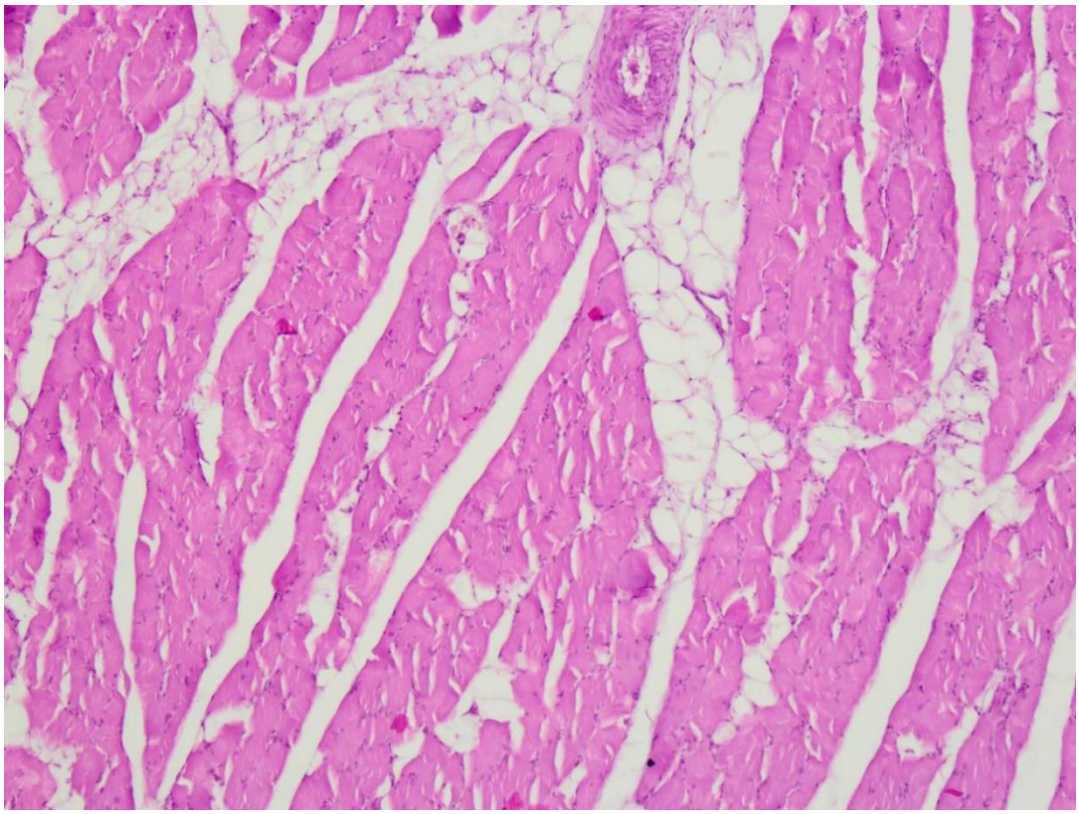
Tabela 4. Zmiany histopatologiczne w mięśniach piersiowym i udowym w poszczególnych tygodniach odchowu. (P – mięsień piersiowy; U – mięśnie udowe). * istotne statystycznie od $p \leq 0.05$ (chi-squared test)

Zmiany morfologiczne (n = 6)	12 tydzień				16 tydzień				20 tydzień				24 tydzień				28 tydzień				**Liczba zmian**	
	Koguty		Kapłony		Koguty		Kapłony		Koguty		Kapłony		Koguty		Kapłony		Koguty		Kapłony		w mięśniu piersiowym	w mięśniu udowym
	P	U	P	U	P	U	P	U	P	U	P	U	P	U	P	U	P	U	P	U	Koguty/Kapłony	Koguty/Kapłony
Ogniskowa defragmentacja włókien	2	3	2	2	2	4	3	2	4	1	3	1	3	0	6	0	4	0	3	1	13/17	8/6
Kumulacja tkanki tłuszczowej z zanikiem włókien mięśniowych	0	0	0	1	0	1	0	5	0	1	0	6	0	2	1	6	0	3	1	6	0/2	7/24*
Zanik poprzecznego prążkowania	0	1	1	2	0	3	0	4	0	6	0	6	0	5	0	5	0	2	0	2	0/1	17/19
Rozrost mięśni gładkich w tętnicach	0	1	0	1	0	0	0	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1/0	4/4
Naciek komórek limfoidalnych pomiędzy włóknami	1	1	2	1	1	0	1	1	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	2	0	3/9	1/2
Zwyrodnienie mięśni gładkich w tętnicach	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1/0	1/0
Dysplazja włóknisto-mięśniowa	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1/1	4/1
Ogniskowa martwica włókien z naciekiem komórek limfoidalnych	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1/2	2/3
Proliferacja tkanki łącznej wokół naczyń	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1/0	2/3
Szkliwienie włókien mięśniowych	0	2	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	2	0	1	1	1	2	2	2/4	6/6

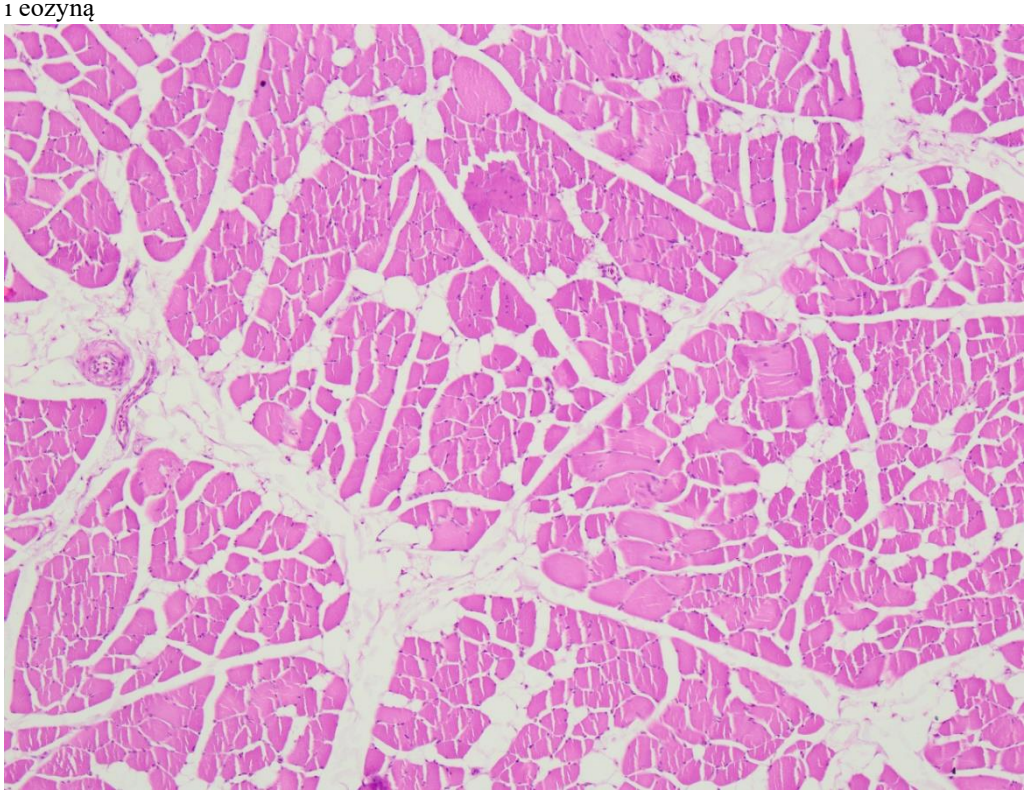
Ryc. 5. Mięsień piersiowy. Kapłon - 24 tyg. Ogniskowa defragmentacja włókien. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



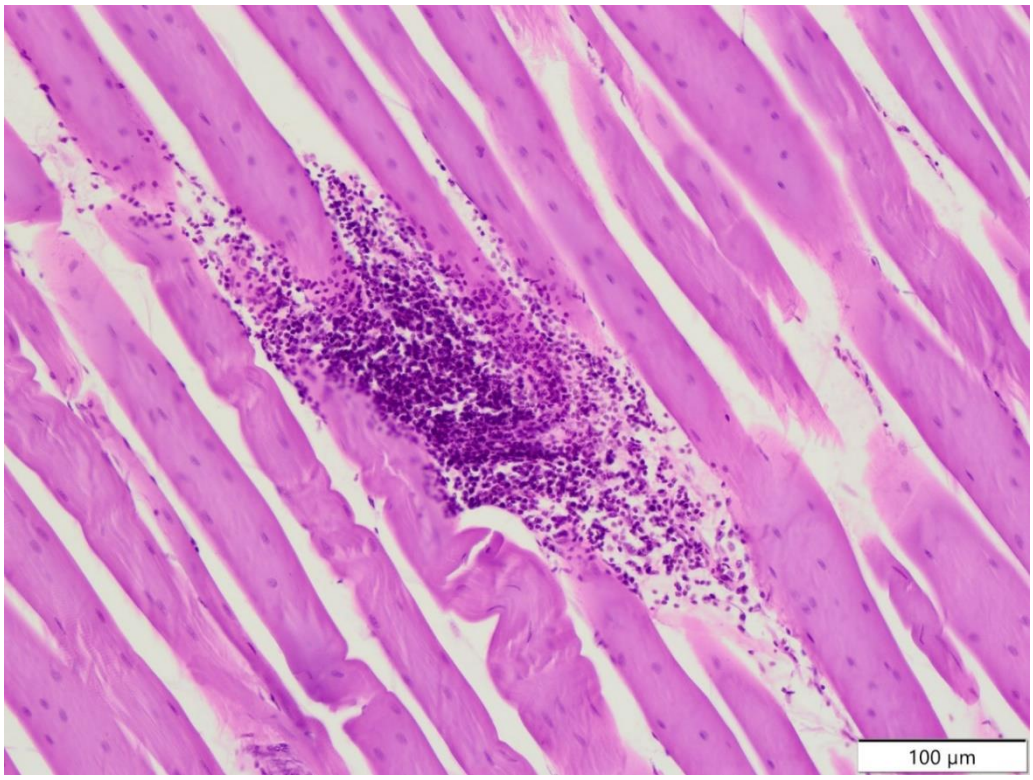
Ryc. 6. Mięsień udowy. Kapłon - 24 tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 7. Mięsień udowy. Kapłon - 28 tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych, w omięsnej pomiędzy pęczkami oraz w śródmięsnej miedzy włóknami. Barwienie hematoksyliną i eozyną



Ryc. 8 Mięsień piersiowy. Kapłon - 28 tyg. Naciek komórek limfoidalnych pomiędzy włóknami. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



7.3. Kumulacja tkanki tłuszczowej w mięśniach piersiowym i udowym

W tabeli numer 5 zostały zestawione wyniki odkładania się tkanki tłuszczowej u kogutów i kapłonów w poszczególnych tygodniach odchowu. Analizie poddano konkretne lokalizacje w mięśniach: wokół naczyń krwionośnych, w omięsnej pomiędzy pęczkami mięśnia, w śródmięsnej pomiędzy poszczególnymi włóknami mięśniowymi, a także w sarkoplazmie włókien mięśniowych.

W mięśniu piersiowym u kogutów i kapłonów w początkowych tygodniach odchowu między 12. a 16. tygodniem odchowu wyniki odkładania tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych były zbliżone, od niskiej do umiarkowanej intensywności (Ryc. 9.) W późniejszych tygodniach od 20. do 24. tygodnia znacznie wyższe wyniki ujawniono w mięśniu piersiowym kapłonów, osiągając intensywność od umiarkowanej do wysokiej. W 28. tygodniu różnice były już wyraźnie widoczne, gdzie u kogutów wokół naczyń krwionośnych wykazano 3 ptaki z niską i 3 z umiarkowaną intensywnością, natomiast u kapłonów wykazano 2 ptaki z umiarkowana i 4 ptaki z wysoką koncentracją tłuszczów.

Poziom nagromadzenia tkanki tłuszczowej w mięśniu piersiowym w omięsnej wykazano na niskim poziomie tylko w 2 przypadkach kapłonów w 20. i 28. tygodniu. W grupie kogutów w tej lokalizacji wykazano obecność tkanki tłuszczowej na poziomie umiarkowanym u jednego osobnika w 20. tygodniu i na poziomie niskim u jednego osobnika w 28. tygodniu.

Analiza kumulacji lipidów w mięśniu piersiowym w śródmięsnej wykazała, że w grupie kapłonów wszystkie odnotowane przypadki plasują się na niskim poziomie i stwierdzono je u jednej sztuki w 20. tygodniu, 2 sztuk w 16. i 24. tygodniu, 3 ptaków

w 12. tygodniu oraz 5 ptaków w 28. tygodniu. W grupie kogutów stwierdzono tylko jeden przypadek z niską intensywnością w ostatnim okresie odchowu.

Obecność kropelek lipidowych sarkoplazmie włókien mięśniowych w mięśniu piersiowym stwierdzono tylko u jednego kapłona w 16 tygodniu odchowu o niskiej intensywności.

W mięśniach udowych kapłonów i kogutów wyniki kumulacji tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych przedstawiały się bardzo podobnie, od umiarkowanej do wysokiej przez cały czas trwania odchowu (Ryc. 10 i 11.). Zauważyć można wyższą koncentrację tłuszczu u kapłonów od 20. tygodnia - wszystkie kapłony od 20. tygodnia wykazywały wysoką koncentracje tkanki tłuszczowej w tej lokalizacji.

W omięsnej pomiędzy pęczkami w mięśniach udowych wyższą koncentrację tłuszczów obserwuje się od 16. tygodnia, gdzie u wszystkich ptaków stwierdza się tkankę tłuszczową z zróżnicowaną intensywnością (od niskiej do wysokiej)(Ryc. 12.). W 20. i 24. tygodniu wyniki wyglądają jeszcze bardziej korzystnie u kapłonów, gdzie koncentracja aż u 5 ptaków jest wysoka (Ryc. 13.) a u jednego umiarkowana (Ryc. 12.), przy niższych kumulacjach u kogutów. W 28. tygodniu zarówno u kapłonów jak i kogutów koncentracje tkanki tłuszczowej są na niższym poziomie niż w 20. i 24. tygodniu.

W śródmięsnej w mięśniach udowych podobnie jak w omięsnej, kumulacja tkanki tłuszczowej u kapłonów była bardziej intensywna. Od 12. tygodnia u wszystkich badanych kapłonów stwierdzono kumulację tkanki tłuszczowej na poziomie niskim i umiarkowanym, natomiast od 16. tygodnia na poziomie umiarkowanym i wysokim (Ryc.13 i 14). U kogutów natomiast mniej liczne osobniki wykazywały niską (w 12. i 16. tygodniu) oraz niską i umiarkowaną kumulację tłuszczu (20. – 28. tydzień).

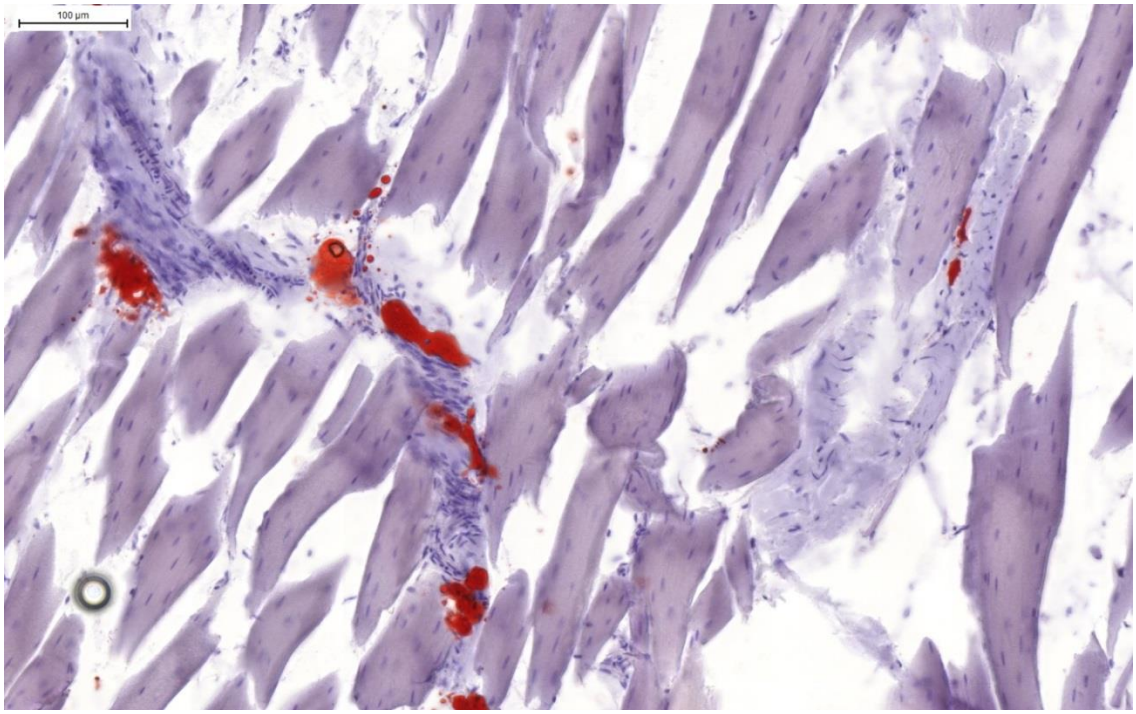
Obecność kropel lipidowych w sarkoplazmie włókien mięśniowych w mięśniach udowych była odnotowywana na niskim poziomie. Więcej takich wyników uzyskano w grupie kapłonów szczególnie w początkowych 12. i 16. tygodniu odchowu (Ryc. 15 i 16.). W grupie kogutów stwierdzano pojedyncze przypadki – w 12. i 28. tygodniu, oraz dwa w 16. tygodniu.

Tabela 5. Kumulacja tkanki tłuszczowej w mięśniach piersiowym i udowym u kogutów i kapłonów w różnych okresach odchowu.

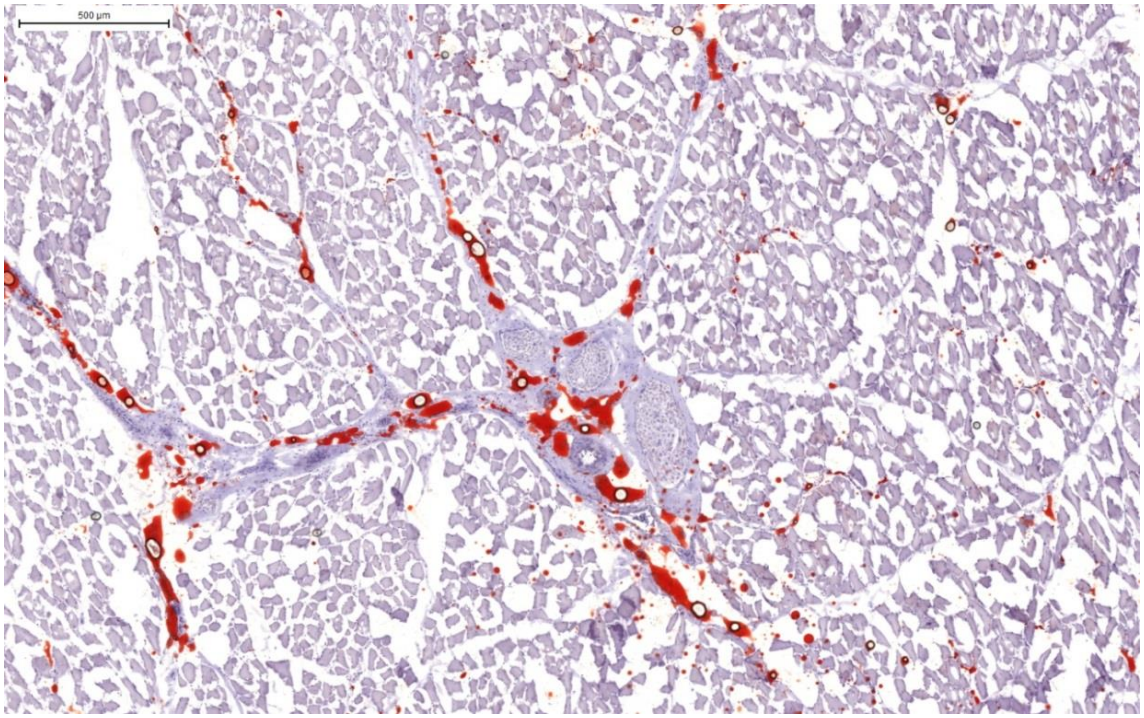
n=6	12 tydzień				16 tydzień				20 tydzień				24 tydzień				28 tydzień			
	Koguty		Kapłony		Koguty		Kapłony		Koguty		Kapłony		Koguty		Kapłony		Koguty		Kapłony	
	MP	MU	MP	MU	MP	MU	MP	MU	MP	MU	MP	MU	MP	MU	MP	MU	MP	MU	MP	MU
Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń	+ + + + +	++ ++ +++ +++ ++ ++	+ ++ + ++ + +	+++ ++ ++ +++ ++ +++	+ + ++ + ++ +	+++ +++ ++ ++ +++ ++	+ ++ + ++ ++ +	+++ +++ +++ +++ ++ ++	+ ++ + + + +	++ ++ +++ +++ +++ ++	++ + ++ ++ ++ +	+++ +++ +++ +++ +++ +++	+ ++ + + + ++	+++ +++ ++ +++ +++ +++	++ +++ ++ ++ ++ +++	+++ +++ +++ +++ +++ +++	+ ++ + ++ + +	+++ +++ +++ ++ +++ +++	+++ ++ +++ +++ +++ ++	+++ +++ +++ +++ +++ +++
Kumulacja tkanki tłuszczowej w omięsnej pomiędzy pęczkami		+ + ++ ++ ++		++ + ++ + +++		+++ + + ++ ++		+ ++ +++ ++ +++ ++	++	++ ++ ++ +++ +	+	+++ +++ +++ +++ +++ ++		++ +++ ++ ++ ++ +++		+++ +++ +++ ++ +++ +++	+	++ ++ ++ ++ ++	+	+++ + + ++ +++ +++
Kumulacja tkanki tłuszczowej w śródmięsnej pomiędzy włóknami		+ + + ++	+ + +	+ + + ++ + ++		+ + +	+ +	+ ++ +++ ++ ++ +		+ ++ ++ ++ ++ +	+	++ +++ ++ +++ + ++		+ ++ ++ + +++	+ +	++ +++ +++ ++ + +++	+	+ + ++ + ++	+ + + + +	++ + + ++ +++ +++
Kumulacja kropelek lipidowych w sarkoplazmie włókien mięśniowych		+		+ + + + +		+ +	+	+ +				+						+		

Opis: + niska; ++ umiarkowana; +++ wysoka koncentracja tłuszczy; MP- mięsień piersiowy, MU – mięsień udowy.

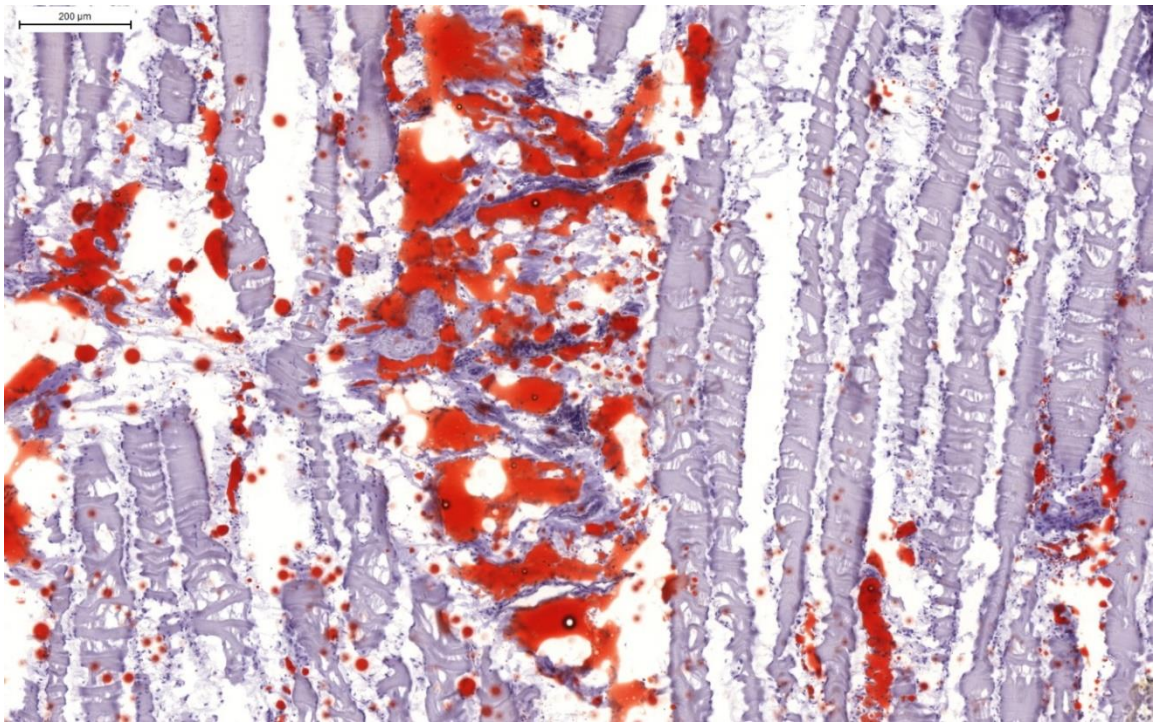
Ryc. 9. Mięsień piersiowy. Kogut - 12. tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych – intensywność niska (+). Barwienie czerwienią oleistą.



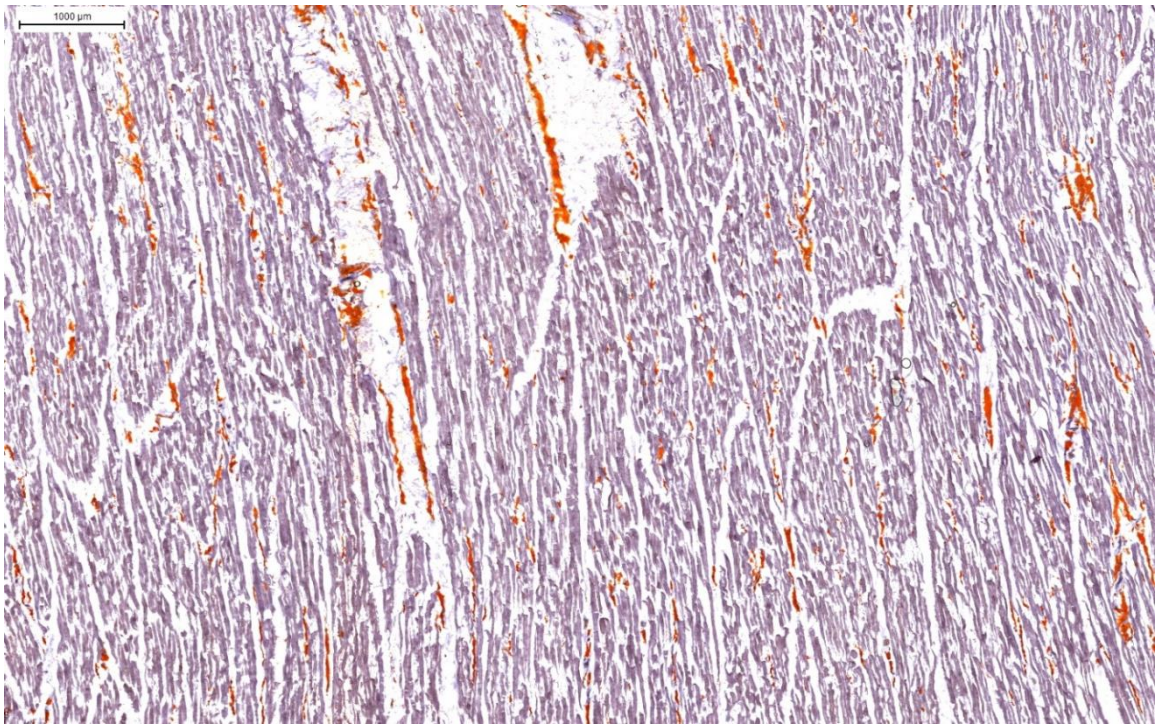
Ryc. 10. Mięsień udowy. Kapłon – 12. tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych – intensywność umiarkowana (++). Kumulacja tkanki tłuszczowej w omięsnej pomiędzy pęczkami – intensywność niska (+). Barwienie czerwienią oleistą.



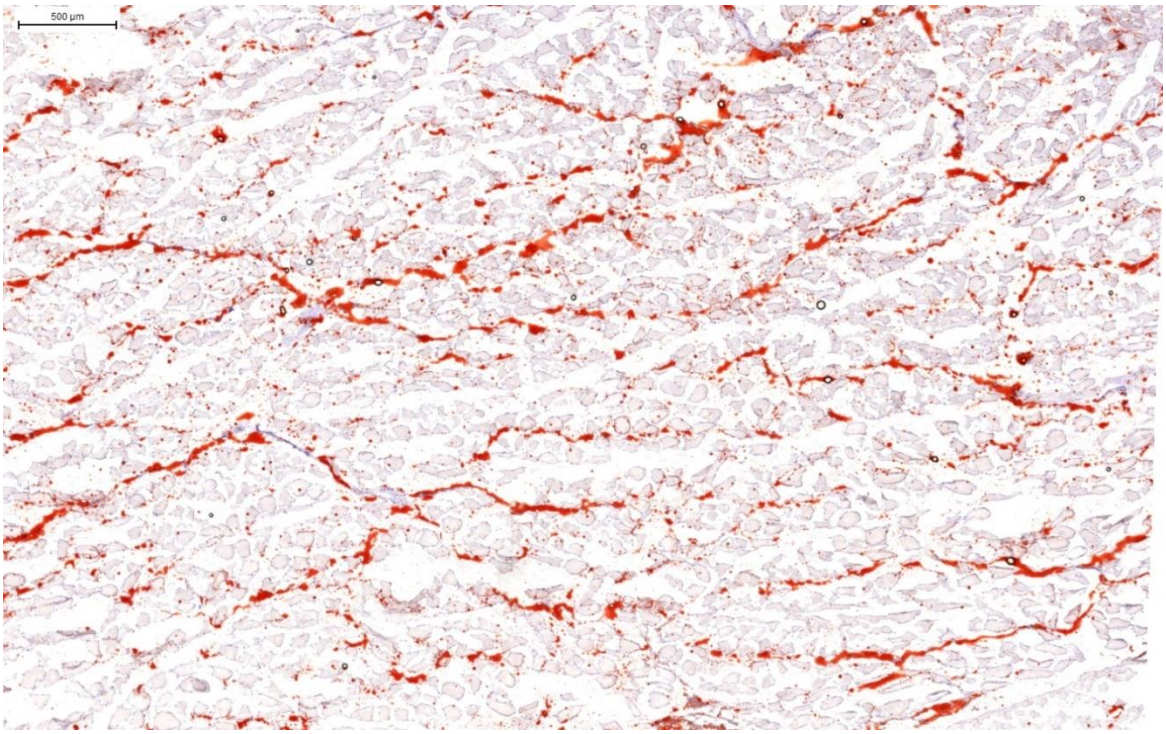
Ryc. 11. Mięsień udowy. Kapłon – 16. tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych – intensywność wysoka (+++). Barwienie czerwienią oleistą.



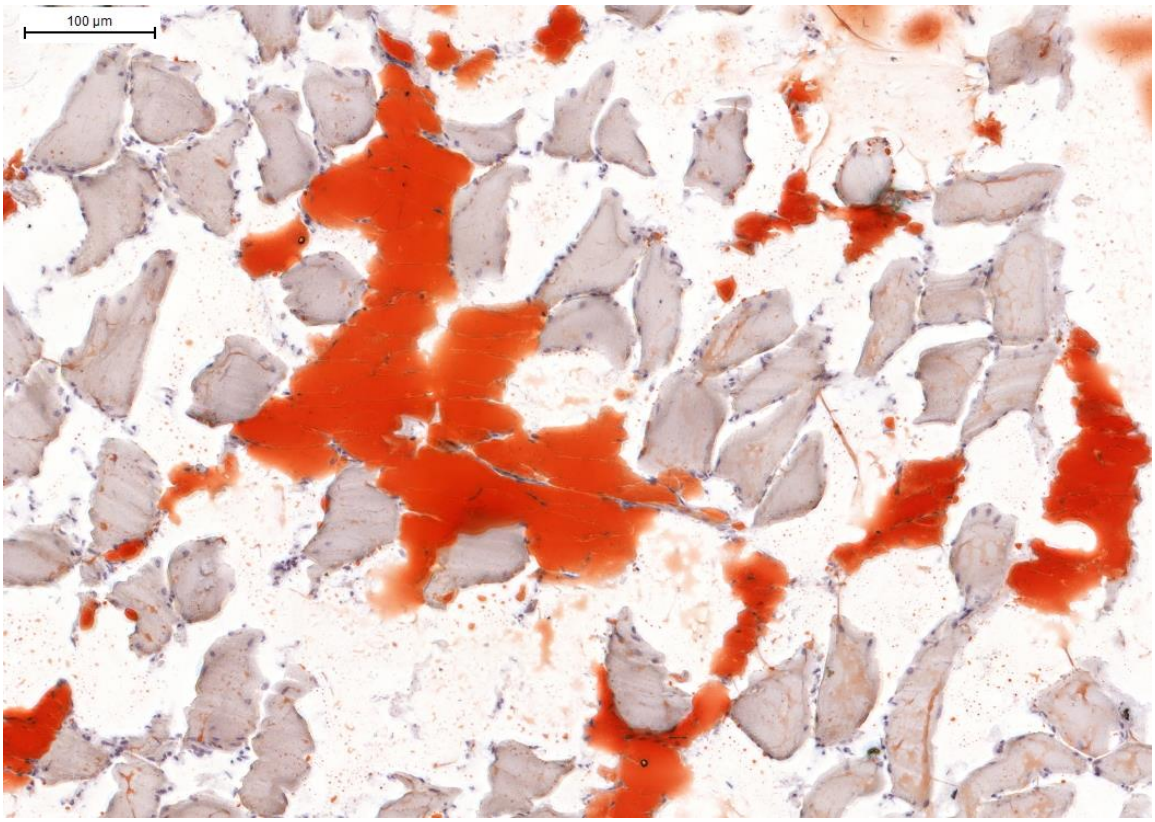
Ryc. 12. Mięsień udowy. Kogut - 20 tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych – intensywność umiarkowana (++). Kumulacja tkanki tłuszczowej w omięsnej pomiędzy pęczkami – intensywność umiarkowana (++).Barwienie czerwienią oleistą.



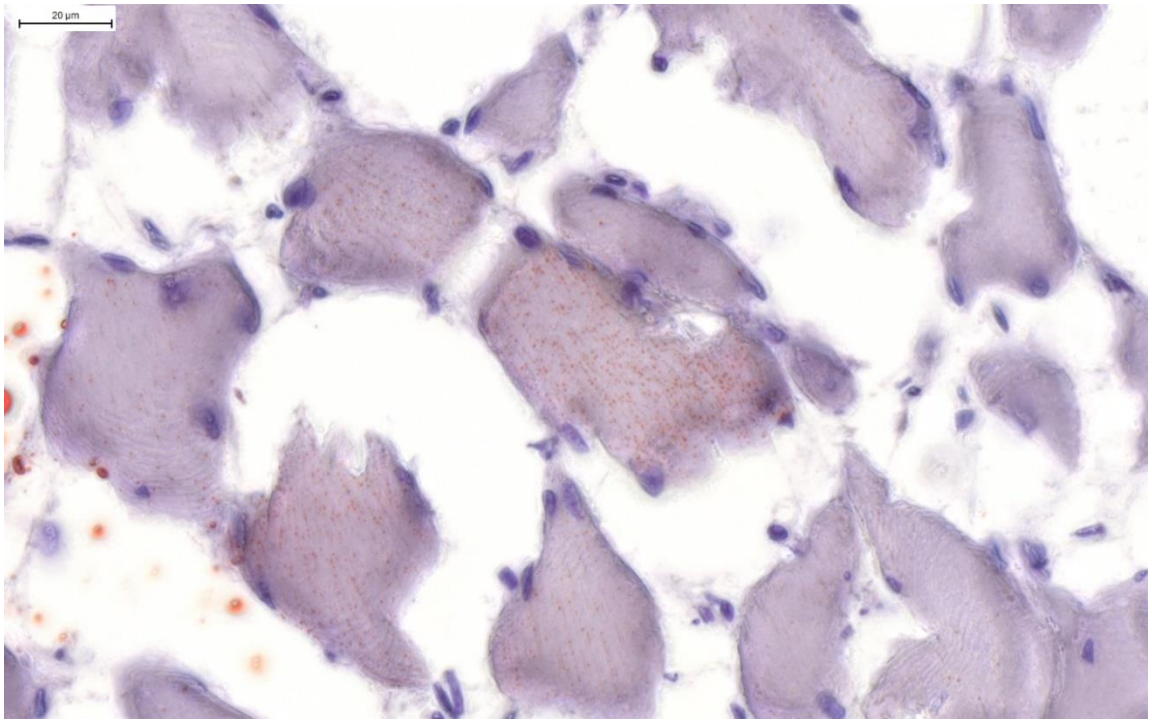
Ryc. 13. Mięsień udowy. Kapłon - 24 tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej w omięsnej pomiędzy pęczkami – intensywność wysoka (+++). Kumulacja tkanki tłuszczowej w śródmięsnej pomiędzy włóknami – intensywność umiarkowana (++). Barwienie czerwienią oleistą.



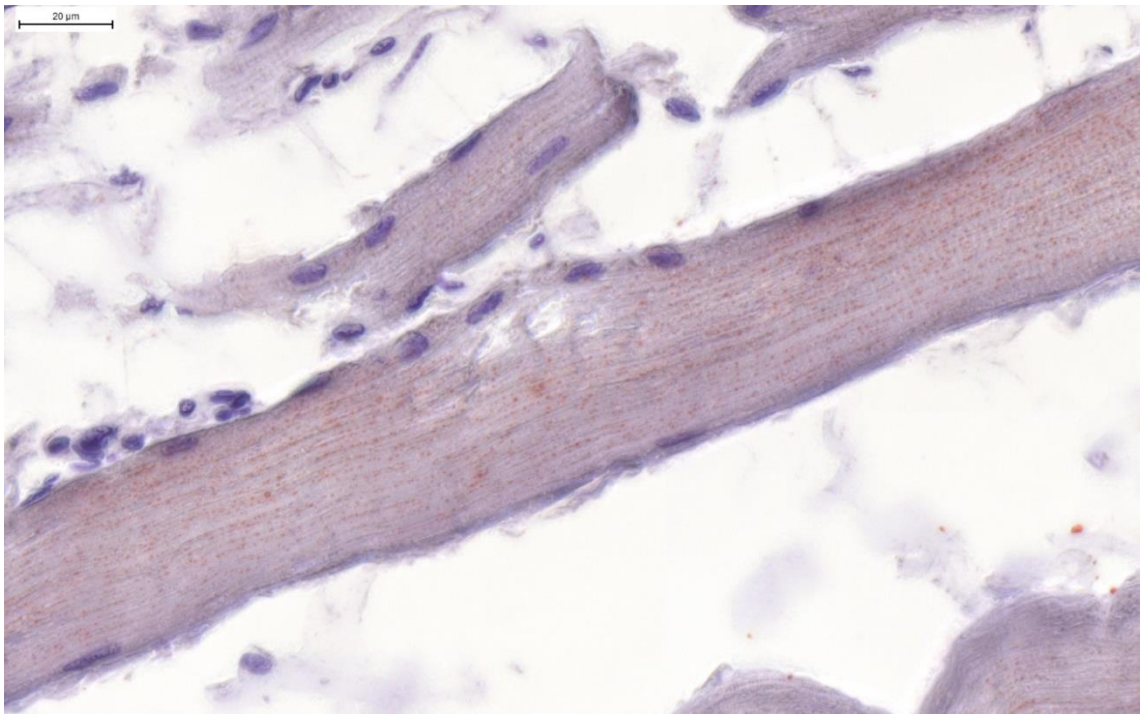
Ryc. 14. Mięsień udowy. Kapłon - 24 tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej w śródmięsnej pomiędzy włóknami – intensywność wysoka (+++). Barwienie czerwienią oleistą.



Ryc. 15. Mięsień udowy. Kapłon - 12 tyg. Kumulacja kropelek lipidowych w sarkoplazmie włókien mięśniowych – intensywność niska (+). Przekrój poprzeczy. Barwienie czerwienią oleistą.



Ryc. 16. Mięsień udowy. Kapłon - 20 tyg. Kumulacja kropelek lipidowych w sarkoplazmie włókien mięśniowych – intensywność niska (+). Przekrój podłużny. Barwienie czerwienią oleistą



7.4. Analiza morfometryczna średnicy włókien i włókien olbrzymich w mięśniu piersiowym

Średnica włókien mięśniowych jest kolejnym istotnym czynnikiem warunkującym jakość pozyskiwanego mięsa. W tabeli 6 przedstawiono wyniki badania morfometrycznego mięśni piersiowych kogutów i kapłonów z różnych grup wiekowych.

Uzyskane wyniki badań wskazują istotny wpływ wieku (P<0,000) jak i zabiegu (P<0,000) na średnicę włókien mięśniowych i włókien olbrzymich. Potwierdzono również wystąpienie interakcji wiek x płeć w średnicy włókien mięśniowych (P=0,030) oraz włókien olbrzymich (P=0,019).

W przypadku obu analizowanych cech, obserwowano wzrost średnicy wraz z wiekiem ptaków (P<0,05). Kapłony cechowały się mniejszą średnicą włókien w porównaniu z kogutami, przy czym statystycznie istotne różnice potwierdzono w grupie ptaków w wieku 12. i 16. tyg. (P<0,05). Podobna tendencja wystąpiła w przypadku średnicy włókien olbrzymich, a statystycznie istotne różnice potwierdzono w grupie ptaków w wieku 12. i 20. tyg. (P<0,05).

Przeanalizowano także wpływ kapłonowania na średnicę włókien olbrzymich i zaobserwowano istotne różnice statystyczne pomiędzy grupami wiekowymi zarówno u kogutów jak i kapłonów (P<0,000; Tabela 6). Dodatkowo wykazano wpływ kastracji na wielkość włókien olbrzymich pomiędzy grupami (P<0,000), a różnice istotne statystycznie stwierdzono w 12. i 20. tygodniu (interakcja, P<0,019) w wyższymi wartościami u kogutów.

Otrzymane wyniki jednoznacznie wskazują, że obniżenie poziomu testosteronu na skutek kastracji, wpływa na średnicę włókien mięśniowych.

Tabela 6. Średnica włókien oraz włókien olbrzymich w mięśniach piersiowych kogutów i kapłonów w różnym wieku (µm, średnie z podgrup ± odchylenie standardowe).

Tydzień odchowu	Średnica włókien (µm) u kapłonów	Średnica włókien (µm) u kogutów
12	^{A}30,32 ± 0,44	^{A}33,27* ± 0,50
16	^{B}35,40 ± 0,46	^{B}36,61*± 0,30
20	^{C}38,06 ± 0,48	^{C}38,41 ± 0,36
24	^{D}41,97 ± 0,42	^{D}42,18 ± 0,46
28	^{E}43,74 ± 0,53	^{E}44,28 ± 0,57
	P-value	
Wiek	0,000	
Płeć	0,000	
Interakcja WxP	0,030	
	Średnica włókien olbrzymich(µm) u kapłonów	Średnica włókien olbrzymich (µm) u kogutów
12	^{A}51,97 ± 0,86	^{A}58,26* ± 0,87
16	^{B}65,71 ± 0,92	^{B}66,16 ± 0,96
20	^{B}66,66 ± 1,37	^{C}70,73*± 0,97
24	^{C}74,32 ± 0,56	^{D}75,22 ± 1,17
28	^{C}75,44 ± 1,06	^{E}78,43 ± 1,09
	P-value	
Wiek	0,000	
Płeć	0,000	
Interakcja WxP	0,019	

*górny indeks po prawej stronie (wartości w wierszach): średnia różni się istotnie, P<0,05
$^{a-c}$ górny indeks po lewej stronie (wartości w kolumnach): średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie, P<0,05

7.5. Wyniki oceny histopatologicznej narządów wewnętrznych

W tabelach numer 7-10 przedstawiono wyniki oceny histopatologicznej narządów wewnętrznych kogutów i kapłonów w poszczególnych etapach odchowu.

7.5.1. Wyniki oceny histopatologicznej przewodu pokarmowego.

Tabela numer 7 przedstawia wyniki oceny mikroskopowej przewodu pokarmowego. W żołądku gruczołowym diagnozowano nacieki komórek limfoidalnych w blaszce właściwej z podobną intensywnością u kogutów i kapłonów przez cały okres trwania odchowu (nacieki komórek zapalnych obserwowano u 10 kogutów i 6 kapłonów). Zmiany te zdecydowanie częściej odnotowywano w końcowych tygodniach - w 20., 24. i 28. tygodniu odchowu. Najwięcej, 4 przypadki zmian naciekowych odnotowano u kogutów w ostatnim 28. tygodniu odchowu. Natomiast dysplazja włóknisto-mięśniowa (FMD) wystąpiła tylko u 1 kapłona w 24. tygodniu.

W żołądku mięśniowym, podobnie jak w żołądku gruczołowym, zaobserwowano nacieki komórek limfoidalnych. Zmiany te lokalizowane były wokół naczyń krwionośnych w warstwie mięśniowej i występowały w porównywalnej ilości – u 3 kogutów i 4 kapłonów, przede wszystkim w 20. i 24. tygodniu odchowu ptaków. Istotną zmianą zaobserwowaną w żołądku mięśniowym/mielcu była kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych w warstwie mięśniowej. Kumulację tkanki tłuszczowej dokonano w 3-punktowej skali (+ niska; ++ umiarkowana; +++ wysoka koncentracja tłuszczu). Od 16. tygodnia odchowu kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych była diagnozowana z większą intensywnością u kapłonów (3 ptaki z niską, 2 ptaki z umiarkowaną oraz 1 kapłon z wysoką intensywnością tłuszczu (Ryc. 17.) w porównaniu z kogutami (4 koguty z niską intensywnością). Podobnie w 20 tygodniu wyższą koncentrację tłuszczu wykazano u kapłonów. Od 24. tygodnia

u większości zbadanych kapłonów odnotowywana jest umiarkowana i wysoka koncentracja tłuszczu. U kogutów w tych samych tygodniach życia stopień odkładania tkanki tłuszczowej był na poziomie niskim lub umiarkowanym. Analiza statystyczna wykazała wpływ wieku na intensywność występowania kumulacji tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych (P=0,001). Kolejną wykazaną zmianą patologiczną było zwyrodnienie tłuszczowe mięśni gładkich warstwy mięśniowej żołądka. Zwyrodnienie tłuszczowe opisane zostało prawie wyłącznie u osobników kastrowanych (8 przypadków u kapłonów, 1 przypadek u kogutów). Odnotowano także, że ilość obserwowanych zmian zwiększała się w próbach w późniejszych tygodniach odchowu (Ryc. 18.). A w 28. tygodniu zaobserwowano istotne różnice statystyczne pomiędzy kogutami a kapłonami (P<0,05) . Ostatnią opisaną zmianą w mielcu był rozrost mięśni gładkich tętnic w warstwie mięśniowej, opisaną tylko w 28 tygodniu odchowu, u 3 ptaków niekastrowanych i 2 kastrowanych. Analiza statystyczna wykazała wpływ wieku na intensywność występowania rozrostu mięśni gładkich tętnic (P=0,001).

Analiza mikroskopowa dwunastnicy wykazała naciek komórek limfoidalnych w błonie śluzowej, który występował głównie u osobników niekastrowanych, szczególnie w 12. i 16. tygodniu. W 16. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne pomiędzy kogutami a kapłonami (P<0,05). W późniejszych etapach odchowu liczba przypadków malała. U kapłonów tendencja diagnozowania tej zmian była podobna, wyjątkiem jest 24. tydzień, w którym nacieki komórkowe pojawiły się w 4 badanych próbach.

Kolejną diagnozowaną zmianą była ogniskowa martwica komórek nabłonka krypt, która wystąpiła tylko u jednego kapłona w 12. tygodniu. Ostatnią opisywaną zmianą w dwunastnicy była dysplazja włóknisto-mięśniowa w tętnicy, którą stwierdzono tylko w jednym przypadku, u 20-tygodniowego koguta.

Analizując obraz histologiczny trzustki zaobserwowano nacieki komórek limfoidalnych wokół przewodów wyprowadzających sok trzustkowy. Zmiana ta został opisana tylko w pojedynczych przypadkach w obu grupach badawczych w różnych tygodniach. Dodatkowo w trzustce obserwowano proliferację komórek wysp trzustkowych – wyłącznie u kapłonów 20. i 24. tygodniu, natomiast w 28. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne pomiędzy kogutami a kapłonami ($P<0,05$), z większą liczbą przypadków u kogutów.

W dalszej kolejności badaniom mikroskopowym poddano jelito czcze, biodrowe, ślepe oraz prostnicę. W wyróżnionych częściach jelita analizowano występowanie przekrwienia błony śluzowej i nacieków komórkowych w błonie śluzowej. Dodatkowo w jelitach czczym, biodrowym i ślepym wzięto pod uwagę występowanie ogniskowej martwicy komórek nabłonka krypt. Wyniki uzyskane w jelicie czczym pokazują, że nacieki komórkowe występowały znacznie częściej w grupie kapłonów, w jelicie biodrowym wyniki w obu grupach były podobne. Pozostałe zmiany (przekrwienie błony śluzowej oraz martwica komórek nabłonka krypt) występowały tylko w pojedynczych przypadkach.

W jelicie ślepym przekrwienie błony śluzowej występowało w obu badanych grupach od 20 tygodnia, częściej u kapłonów, a w 20. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne pomiędzy kogutami a kapłonami ($P<0,05$), z większą liczbą przypadków u kapłonów. Nacieki komórek limfoidalnych w błonie śluzowej występowały w każdym badanym tygodniu, z porównywalną liczbą zmian w obu grupach badawczych. Ogniskowa martwica nabłonka krypt wystąpiła tylko u jednego koguta w 24. tygodniu. Dodatkowo w jelicie ślepym dokonano analizy kumulacji tkanki tłuszczowej w błonie podśluzowej, stosując 3-stopniową skalę (+ niska; ++ umiarkowana; +++ wysoka). W 12. i 16. tygodniu odchowu analiza wykazała zbliżone poziomy koncentracji tkanki

tłuszczowej. W 12. tygodniu były to poziomy niskie w obu grupach, w 16. tygodniu poziomy niskie i umiarkowane. Od 20. tygodnia odchowu zauważalna była liczba przypadków występowania i różnica w kumulacji tkanki tłuszczowej pomiędzy kogutami a kapłonami. Od 20. tygodnia u wszystkich kapłonów wykazywano niską, umiarkowaną i najczęściej wysoką kumulację tkanki tłuszczowej w tej lokalizacji (Ryc. 19.). Natomiast u kogutów kumulacja tkanki tłuszczowej była u mniejszej liczby ptaków i kształtowała się na poziomie niskimi, rzadko umiarkowanym. Skutkowało to w wynikach analizy statystycznej, która wykazała wpływ płci na intensywność występowania kumulacji tkanki tłuszczowej w błonie podśluzowej jelita ślepego (P=0,037).

W końcowym odcinku przewodu pokarmowego w prostnicy przekrwienie błony śluzowej występowało u pojedynczych sztuk. Natomiast nacieki komórek limfoidalnych w błonie śluzowej były liczne w obu badanych grupach. Zdecydowanie częściej występowały w grupie kogutów, tu odnotowano 19 przypadków, najwięcej w 20. tygodniu – 5 oraz 28. tygodniu – 6 przypadków. W grupie kapłonów nacieki limfoidalne diagnozowano 15 razy, najwięcej w 20. tygodniu – 4 oraz 28. tygodniu – 5 przypadków (Ryc. 20.). Analiza statystyczna wykazała wpływ wieku na częstość występowania nacieków komórek limfoidalnych w błonie śluzowej prostnicy (P=0,010).

Zmiany morfologiczne (n = 6)	Wiek (w tygodniach)										Wartość P	
	12		16		20		24		28		Wiek	Płeć
	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon		
Żołądek gruczołowy												
Naciek komórek limfoidalnych w blaszce właściwej	1	0	1	1	2	2	2	1	4	2	**0,177**	**0,243**
Wartość P	**0,296**		**1,000**		**1,000**		**0,505**		**0,248**			
Dysplazja włóknisto-mięśniowa w tętnicach	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**0,397**	**0,313**
Wartość P	**-**		**-**		**-**		**0,296**		**-**			
Żołądek mięśniowy												
Naciek komórek limfoidalnych wokół naczyń krwionośnych warstwy mięśniowej	0	0	0	1	0	1	2	2	1	0	**0,114**	**0,687**
Wartość P	**-**		**0,296**		**0,296**		**1,000**		**0,296**			
Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych w warstwie mięśniowej	+ ++	+ + +	+ + + +	+++ + + ++ ++	+ + + +	+++ ++ + ++ +	++ + + ++ ++ +	+++ + + +++ ++ +++ ++	++ ++ ++ ++ ++ ++	+++ ++ +++ +++ +++ +++	**0,001***	**0,095**
	Total 2	Total 3	Total 4	Total 6	Total 4	Total 6	Total 6	Total 6	Total 6	Total 6		
Wartość P	**0,582**		**0,121**		**0,121**		**1,000**		**1,000**			
Zwyrodnienie tłuszczowe mięśni gładkich warstwy mięśniowej	0	0	0	1	0	2	1	2	0	3	**0,349**	**0,071**
Wartość P	**-**		**0,296**		**0,121**		**0,505**		**0,045***			
Rozrost mięśni gładkich tętnic w warstwie mięśniowej	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	**0,000***	**0,640**

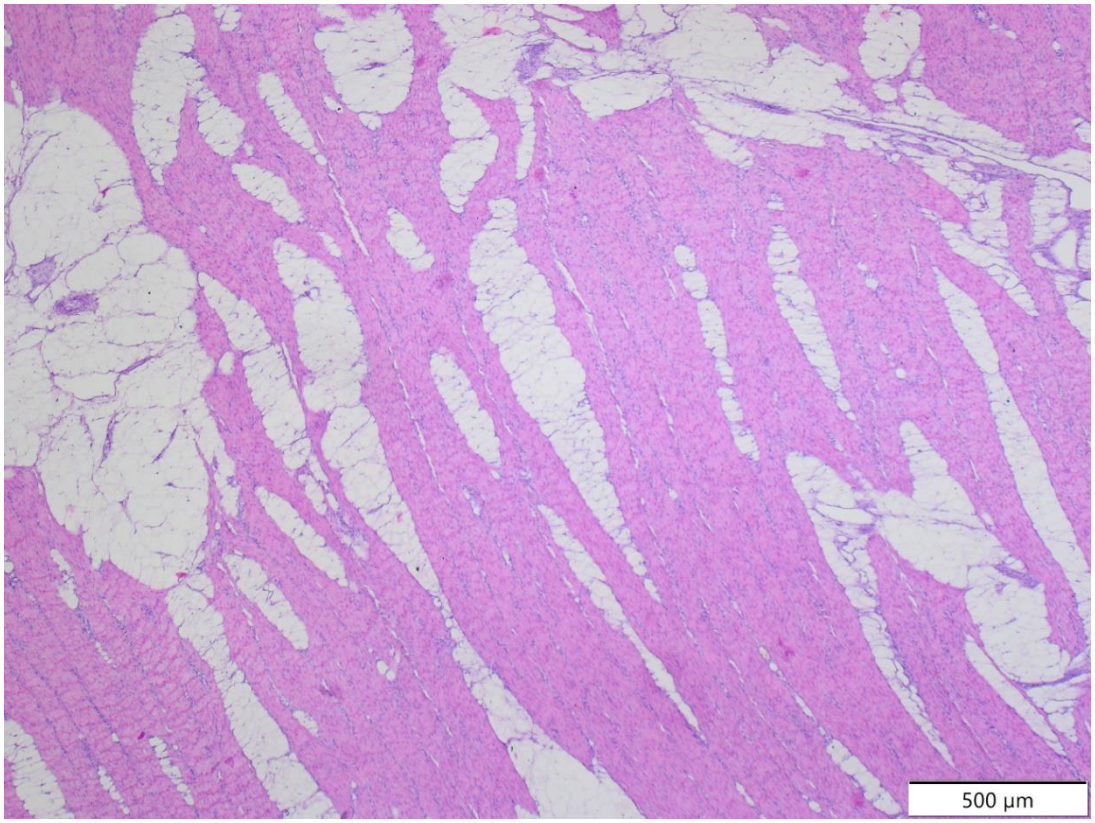
Wartość P	**-**		**-**		**-**		**-**		**0,558**				
Dwunastnica													
Naciek komórek limfoidalnych w błonie śluzowej	2	3	5	1	4	1	1	4	1	1	**0,518**	**0,592**
Wartość P	**0,558**		**0,021***		**0,505**		**0,079**		**1,000**				
Ogniskowa martwica komórek nabłonka krypt	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,397**	**0,313**
Wartość P	**0,296**		**-**		**-**		**-**		**-**				
Dysplazja włóknisto-mięśniowa w tętnicach	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**0,397**	**0,313**
Wartość P	**-**		**-**		**0,296**		**-**		**-**				
Trzustka													
Naciek komórek limfoidalnych wokół przewodów wyprowadzających	0	2	1	0	0	0	0	1	2	0	**0,628**	**1,000**
Wartość P	**0,121**		**0,296**		**-**		**0,296**		**0,505**				
Proliferacja komórek wysp trzustkowych	0	0	0	0	0	2	0	1	3	0	**0,178**	**0,085**
Wartość P	**-**		**-**		**0,121**		**0,296**		**0,045***				
Jelito czcze													
Naciek komórek limfoidalnych w błonie śluzowej	0	1	1	2	1	3	1	2	1	0	**0,441**	**0,197**
Wartość P	**0,296**		**0,505**		**0,221**		**0,505**		**0,296**				
Przekrwienie błony śluzowej	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**0,397**	**0,313**
Wartość P	**-**		**-**		**0,296**		**-**		**-**				
Ogniskowa martwica komórek nabłonka krypt	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,397**	**0,313**
Wartość P	**0,296**		**-**		**-**		**-**		**-**				
Jelito biodrowe													

Naciek komórek limfoidalnych w błonie śluzowej		1	0	0	1	2	2	2	1	0	0	**0,133**	**0,717**
	Wartość P	**0,296**		**0,296**		**1,000**		**0,505**		**-**			
						Jelito ślepe							
Przekrwienie błony śluzowej		0	0	0	0	0	3	0	1	2	1	**0,114**	**0,228**
	Wartość P	**-**		**-**		**0,045***		**0,296**		**0,221**			
Naciek komórek limfoidalnych w błonie śluzowej		1	1	0	1	1	1	1	3	3	3	**0,130**	**0,371**
	Wartość P	**1,000**		**0,296**		**1,000**		**0,221**		**1,000**			
Ogniskowa martwica komórek nabłonka krypt		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	**0,397**	**0,313**
	Wartość P	**-**		**-**		**-**		**0,296**		**-**			
Kumulacja tkanki tłuszczowej w błonie podśluzowej		+ + + +	+ + + +	++ + ++ + +	+ ++ ++ + ++ ++	++ + + + +	+++ ++ + ++ +++ ++	+ + + +	+++ + +++ +++ ++ +++	+ + ++ ++	+++ ++ +++ +++ +++ +++	**0,463**	**0,037***
		Total 4	Total 4	Total 5	Total 6	Total 5	Total 6	Total 4	Total 6	Total 4	Total 6		
	Wartość P	**1,000**		**0,296**		**0,296**		**0,121**		**0,121**			
						Prostnica							
Przekrwienie błony śluzowej		0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	**0,230**	**0,554**
	Wartość P	**-**		**-**		**-**		**0,296**		**1,000**			
Naciek komórek limfoidalnych w błonie śluzowej		2	2	3	1	5	4	3	3	6	5	**0,010***	**0,297**
	Wartość P	**1,000**		**0,221**		**0,505**		**1,000**		**0,296**			

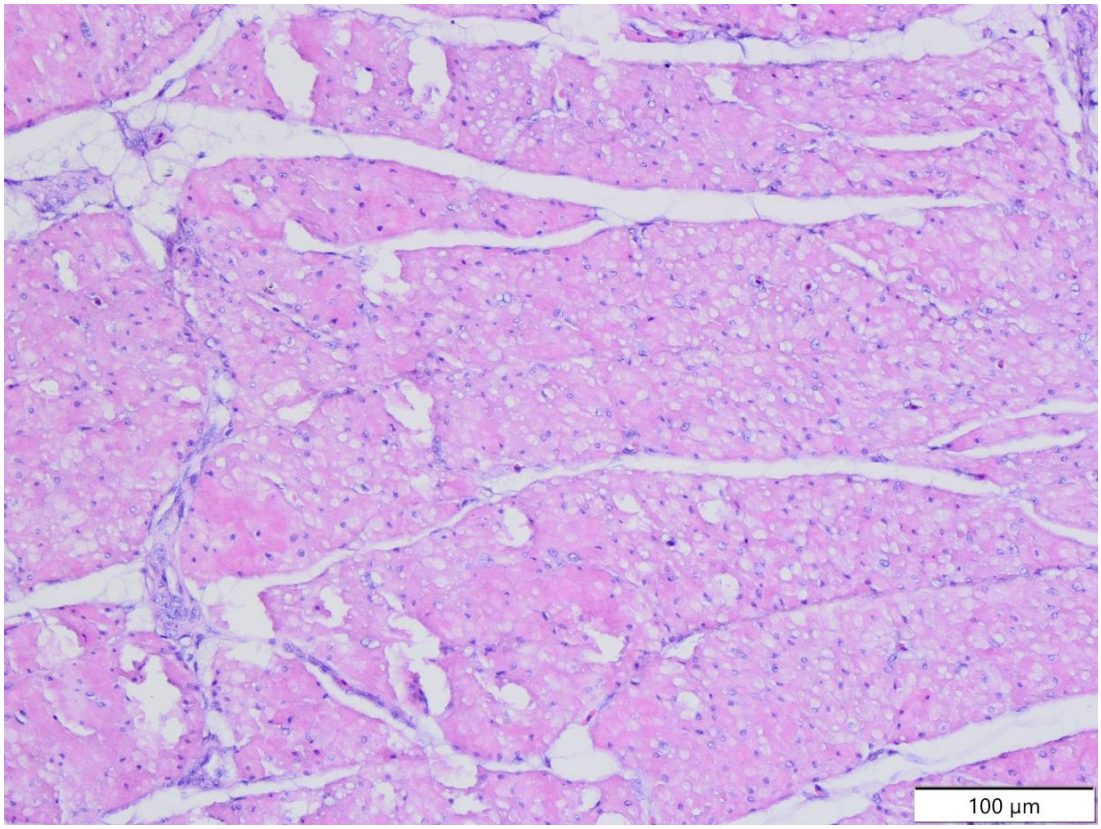
Skala kumulacji tkanki tłuszczowej : + niska, ++ umiarkowana, +++ wysoka;

Tabela 7. Zmiany histopatologiczne w przewodzie pokarmowym i trzustce kogutów i kapłanów w poszczególnych tygodniach odchowu.

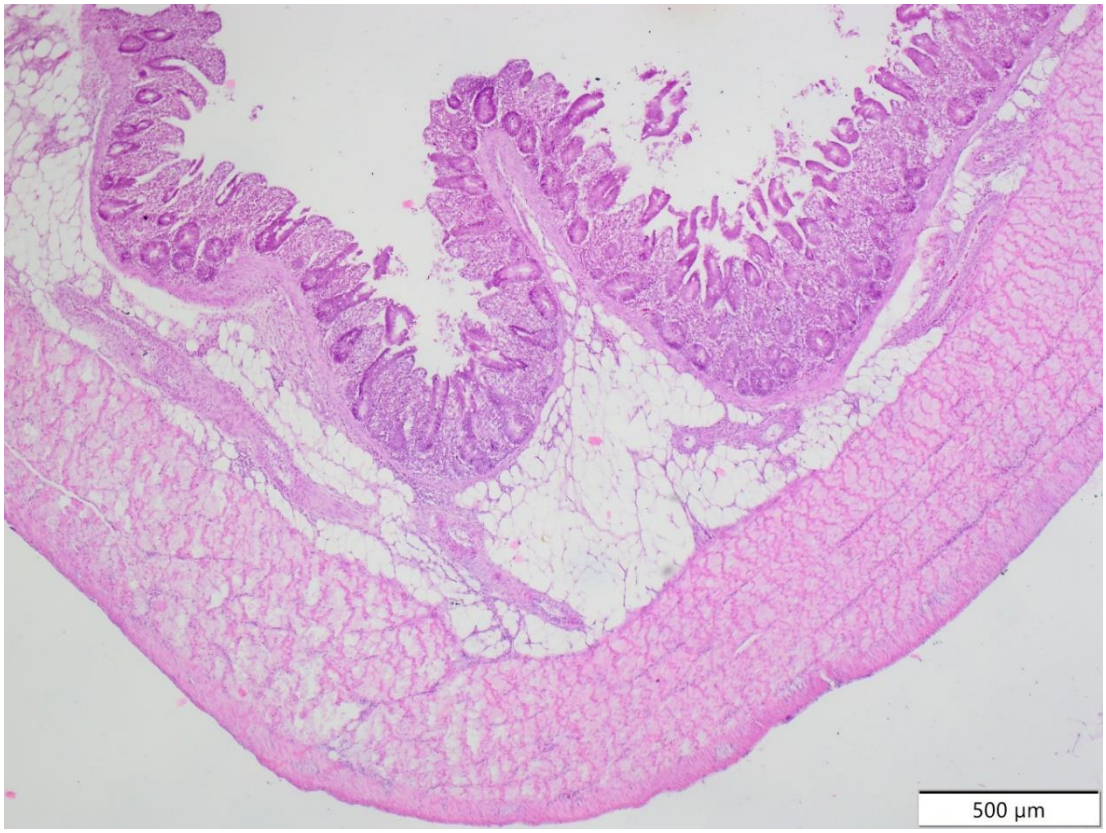
Ryc. 17. Żołądek mięśniowy. Kapłon – 20. tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej w warstwie mięśniowej. Intensywność kumulacji – wysoka (+++). Barwienie hematoksyliną i eozyną.



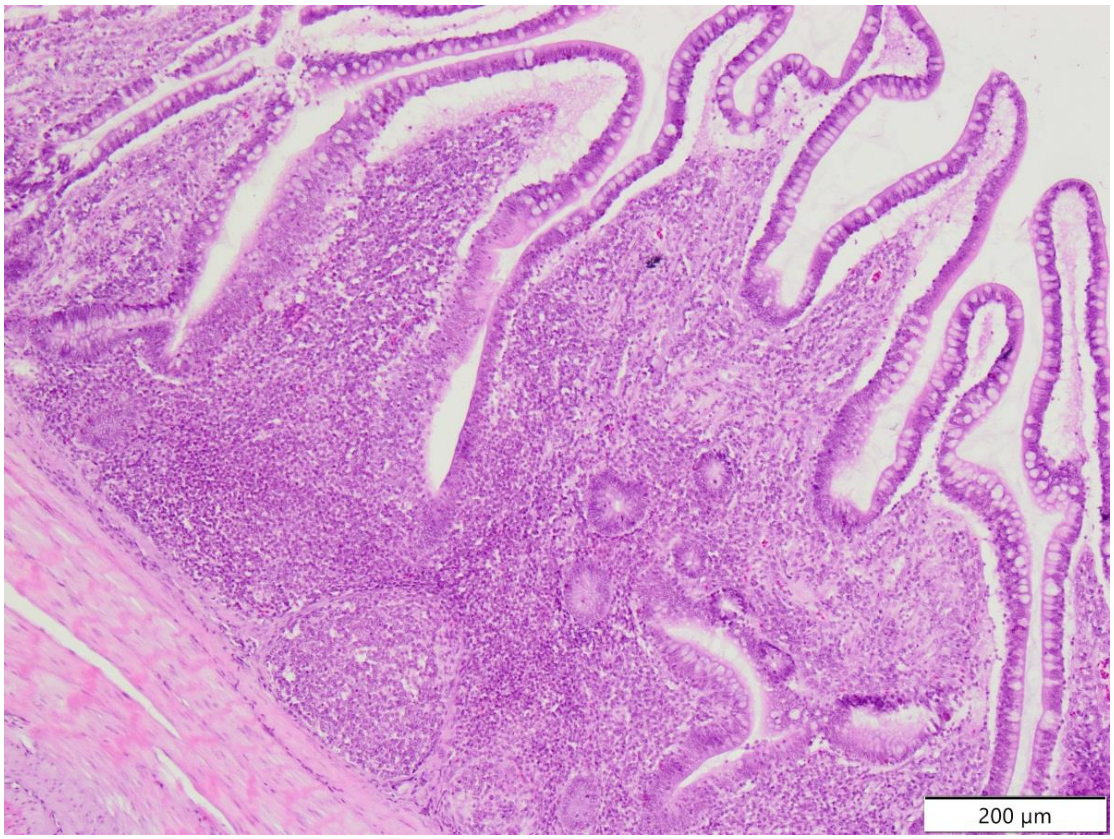
Ryc. 18. Żołądek mięśniowy. Kapłon – 28. tyg. Zwyrodnienie tłuszczowe mięśni gładkich warstwy mięśniowej. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 19. Jelito ślepe. Kapłon – 24. tyg. Kumulacja tkanki tłuszczowej w błonie podśluzowej. Intensywność kumulacji wysoka (+++). Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 20. Prostnica. Kogut - 28 tyg. Naciek komórek limfoidalnych w błonie śluzowej. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



7.5.2. Wyniki oceny histopatologicznej płuc i mięśnia sercowego.

Tabela numer 8 przedstawia wyniki oceny histopatologicznej płuc i mięśnia sercowego.

W obrębie płuc zarówno u kapłonów jak i kogutów diagnozowano nacieki komórek limfoidalnych w paraoskrzelach oraz tkance płucnej, które przeważały w badawczej grupie kapłonów. Sumaryczne wyniki u kapłonów (18 przypadków) przewyższają liczbę diagnozowanej zmiany u kogutów (10 przypadków), gdzie w 20. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne ($P<0,05$). Ponadto analiza statystyczna wykazała wpływ płci na częstość występowania nacieków komórek limfoidalnych w paraoskrzelach i tkance płucnej ($P=0,038$) (Ryc. 21 i 22.). Odwrotną zależność ustalono dla występowania proliferacji tkanki łącznej wokół naczyń krwionośnych w miąższu płuc. W grupie kogutów odnotowano tę zmianę u 18 ptaków, natomiast w grupie kapłonów tylko u 2 ptaków, a w 16., 24. i 28. tygodniu wykazano istotnie różnice statystyczne pomiędzy kogutami a kapłonami ($P<0,05$) z wyższymi wartościami u kogutów (Ryc. 21.). Ponadto analiza statystyczna wykazała wpływ płci na częstość występowania proliferacji tkanki łącznej wokół naczyń krwionośnych ($P=0,000$). Zwyrodnienie mięśni gładkich w tętnicach diagnozowano sporadycznie tylko u 2 kogutów w 20. i 28. tygodniu. Ogniskową rozedmę pęcherzykową płuc wykazano częściej u kogutów (6 przypadków) niż u kapłonów (2 przypadki), bez istotnych różnic statystycznych. Do innych istotnych zmian patologicznych występujących w przygotowanych preparatach mikroskopowych z płuc należały rozrost mięśni gładki w tętnicach oraz rozrost mięśni gładkich w paraoskrzelach. Rozrost mięśni gładkich w tętnicach diagnozowany był w przeważającej większości w grupie samców niekastrowanych (23 przypadku u kogutów, przy 11 przypadkach u kapłonów), we wszystkich badanych tygodniach odchowu. Dodatkowo liczba odnotowanych zmian

u badanych osobników najwyższa była w końcowych tygodniach odchowu, gdzie w 28 tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne (P<0,05). Dodatkowo wykazano wpływ wieku i płci na częstość występowania tej zmiany (odpowiednio P=0,033 i P=0,002). Rozrost mięśni gładkich w paraoskrzelach podobnie jak w naczyniach tętniczych diagnozowany był częściej u kogutów (10 przypadków u kogutów, przy 3 przypadkach u kapłonów), a 24. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne (P<0,05) (Ryc. 21.). Ponadto wykazano wpływ płci na częstość występowania dla tej zmiany (P=0,028). W błonie śluzowej oskrzeli również stwierdzano nacieki komórek limfoidalnych i ich diagnozowana liczba była wyższa u kapłonów (15 przypadków kapłonów przy 6 przypadkach u kogutów), a w 20. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne (P<0,05). Dodatkowo wykazano wpływ płci na częstość występowania nacieków limfoidalnych w oskrzelach (P=0,015).

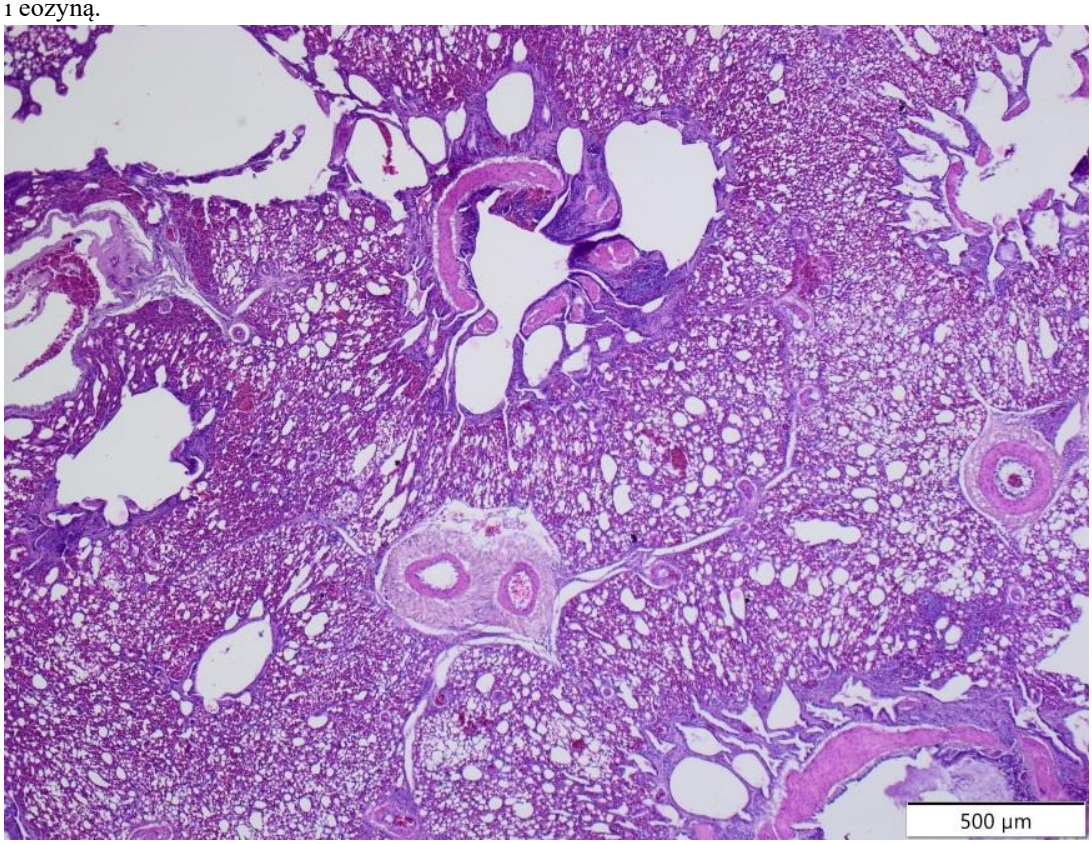
Mięsień sercowy to kolejny narząd poddany badaniu histopatologicznemu. Nacieki komórek limfoidalnych pomiędzy kardiomiocytami diagnozowano z podobną intensywnością u kogutów i kapłonów przez cały okres odchowu, lecz bez istotnych różnic statystycznych. Obserwacja kardiomiocytów pozwoliła na wykazanie ich zwyrodnienia z wakuolizacją z większą intensywnością u kapłonów (Ryc. 23.) (25 przypadków u kapłonów, przy 12 przypadkach u kogutów), co pozwoliło ustalić istotne statystycznie różnice w 20. i 24. tygodniu życia (P<0,05). Dodatkowo wykazano wpływ wieku i płci na częstość występowania zwyrodnienia kardiomiocytów (odpowiednio P=0,024 i P=0,001). Rozrost mięśni gładkich w tętnicach podobnie jak nacieki heterofilii pomiędzy kardiomiocytami obserwowano sporadycznie zarówno u kogutów jak i u kapłonów, we wszystkich badanych okresach. Natomiast zwyrodnienie mięśni gładkich naczyń tętniczych wykazywano z podobną liczbą u kogutów i kapłonów, lecz częściej w późniejszych okresach odchowu, co pozwoliło ustalić wpływ wieku na

częstość występowania zwyrodnienia mięśniówki tętnic (P=0,047). Bardzo istotną zmianą okazało się odkładanie/kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych. Występowała ona w przeważającej większej liczbie u kapłonów (20 przypadków) (Ryc. 24.) w porównaniu z kogutami (3 przypadki), co pozwoliło ustalić różnice statystyczne w 12, 20. i 28. tygodniu (P<0,05). Ponadto wykazano wpływ płci na częstość występowania tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych (P=0,000).

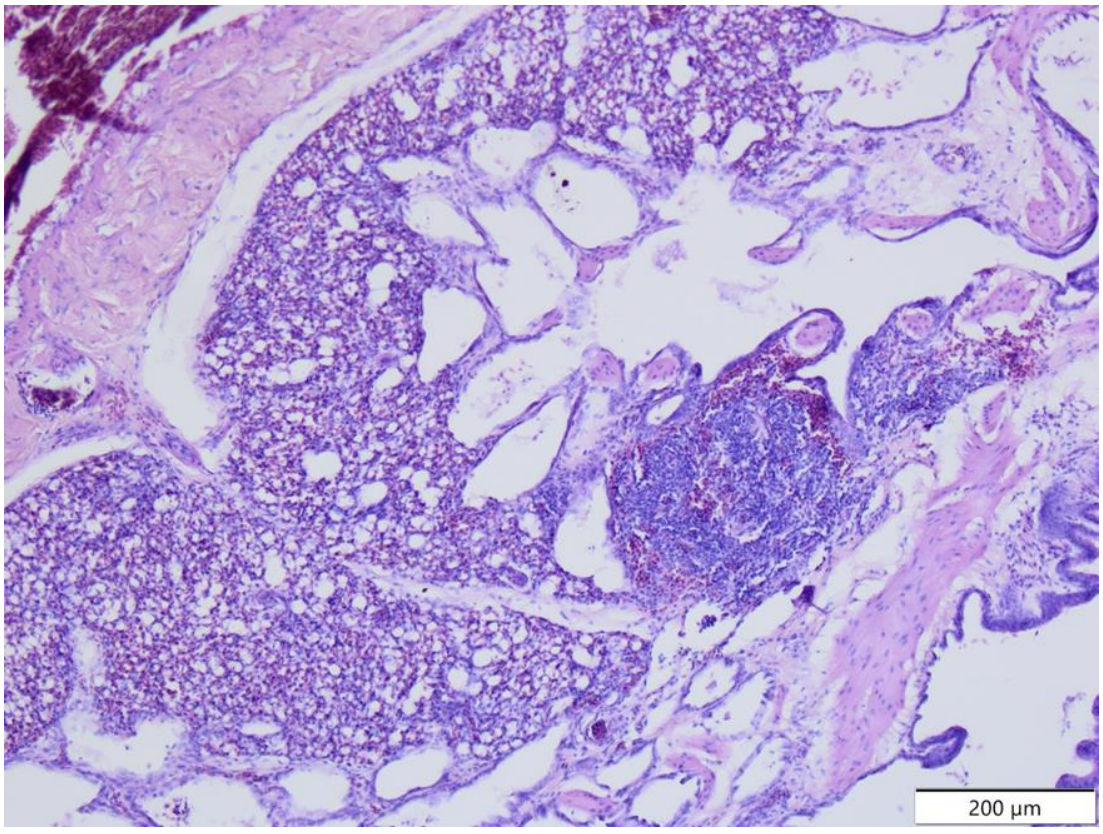
Zmiany morfologiczne	Wiek (w tygodniach)										Wartość P	
	12		16		20		24		28		Wiek	Płeć
	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon		
Płuca												
Naciek komórek limfoidalnych w paraoskrzelach/płucach	2	5	3	2	0	3	4	4	1	4	**0,560**	**0,038***
Wartość P	**0,079**		**0,558**		**0,046***		**1,000**		**0,079**			
Proliferacja tkanki łącznej wokół naczyń krwionośnych	1	0	4	0	4	1	6	1	3	0	**0,112**	**0,000***
Wartość P	**0,296**		**0,014***		**0,079**		**0,003***		**0,046***			
Zwyrodnienie mięśni gładkich tętnic	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	**0,541**	**0,150**
Wartość P	**-**		**-**		**0,296**		**-**		**0,296**			
Ogniskowa rozedma pęcherzykowa	2	1	2	0	1	1	1	0	0	0	**0,379**	**0,129**
Wartość P	**0,505**		**0,121**		**1,000**		**0,296**		**-**			
Rozrost mięśni gładkich tętnic	3	1	3	1	6	4	5	2	6	3	**0,033***	**0,002***
Wartość P	**0,221**		**0,221**		**0,121**		**0,079**		**0,045***			
Rozrost mięśni gładkich w paraoskrzelach	1	0	0	0	4	1	3	0	2	2	**0,077**	**0,028***
Wartość P	**0,296**		**-**		**0,079**		**0,046***		**1,000**			
Naciek komórek limfoidalnych w błonie śluzowej oskrzeli	0	5	2	1	0	4	2	3	2	2	**0,906**	**0,015***
Wartość P	**0,034***		**0,505**		**0,014***		**0,558**		**1,000**			
Serce												
Naciek komórek limfoidalnych w mięśniu sercowym	1	1	2	2	1	3	1	2	2	2	**0,859**	**0,390**
Wartość P	**1,000**		**1,000**		**0,221**		**0,505**		**1,000**			
Zwyrodnienie kardiomiocytów z wakuolizacją	4	6	1	2	1	6	3	6	4	5	**0,024***	**0,001***
Wartość P	**0,121**		**0,505**		**0,034***		**0,045***		**0,505**			
Rozrost mięśni gładkich w tętnicach	0	1	0	0	2	0	0	2	1	0	**0,628**	**1,000**
Wartość P	**0,296**		**-**		**0,121**		**0,121**		**0,296**			
Naciek heterofili w mięśniu sercowym	1	0	1	1	0	1	2	1	0	1	**0,679**	**1,000**
Wartość P	**0,296**		**1,000**		**0,296**		**0,505**		**0,296**			
Zwyrodnienie mięśni gładkich w tętnicach	0	0	0	0	1	1	0	3	4	1	**0,047***	**1,000**
Wartość P	**-**		**-**		**1,000**		**0,046***		**0,079**			
Kumulacja tkanki tłuszczowej wokół naczyń	2	6	1	3	0	3	0	2	0	6	**0,085**	**0,000***
Wartość P	**0,014***		**0,221**		**0,046***		**0,121**		**0,001***			

Tabela 8. Zmiany histopatologiczne w płucach i w sercu u kogutów i kapłonów w poszczególnych tygodniach odchowu.

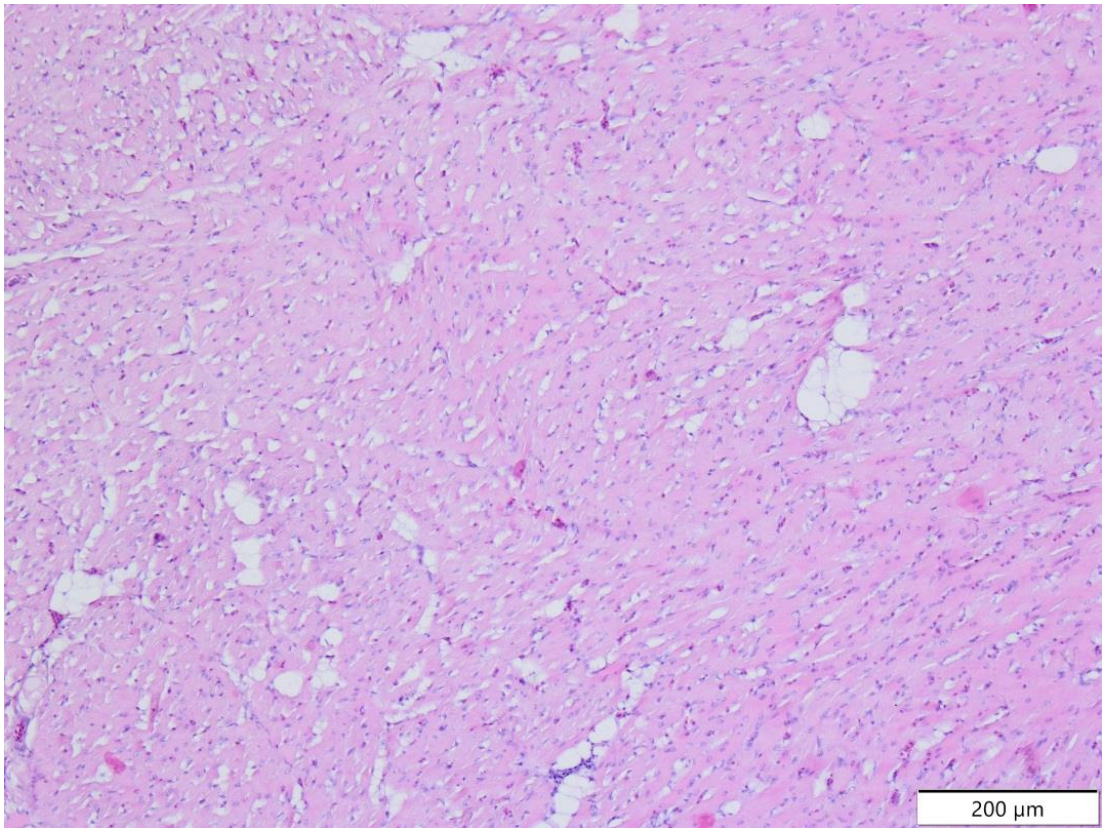
Ryc. 21. Płuca. Kogut – 28. tyg. Proliferacja tkanki łącznej wokół naczyń krwionośnych. Rozrost mięśni gładkich w paraoskrzelach. Naciek komórek limfoidalnych w paraoskrzelach. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



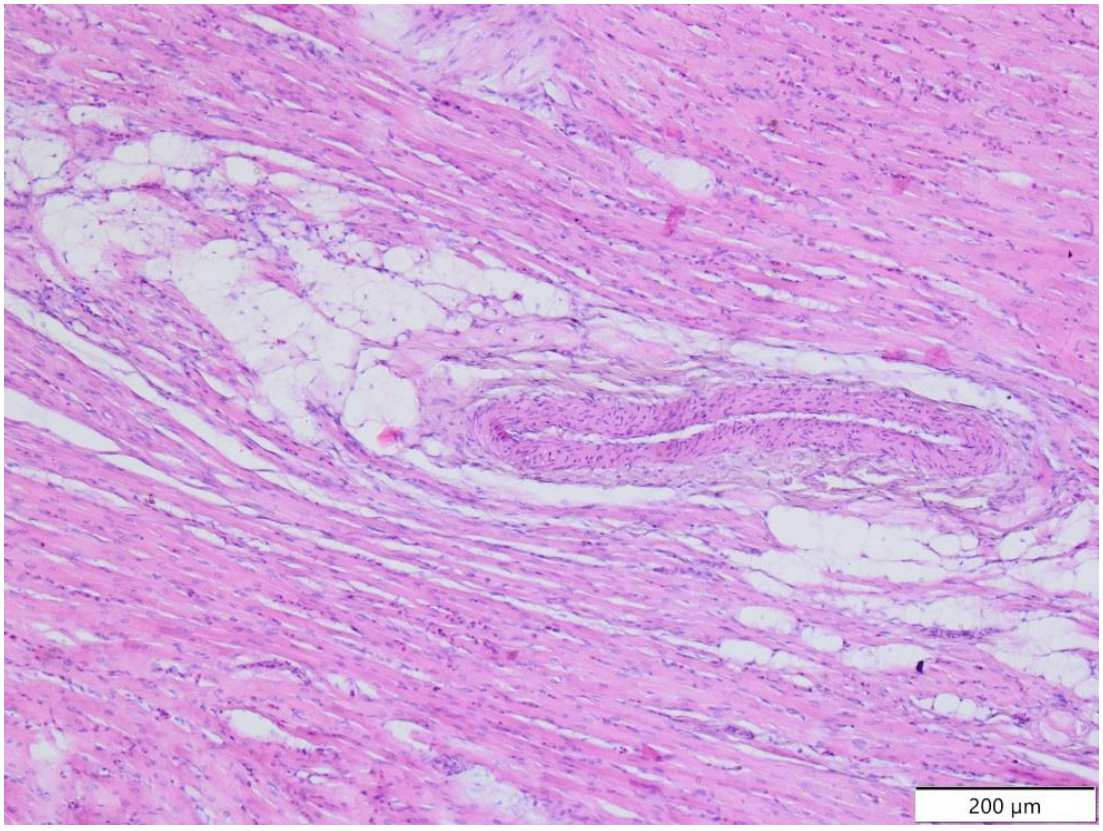
Ryc. 22. Płuca. Kogut – 28. tyg. Naciek komórek limfoidalnych w paraoskrzelach. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 23. Serce. Kapłon – 28. tyg. Zwyrodnienie kardiomiocytów z wakuolizacja. Tkanka tłuszczowa pomiędzy kardiomiocytami. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 24. Serce. Kapłon – 28. tyg. Kumulacja tkani tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



7.5.3. Wyniki oceny histopatologicznej śledziony, torby Fabrycjusza i grasicy.

W kolejnej tabeli (numer 9) opisane zostały diagnozowane zmiany histopatologiczne w śledzionie, torbie Fabrycjusza oraz grasicy.

W śledzionie przekrwienie narządu stwierdzano u większej liczby ptaków w grupie kapłonów (16 przypadków u kapłonów, 5 przypadków u kogutów). W 12. i 24. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne, z większą liczbą przypadków u kapłonów ($P<0,05$). Ponadto dla przekrwienia wykazano wpływ wieku i płci na liczbę przypadków występowania tej zmiany (odpowiednio, $P=0,001$; $P=0,009$). Zanik limfatycznego utkania występował bardziej intensywnie w końcowych etapach odchowu z podobną intensywnością u kogutów i kapłonów, co w analizie statystycznej pozwoliło wykazać wpływ wieku na częstość występowania tej zmiany ($P=0,018$). Ogółem wykazano 22 przypadki tej zmiany u kogutów i 19 u kapłonów. Towarzyszący zanikowi utkania limfatycznego rozrost komórek retikularnych diagnozowano z podobną liczebnością w obu grupach (13 u kapłonów i 14 u kogutów), bez istotnych różnic statystycznych.

W torbie Fabrycjusza wykorzystano 3-stopnią skalę w celu oceny intensywności zaniku utkania limfatycznego (niska, umiarkowana, wysoka). Od 12. tygodnia widoczna była różnica w liczebności i intensywności zaniku utkania limfatycznego z przewagą u kogutów. Od 20. tygodnia różnice były jeszcze bardziej zaznaczone, gdzie u kapłonów tylko pojedyncze sztuki wykazywały niską intensywność zaniku komórek limfoidalnych (Ryc. 25.), natomiast wszystkie badanie koguty wykazywały intensywność zaniku umiarkowaną i wysoką (Ryc. 26.). Pozwoliło to ustalić istotne różnice statystyczne w 20., 24. i 28. tygodniu ($P<0,05$), i dodatkowo wykazano wpływ płci na intensywność zaniku

komórek limfoidalnych (P=0,000). Wzięto pod uwagę także występowanie proliferacji tkanki łącznej międzypęcherzykowej. W grupie badawczej kapłonów nie znaleziono ani jednego przypadku występowania tej zmiany. U kogutów grupy kontrolnej wykazano zmianę u jednego osobnika w 16. tygodniu i u 3 osobników w 28. tygodniu (P<0,05), co pozwoliło wykazać wpływ płci na liczbę przypadków występowania tej zmiany (P=0,038). Ostatnią opisaną zmianą było tworzenie się cyst w pęcherzykach. Wyniki w obu grupach były bardzo wyrównane, natomiast liczba tych zmiany w obu grupach zmniejszała się z wiekiem (wpływ wieku na występowanie cyst w pęcherzykach; P=0,017).

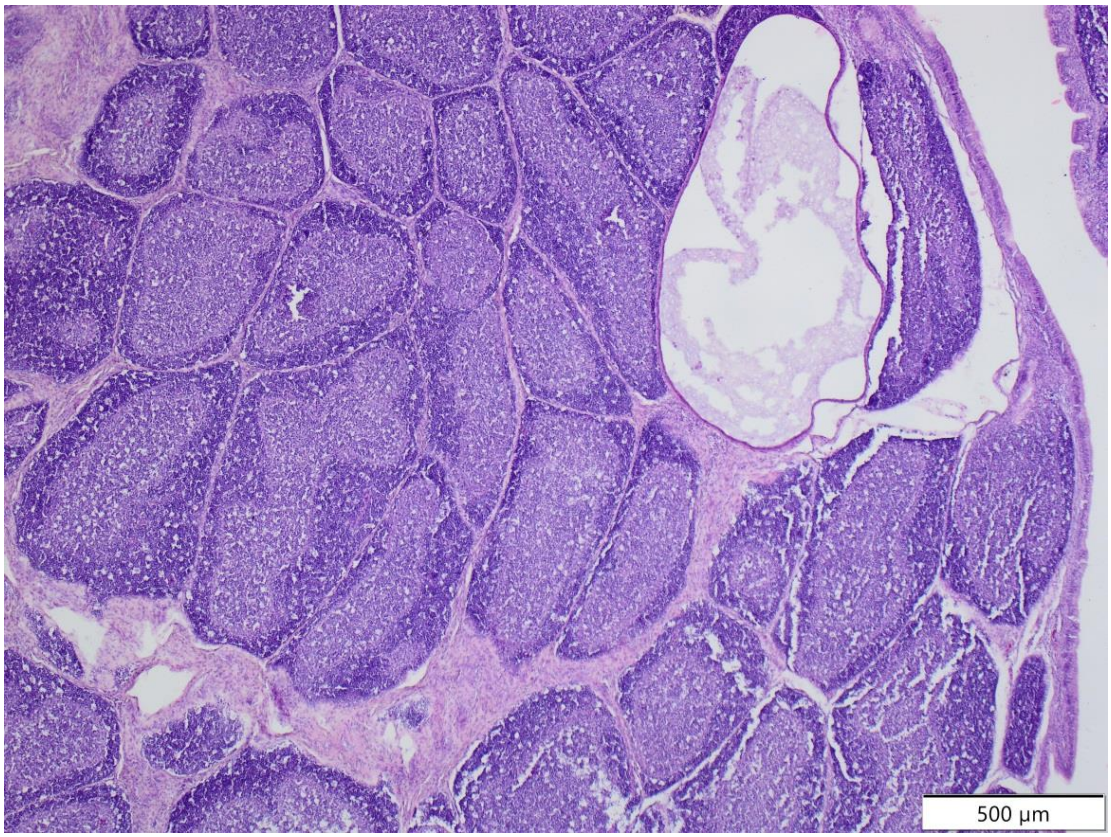
Trzy punktową skalę określającą intensywność zaniku limfocytów T z obecnością heterofilii wykorzystano również w grasicy. W 12. tygodniu w obu badanych grupach połowa badanych ptaków wykazywała intensywność niską zaniku limfocytów. Od 16. tygodnia wszystkie koguty wykazywały zanik limfocytów na poziomie niskim i umiarkowanym, natomiast u kapłonów zdecydowanie mniej liczne osobniki wykazywał intensywność zaniku głównie na poziomie niskim (Ryc. 27.). Całość tej analizy pozwoliło uwidocznić różnice statystyczne w 16. i 20. tygodniu w wyższymi wartościami u kogutów (P<0,05).(Ryc. 28.). Ustalono również wpływ wieku i płci na intensywność występowania zaniku limfocytów (odpowiednio, P=0,017 i P=0,003).

Tabela 9. Zmiany histologiczne w układzie limfatycznym u kogutów i kapłonów w poszczególnych tygodniach odchowu.

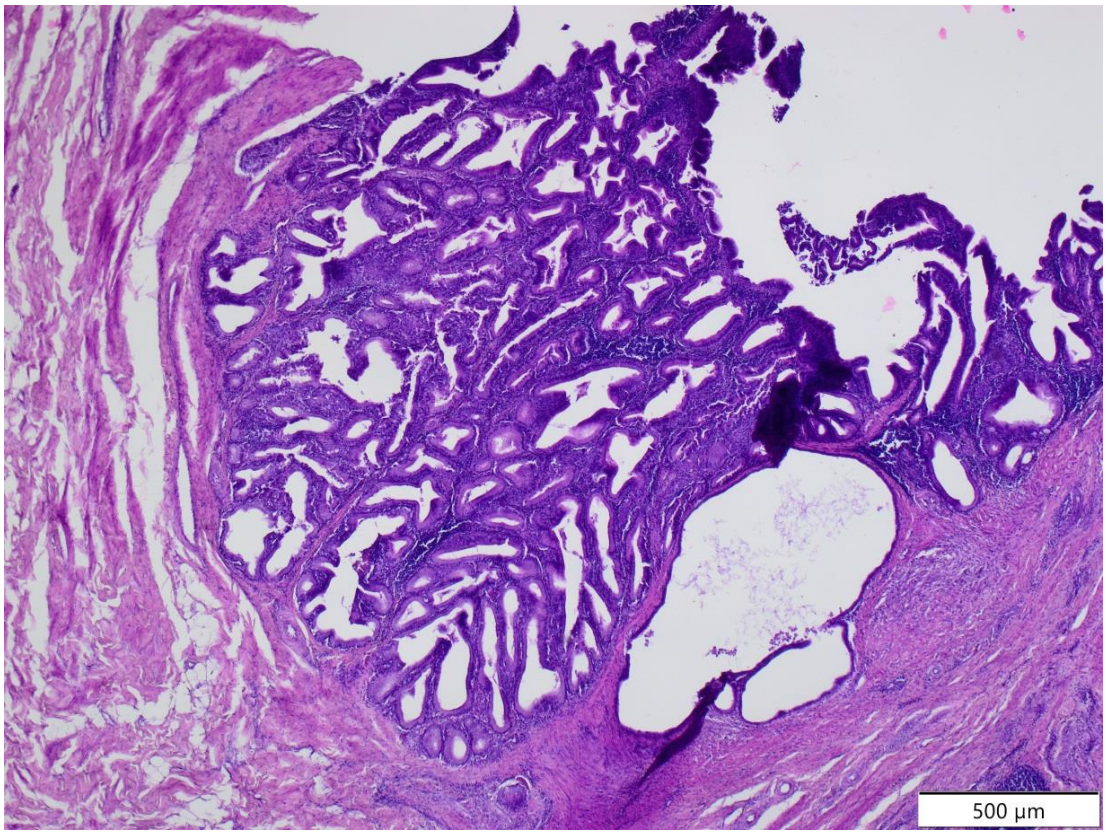
Zmiany morfologiczne	Wiek (w tygodniach)										Wartość P	
	12		16		20		24		28		Wiek	Płeć
	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon		
Śledziona												
Przekrwienie	0	4	0	1	4	6	0	4	1	1	**0,001***	**0,009***
	0,014*		**0,296**		**0,121**		**0,014***		**1,000**			
Zanik komórek limfoidalnych	2	3	4	2	4	4	6	5	6	5	**0,018***	**0,405**
Wartość P	**0,558**		**0,248**		**1,000**		**0,296**		**0,296**			
Rozrost komórek retikularnych	2	4	3	1	1	2	5	4	2	3	**0,129**	**0,795**
Wartość P	**0,248**		**0,221**		**0,505**		**0,505**		**0,558**			
Torba Fabrycjusza												
Zanik komórek limfatycznych	+ +++ + +	+ + +	+ +++ + +	+	++ + +++ +++ +++ +++	+	+++ +++ +++ ++ +++ +++	+ +	++ +++ +++ +++ +++ +++	+ +	**0,725**	**0,000***
	Total 4	Total 3	Total 4	Total 1	Total 6	Total 1	Total 6	Total 2	Total 6	Total 2		
Wartość P	**0,558**		**0,079**		**0,034***		**0,014***		**0,014***			
Proliferacja tkanki łącznej międzypęcherzykowej	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	**0,058**	**0,038***
Wartość P *	**-**		**0,296**		**-**		**-**		**0,046***			
Tworzenie się cyst w pęcherzykach	3	3	4	4	2	2	0	1	1	1	**0,017***	**0,786**
Wartość P												
Grasica												
Zanik komórek limfatycznych z naciekami heterofilii	+ + +	+ + +	+ + + + ++ +	+ + +	+ ++ + ++ ++ ++	+ +	++ ++ ++ ++ + ++	+ ++ + +	+ ++ + ++ + ++	+ + ++	**0,017***	**0,003***
	3	3	6	3	6	2	6	4	6	5		
Wartość P	**1,000**		**0,045***		**0,014***		**0,121**		**0,296**			

Skala zaniku komórek limfoidalnych: + niska, ++ umiarkowana, +++ wysoka;

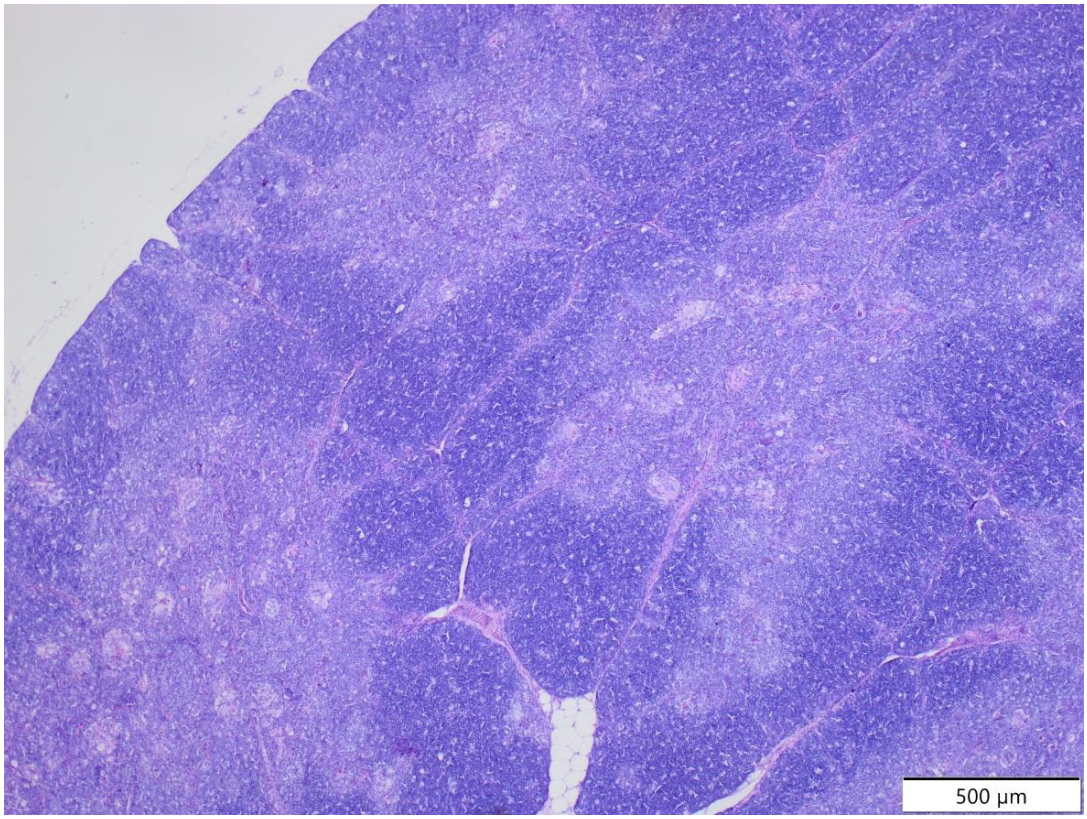
Ryc. 25. Torba Fabrycjusza. Kapłon – 28. tyg. Tworzenie się cyst w pęcherzykach. Brak zaniku utkania limfatycznego. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



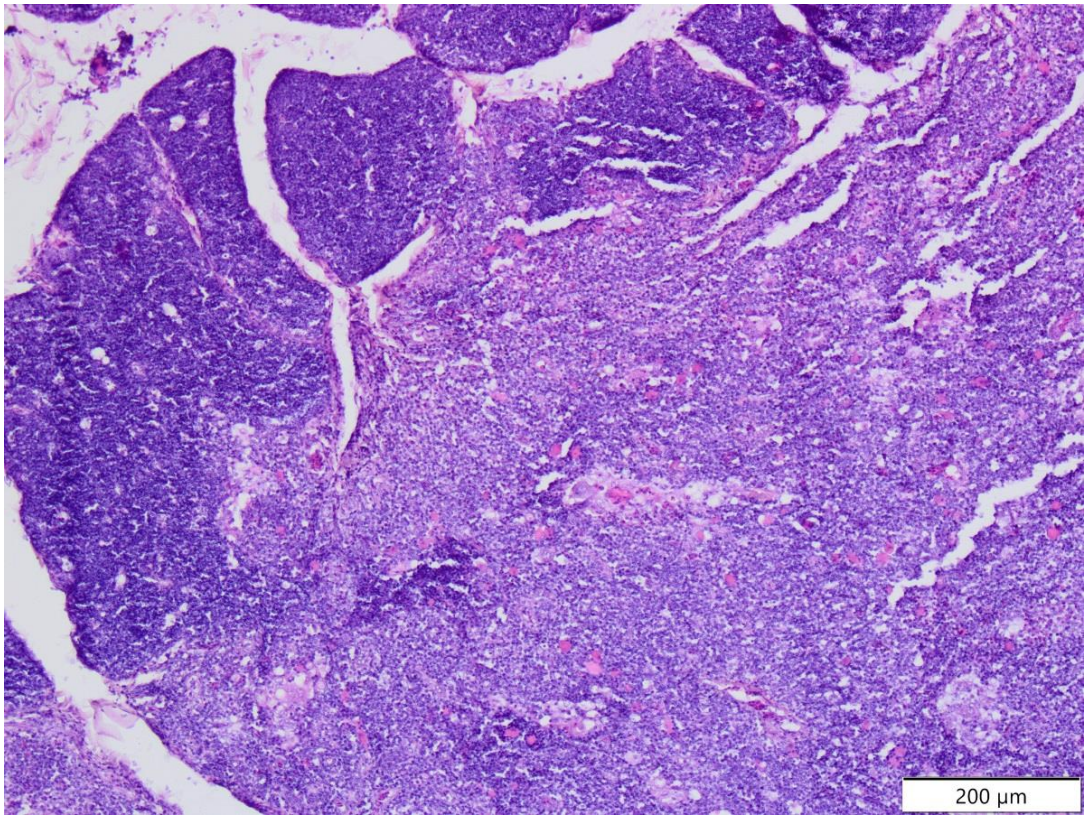
Ryc. 26. Torba Fabrycjusza. Kogut – 28. tyg. Tworzenie się cyst w pęcherzykach. Zanik utkania limfatycznego – intensywność wysoka (+++). Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 27. Grasica. Kapłon – 28. tyg. Prawidłowa ilość utkania limfatycznego. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 28. Grasica. Kogut – 24. tyg. Zanik limfatycznego utkania w części korowej. Intensywność umiarkowana (++) Nacieki heterofilii w części rdzennej. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



7.5.4. Wyniki oceny histopatologicznej nerek, wątroby i jąder.

W ostatniej tabeli numer 10 poświęconej analizie zmian histopatologicznych występujących z narządach wewnętrznych przedstawiono wyniki dotyczące nerek, wątroby oraz jąder kogutów.

W nerkach jako pierwsze przeanalizowano występowanie przekrwienia naczyń krwionośnych oraz przekrwienia naczyń włosowatych w kłębuszkach. Pierwsza z wymienionych zmian występowała w obu badanych grupach w każdym opisywanym tygodniu odchowu. Więcej przypadków odnotowano w próbach kogutów (19 przypadków), szczególnie w 20. i 28. tygodniu. W grupie kapłonów najwięcej przypadków było w 12. i 28. tygodniu (ogólnie 16 przypadków). Przekrwienie kłębuszków występowało przede wszystkim w ostatnim, 28. tygodniu odchowu. W tym przypadku także więcej zmian wykazano w grupie niekastrowanych samców. W pozostałych badanych okresach zmiany występowała tylko w pojedynczych przypadkach – u jednego kapłona w 12. tygodniu oraz u jednego koguta w 20. tygodniu, co pozwoliło wykazać wpływ wieku na liczbę przypadków występowania tej zmiany (P=0,000). Kolejnymi opisanymi zmianami było zwyrodnienie komórek nabłonka kanalików krętych bliższych i dalszych. W obu badanych grupach zmiany te występowały z podobną częstotliwością. Zwyrodnienia komórek występowały głównie w początkowych etapach wzrostu ptaków, bez różnic statystycznych. Zapalenie rozplemowo-mezangialne kłębuszków stwierdzano z większą częstotliwością u kapłonów (5 przypadków) niż u kogutów (3 przypadku), a w 24. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne z większą liczbą przypadków u kapłonów (P<0,05). Wokół kanalików dostrzeżono nacieki komórek limfoidalnych. Otrzymane rezultaty były porównywalne w obu grupach płciowych w każdym tygodniu. Dodatkowo w nerkach

wykazano zwyrodnienie mięśni gładkich naczyń tętniczych. Zmiana ta pojawiła się tylko u kogutów w 16., 20. i 28. tygodniu.

W wątrobie zmiany wymienione w tabeli numer 10 można przyporządkować do 3 grup – zmiany wsteczne (zwyrodnieniowe), zmiany proliferacyjne (rozrostowe) oraz nacieki komórkowe. Zwyrodnienie miąższowe hepatocytów wykazano u 3 osobników kastrowanych w 12. tygodniu oraz u 2 osobników w 28. tygodniu. W drugiej grupie odnotowano tylko jeden przypadek zwyrodnienia miąższowego u osobnika w 24. tygodniu. Zwyrodnienie tłuszczowe hepatocytów odnotowano tylko u jednego kapłona w 24. tygodniu, a intensywność jego występowania ustalono na umiarkowaną (Ryc. 29.). Nacieki komórek limfoidalnych wokół naczyń krwionośnych i przewodów żółciowych odnotowywano w obu grupach, z przewagą w grupie samców niekastrowanych (17 przypadków u kogutów a 16 przypadków u kogutów). Nacieki heterofilii wokół naczyń oraz przewodów żółciowych również obserwowany w obu grupach doświadczalnych i częściej występowały one w grupie kogutów (13 przypadków u kogutów do 9 przypadków u kapłonów). W tym przypadku nacieki te częściej występowały u ptaków starszych, o pozwoliło wykazać wpływ wieku na liczbę przypadków występowania nacieku heterofilii (P=0,005). Rozrost mięśni gładkich w tętnicach wystąpił tylko w grupie kontrolnej u jednego samca w 12. tygodniu oraz u 2 samców w 20. tygodniu. Rozrost przewodów żółciowych został opisany u jednego koguta w 16. tygodniu i u jednego koguta w 28. tygodniu oraz u jednego kapłona w 20. tygodniu.

Ostatnim przebadanym mikroskopowo narządem były jądra, w których przeanalizowano produkcję plemników u kogutów w poszczególnych tygodniach odchowu. Intensywność wytwarzania komórek rozrodczych podsumowano posługując się 3-punktową skalą. Produkcja plemników w 12. i 16. tygodniu była na poziomie niskim we wszystkich badanych próbach (Ryc. 30.). W tygodniu 20. przeważały już

wyniki o umiarkowanym stopniu intensywności, w 2 przypadkach odnotowano już poziom wysoki. W kolejnych tygodniach 24., w połowie przebadanych prób poziom intensywności produkcji był wysoki, w tygodniu 28. w pięciu przypadkach poziom produkcji był najwyższy (Ryc. 31.).

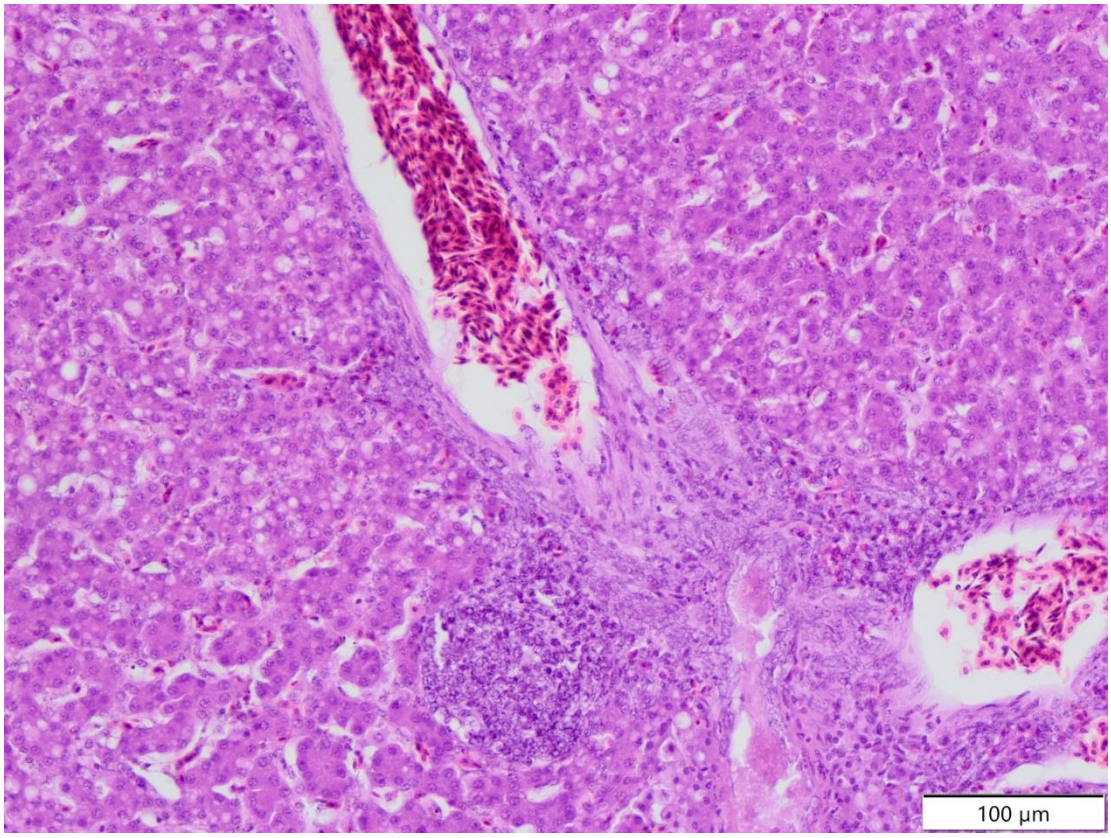
Tabela 10. Histologiczne zmiany w narządach wewnętrznych (nerki, wątroba i jądra) u kogutów u kapłonów w poszczególnych tygodniach odchowu.

Zmiany morfologiczne	Wiek (w tygodniach)										Wartość P	
	12		16		20		24		28		Wiek	Płeć
	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon	Kogut	Kapłon		
Nerki												
Przekrwienie	3	4	3	2	5	3	2	3	6	4	**0,187**	**0,297**
Wartość P	**0,558**		**0,558**		**0,221**		**0,558**		**0,121**			
Przekrwienie kłębuszków	0	1	0	0	1	0	0	0	5	3	**0,000***	**0,488**
Wartość P	**0,296**		**-**		**0,296**		**-**		**0,221**			
Zwyrodnienie komórek nabłonka kanalików krętych bliższych	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	**0,162**	**0,640**
Wartość P	**0,505**		**0,296**		**-**		**-**		**0,293**			
Zwyrodnienie komórek nabłonka kanalików krętych dalszych	2	1	1	0	0	2	0	0	0	1	**0,379**	**0,688**
Wartość P	**0,505**		**0,296**		**0,121**		**-**		**0,296**			
Zapalenie rozplemowo-mezangialne kłębuszków	1	0	0	1	1	0	0	3	1	1	**0,679**	**0,448**
Wartość P	**0,296**		**0,296**		**0,296**		**0,046***		**1,000**			
Naciek komórek limfoidalnych wokół kanalików	2	2	1	2	2	2	0	0	1	3	**0,255**	**0,371**
Wartość P	**1,000**		**0,505**		**1,000**		**-**		**0,221**			
Zwyrodnienie mięśni gładkich w tętnicach	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	**0,716**	**0,076**
Wartość P	**-**		**0,296**		**0,296**		**-**		**0,296**			
Wątroba												
Zwyrodnienie miąższowe hepatocytów	0	3	0	0	0	0	1	0	0	2	**0,178**	**0,085**
Wartość P	**0,134**		**-**		**-**		**0,296**		**0,121**			
Zwyrodnienie tłuszczowe hepatocytów	0	0	0	0	0	++	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**0,397**	**0,313**
Wartość P					**0,296**							
Naciek komórek limfoidalnych wokół naczyń krwionośnych i przewodów żółciowych	2	3	3	3	5	4	3	3	4	3	**0,542**	**0,795**
Wartość P	**0,558**		**1,000**		**0,505**		**1,000**		**0,558**			
Naciek heterofilii wokół naczyń krwionośnych i przewodów żółciowych	0	0	2	1	3	1	4	4	4	3	**0,005***	**0,283**

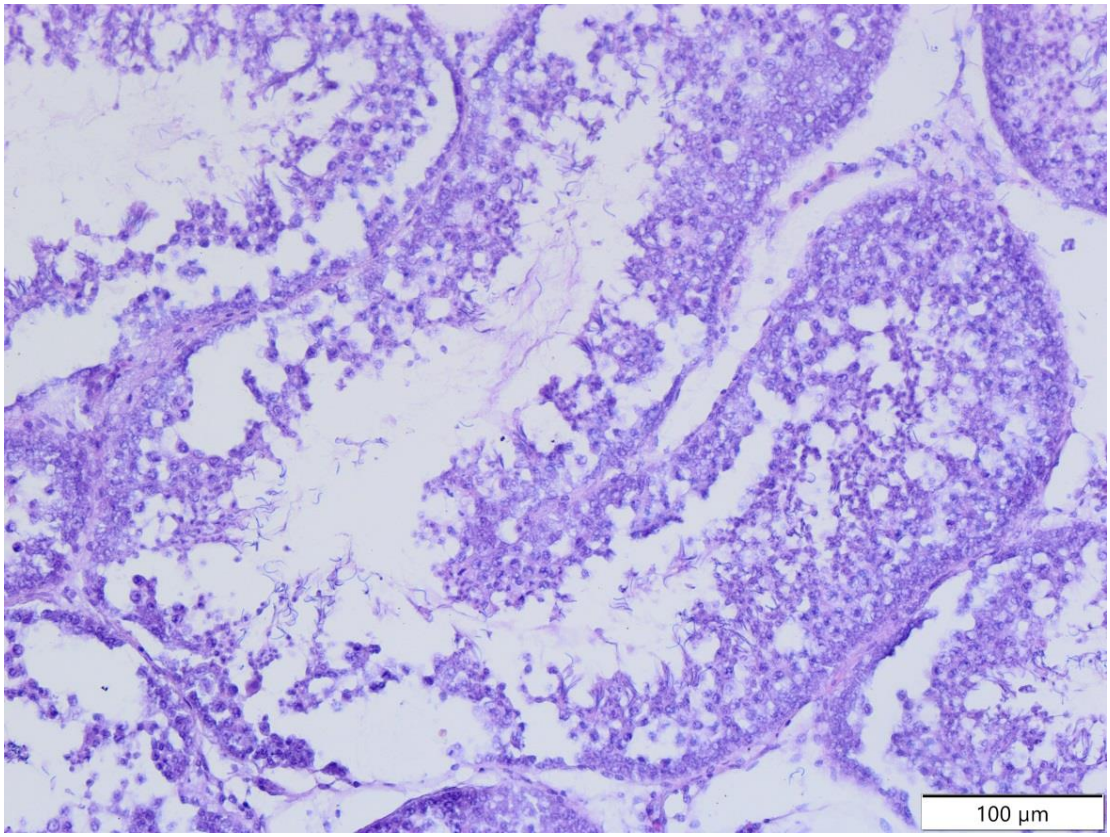
Wartość P	-		**0,505**		**0,221**		**1,000**		**0,558**			
Rozrost mięśni gładkich w tętnicach	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	**0,230**	**0,076**
Wartość P	**0,296**		-		**0,121**		-		-			
Rozrost przewodów żółciowych	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	**0,716**	**0,554**
Wartość P	-		**0,296**		**0,296**				**0,296**			
Jądra												
Produkcja plemników	+ + +	-	+ + + + +	-	++ ++ ++ ++ +++ +++	-	++ ++ + +++ +++ +++	-	+++ +++ ++ +++ +++ +++	-	-	-
	3	0	5	0	6	0	6	0	6	0		
Wartość P	-		-		-		-		-			

Skala zwyrodnienia tłuszczowego w wątrobie: + niska, ++ umiarkowana, +++ wysoka; Intensywność produkcji plemników w jądrach: + niska, ++ umiarkowana, +++ wysoka;

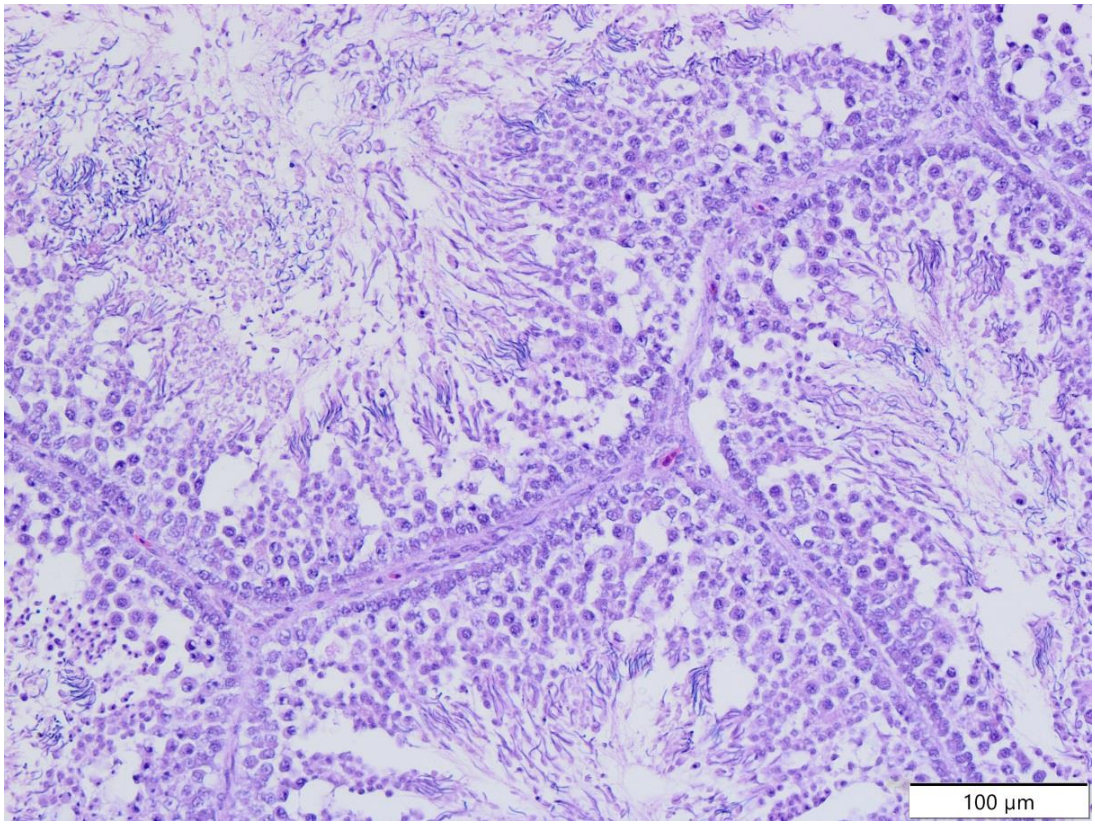
Ryc. 29. Wątroba. Kapłon – 20. tyg. Zwyrodnienie tłuszczowe hepatocytów - intensywność kumulacji – umiarkowana (++). Naciek komórek limfoidalnych wokół naczyń krwionośnych. Naciek heterofili wokół naczyń krwionośnych. Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 30. Jądro. Kogut - 12 tyg. Spermatogeneza. Intensywność niska (+). Barwienie hematoksyliną i eozyną.



Ryc. 31. Jądro. Kogut - 28 tyg. Spermatogeneza. Intensywność wysoka (+++). Barwienie hematoksyliną i eozyną.



8. Dyskusja

Jedynym z celów obecnego badania było określenie przydatności kogutów Rhode Island Red do produkcji kapłonów. Aby udzielić pełnej i dokładnej odpowiedzi na to pytanie wykonano analizę wyników produkcyjnych, poziomu testosteronu, wykonano analizę morfologiczną wybranych mięśni szkieletowych i narządów wewnętrznych. Dokonano analizy lokalizacji i koncentracji tkanki tłuszczowej w badanych mięśniach u kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu, jak również wykonano analizę średnicy włókien mięśniowych i włókien olbrzymich w mięśniach piersiowych. Dodatkowo wykonano analizę występowania zmian histopatologicznych w narządach wewnętrznych kapłonów i kogutów w poszczególnych etapach odchowu, koncentrując się również na kumulacji tkanki tłuszczowej i koncentracji utkania limfatycznego w narządach wewnętrznych.

Wyniki niniejszych badań wskazują jednoznacznie, że w początkowym etapie doświadczania (12. i 16. tydzień życia), koguty osiągały większą masę ciała. Jednakże, wraz z wiekiem tendencja zmieniła się i w końcowym okresie odchowu, tj. w wieku 28 tyg. to kapłony cechowały się większą masą ciała. W badaniach prowadzonych na rasie Hinai – jidori wykazano również wyższe wartości masy ciała u kogutów we wczesnym etapie odchowu, lecz bez istotnych różnic w późniejszych okresach (Rikimaru i wsp., 2009). U średnio-rosnących brojlerów (ich kogutów i kapłonów) przyrosty masy ciała były bardzo podobne na każdym etapie odchowu bez istotnych różnic statystycznych (Symeon i wsp., 2010). Podobne tendencje w różnicowaniu masy ciała wykazała Murawska i wsp., (2019) w przypadku ptaków rasy Leghorn. We wspomnianych badaniach nie stwierdzono różnic w końcowej masie ciała kogutów i kapłonów a jedyne u młodszych 16 tygodniowych ptaków stwierdzono większą masę ciała oraz tuszki. Podobnie, u zielononóżki kuropatwianej Zawacka i wsp., (2017) stwierdzili większą

masę ciała u 28 – tygodniowych kapłonów. Różnice pojawiły się również w masie tuszki. Tuszki kogutów w 12. i 16. tyg. były cięższe w porównaniu z kapłonami, jednakże w raz z wiekiem zróżnicowanie nie było istotne statystycznie. Takie zależności mogą być powiązane z użytkowością danej rasy ptaków.

Wyniki badań poziomu testosteronu u kogutów RIR oraz ptaków poddanych zabiegowi jednoznacznie potwierdzają skuteczność przeprowadzonego zabiegu. Opracowane wyniki oznaczeń poziomu męskiego hormonu płciowego w surowicy krwi pokazują, że u niedojrzałych i niekastrowanych ptaków (0-8 tygodni) poziom testosteronu jest zbliżony do poziomu stwierdzanego u ptaków kastrowanych (12-28 tydzień). U ptaków poddanych zabiegowi chirurgicznej kastracji poziom testosteronu istotnie wzrasta do 16. tygodnia, następnie utrzymuje się na mniej więcej podobnym poziomie przez cały okres badania. Otrzymane wyniki znajdują potwierdzenie we wcześniej prowadzonych badaniach na kogutach i kapłonach średnio-rosnących brojlerów i rasie Hinai-jidori (Rikimaru i wsp., 2009, Symeon i wsp., 2010). U Leghornów poziom testosteronu wzrastał do 20. tygodnia (Murawska i wsp., 2019). Zabieg kapłonizacji wpływa na obniżenie poziomu testosteronu, co skutkuje zmianami w wyglądzie zewnętrznym jak i skutkuje szeregiem zmian w metabolizmie, a szczególnie w przemianach lipidów.

W wyniku zmian metabolicznych, w narządach wewnętrznych oraz w mięśniach szkieletowych dochodzi do postawania szeregu zmian morfologicznych, które mogą być pożądane w mięsie i podrobach (elementach jadalnych).

W mięśniach piersiowych i udowych stwierdzono obecność zmian histopatologicznych u ptaków w różnych grupach wiekowych. Najczęściej obserwowanymi zmianami były ogniskowa defragmentacja włókien i zanik

poprzecznego prążkowania włókien. W opisywanym doświadczeniu defragmentacja była częściej notowana w mięśniu piersiowym, natomiast zanik prążkowania wykazano wyłącznie w mięśniu udowym. Zmiany te zostały opisane u innych ras kogutów i kapłonów, u zielononóżek kuropatwianych i u Leghornów (Gesek i wsp. 2017, 2019b). U zielononóżek kuropatwianych ogniskową defragmentację włókien wykazywano częściej w mięśniu udowym niż piersiowym (Gesek i wsp. 2017). U Leghornów natomiast więcej przypadków defragmentacji odnotowano w mięśniu piersiowym, podobnie jak w obecnym doświadczeniu. Zanik poprzecznego prążkowania został wykazany niemal tylko i wyłącznie w mięśniu udowym (w grupie kogutów 17 przypadków, w grupie kapłonów 19 przypadków). Wyniki te są bardzo zbliżone do rezultatów prezentowanych przez Gesek i wsp. (2017, 2019b) u zielononóżek i Leghornów, również z wyższymi wartościami dla tej zmiany w mięśniu udowym (z podobną liczbą w obu grupach badawczych). Należy dodać, że stwierdzono tylko jeden przypadek zaniku poprzecznego prążkowania w mięśniu piersiowym u kapłona rasy Rhode Island Red. Zmiany te choć obserwowane najczęściej są zmianami minimalnymi, nie stanowiącymi zagrożenia dla jakości spożywanego mięsa.

Kumulacja tkanki tłuszczowej w strukturach mięśniowych i towarzyszący jej zanik włókien mięśniowych to zmiana ściśle korelująca z zabiegiem kastracji samców. Tę zmianę w przeważającej większości stwierdzono w mięśniu udowym u 24 kapłonów. Jest to wyższy wynik niż uzyskany u kapłonów Leghorn - 18 przypadków (Gesek i wsp., 2019b) oraz kapłonów zielononóżki kuropatwianej – 15 przypadków (Gesek i wsp., 2017). W mięśniu piersiowym zarówno u badanej jak i wcześniej badanych rasy kumulacja tłuszczu stanowi incydentalne przypadki. Porównując uzyskane wyniki u trzech ras kury domowej można przypuszczać, że to kapłony Rhode Island Red cechują

się większą zdolnością do oczekiwanego gromadzenia się tłuszczu w mięśniach udowych.

Inne zmiany histologiczne diagnozowane w mięśniach, które nie mają negatywnego wpływu na strukturę i jakość mięsa to między innymi rozrost mięśni gładkich tętnic, zwyrodnienie mięśni gładkich tętnic, dysplazja włóknisto-mięśniowa, proliferacja tkanki łącznej wokół naczyń czy szkliwienie włókien. Te zmiany zostały stwierdzone w pojedynczych przypadkach w grupie kogutów i kapłonów. Są to jednak zmiany, które były również diagnozowane u innych ras kogutów i kapłonów, jak również u brojlerów czy przepiórek (Gesek i wsp., 2013a, 2013b, 2015, 2016, 2017, 2019b, 2019c).

Nacieki komórek limfoidalnych czy martwica włókien z naciekiem komórek limfoidalnych to zmiany histopatologiczne charakteryzujące się realnym niekorzystnym wpływem na architektonikę i walory smakowe mięsa drobiowego. Druga z wymienionych zmian była zdiagnozowana u dużych brojlerów w mięśniu piersiowym (Mazzoni i wsp., 2015). Podobne zmiany zostały odnotowane u samców rasy Leghorn (Gesek i wsp., 2019b) i zielononóżki kuropatwianej (Gesek i wsp., 2017), jednak uzyskane wyniki były zdecydowanie niższe od tych uzyskanych u dużych brojlerów. Natomiast u kogutów i kapłonów Rhode Island Red odnotowano tylko pojedyncze przypadki martwicy włókien. Obecność nawet niewielkiego ogniska martwicy może być czynnikiem stymulującym do rozwoju reakcji zapalnej i nacieku komórek zapalnych. W obecnym badaniu wykazano obecność tejże zmiany w dwóch przypadkach w mięśniu piersiowym i w trzech w mięśniu udowym u kapłonów. Wyniki te są przynamniej o połowę niższe niż te opisane u kapłonów Leghorna (Gesek i wsp., 2019b) i niemal identyczne z tymi u samców zielononóżki kuropatwianej (Gesek i wsp., 2017).

Porównanie występujących zmian histopatologicznych jednoznacznie wskazuje, że koguty i kapłony rasy Rhode Island Red charakteryzują się niższą liczbą występujących niechcianych zmian w opisanych mięśniach w porównaniu do wspomnianych już kogutów i kapłonów Leghorna i zielononóżki kuropatwianej czy dużych brojlerów.

W opisywanym badaniu poddano analizie rozkład tkanki tłuszczowej i kropel lipidowych w czterech lokalizacjach w mięśniach piersiowym i udowym (wokół naczyń krwionośnych, w omięsnej, śródmięsnej i sarkoplazmie włókien mięśniowych). Dlaczego taka analiza jest istotna w przypadku badań nad kapłonami? Odpowiednia koncentracja i nagromadzenie tkanki tłuszczowej wpływa na jakość mięsa, poprawia jego walory smakowe, takie jak kruchość, soczystość i smak (Amorim i wsp., 2016; Calik i wsp., 2015). W tym celu zastosowano trzypunktową skalę, taką samą jaka została użyta przy doświadczeniach na Leghornach i zielononóżkach kuropatwianych (Gesek i wsp., 2017, 2019b). Skala powstała, aby uwidocznić miejsca, gdzie kumuluje się tkanka tłuszczowa, oraz po to aby określić intensywność odkładania się tłuszczu (Gesek i wsp., 2019a). Otrzymane wyniki jednoznacznie pokazały, że kapłony mają większą tendencję do kumulacji tłuszczu.

W mięśniu piersiowym najwyższe nagromadzenie tkanki tłuszczowej ze wszystkich analizowanych lokalizacji, odnotowano wokół naczyń krwionośnych. Różnice pomiędzy pomiarami u kapłonów i kogutów są widoczne od 24. tygodnia odchowu z wyższą intensywnością u kapłonów. Inną lokalizacją w której zaobserwowano różnie pomiędzy dwiema badanymi grupami była śródmięsna pomiędzy włóknami mięśniowymi. W 28. tygodniu odchowu stwierdzono u 5 kapłonów niską zawartość tłuszczu, tymczasem u kogutów tylko u jednego. Gdy zestawimy uzyskane wyniki z wynikami ptaków rasy Leghorn i zielononóżki kuropatwianej otrzymamy następujące

wnioski. Wokół naczyń krwionośnych koncentracja tkanki tłuszczowej u kapłonów i kogutów wykazywała najwyższe wartości u rasy Rhode Island Red (od umiarkowanej do wysokiej). U Leghornów i zielononóżek kuropatwianych wyniki były od wartości niskiej do umiarkowanej (Gesek i wsp. 2019b, 2017), co wskazuje, że u badanej rasy odkładanie tłuszczu wokół naczyń krwionośnych w mięśniu piersiowym było o wyższej intensywności we wszystkich badanych okresach. W śródmięsnej mięśni piersiowych u karmazynów podobnie jak u rasy Leghorn również zauważono wyższe stężenie tkanki tłuszczowej u kapłonów (Gesek i wsp., 2019b), z niską intensywnością, lecz u większej liczby ptaków. Analiza u zielononóżek takich różnic nie wykazała (Gesek i wsp., 2017). Laboratoryjna analiza chemiczna pozwala precyzje określić poziom tłuszczu w mięśniu piersiowym i badania takie zostały przeprowadzone na kogutach i kapłonach różnych ras. Kwiecień i wsp. (2015) wykazali wyższe wartości tłuszczu w mięśniu piersiowym kapłonów u zielononóżki kuropatwianej. Calik i wsp. (2020) u kapłonów mieszańców ras żółtonóżki kuropatwianej i kogutów mięsnych Ross 308 również wykazali wyższy procent tłuszczu mięśniu piersiowym w porównaniu z kogutami mieszańcami. Kapłony uzyskane z krzyżowania rasy Rhode Island Red i kogutów rasy mięsnej Ross 308, podobnie wykazały wyższą koncentrację tłuszczu w mięśniu piersiowym w porównaniu z kogutami (Calik i Obrzut, 2023). U innych ras takich jak Amarela Portuguesa i Pedres Portuguesa otrzymano także wyniki wyższe u kapłonów niż u kogutów (Amorim i wsp. 2016). Cui i wsp. (2017) wyższe wartości tłuszczu wykazali u kapłonów rasy Beijing–You w porównaniu z kogutami tej rasy. Idealnym potwierdzeniem bieżących badań są wyniki przeprowadzonego eksperymentu przez Calik i wsp. (2017). Autorzy wykorzystali tą samą rasę ptaków – Rhode Island Red do produkcji kapłonów. Wykazali w mięśniu piersiowym niemal dwukrotne wyższe stężenie tłuszczu w porównaniu z kogutami tej rasy (1.11% do 2.17%, odpowiednio). Podsumowując wyniki

rozmieszczenia tkanki tłuszczowej w mięśniu piersiowym u badanych kapłonów Rhode Island Red można stwierdzić, że to właśnie ogólnoużytkowe kastrowane karmazyny są doskonałym źródłem dobrej jakości mięsa oraz że wyższe wyniki kumulacji tłuszczy odnotowywane są u nich powyżej 16 tygodnia życia.

Analiza lokalizacji i kumulacji tkanki tłuszczowej w mięśniach udowych przedstawia się następująco. W 12. tygodniu wokół naczyń krwionośnych wyniki w grupie kogutów i kapłonów były zbliżone, przedstawiały wartości od umiarkowanych do wysokich. W kolejnych pomiarach wyniki zaczęły się różnicować, u kapłonów z większą liczbą przypadków o wysokiej koncentracji tłuszczu w porównaniu z kogutami. Od 20. tygodnia wszystkie pomiary u kapłonów przedstawiały wartości wysokie, natomiast u kogutów od umiarkowanych do wysokich. W omięsnej pomiędzy pęczkami wyniki powyżej 16. tygodnia wahały się między umiarkowanymi a wysokimi, z większą liczbą przypadków i z wyższą intensywnością u kapłonów. W śródmięsnej różnice na korzyść kapłonów widoczne były widoczne już od 12. tygodnia i ta tendencja utrzymywała się do samego końca odchowu. W sarkoplazmie włókien mięśniowych wszystkie wartości od 12. tygodnia były niskie w obu badanych grupach. Otrzymane wyniki u rasy Rhode Island Red zostały porównane z wynikami u rasy zielononóżki kuropatwianej (Gesek i wsp., 2017) i Leghorn (Gesek i wsp., 2019b). W przypadku kapłonów zielononóżek nagromadzenie tkanki tłuszczowej wokół naczyń nie było tak wysokie, dopiero w 24. tygodniu chowu 4 kapłony wykazały wysoką intensywność kumulacji tkanki tłuszczowej (Gesek i wsp., 2017). W badaniach autorów w omięsnej między pęczkami od 20. tygodnia obserwowano umiarkowany poziom akumulacji tkanki tłuszczowej. W śródmięsnej odnotowywane wyniki były niskie. Zatem wartości te były zdecydowanie niższe od wartości uzyskany w obecnych badaniach. Natomiast odwrotne wartości uzyskano dla obecności kropel lipidowych w sarkoplazmie, gdzie u kapłonów

zielononóżki wykazano większą liczbę ptaków występowania tłuszczu w tej lokalizacji (16 przypadków) w porównaniu z karmazynami (8 przypadków), choć intensywność również była niska. W badaniu nieśnej rasy Leghorn u kapłonów wokół naczyń krwionośnych wysokie wartości nagromadzenia się tkanki tłuszczowej pojawiły się dopiero w 28. tygodniu chowu, w odróżnieniu do kapłonów RIR, u których pojawiały się od 20. tygodnia (Gesek i wsp., 2019b). W badaniach autorów w omięsnej mięśni udowych u Leghornów wyniki wahały się między niskimi a wysokimi w 24. i 28. tygodniu chowu. W śródmięsnej większość wyników od 12. do 24. tygodnia wykazywało intensywność kumulacji niską, pojedyncze umiarkowaną. Jedynie w 28 tygodniu u 2 kapłonów wykazano kumulację wysoką. Wyniki w omięsnej i śródmięsnej w mięśniach udowych u Leghornów również są niższe niż wyniki obecnych badań. Kumulacja tkanki tłuszczowej w tych lokalizacjach u RIR cechowała się wyższą intensywnością i to już od 16. tygodnia. Jedynie w sarkoplazmie włókien mięśniowych u Leghornów wykazano większą ilość przypadków kumulacji kropli lipidowych w sarkoplazmie w porównaniu z kapłonami RIR (22 do 8 przypadków). Porównanie koncentracji tkanki tłuszczowej w mięśniach udowych kapłonów Rhode Island Red, zielononóżek kuropatwianych oraz Leghornów wykazało, że to mięśnie udowe kapłonów karmazyna odznaczały się wyższym i intensywniejszym poziomem odkładania się tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych, w omięsnej i śródmięsnej. Niższe wartości wykazano jedynie w sarkoplazmie włókien mięśniowych. Calik i wsp., (2017) przeprowadzili analizę chemiczną mięśni udowych kogutów i kapłonów Rhode Island Red, która pokazuje identyczne wyniki do obecnie wykazanej analizy kumulacji tkanki tłuszczowej. Autorzy stwierdzili, że zawartość tłuszczu była dwukrotnie większa u kapłonów w porównaniu z kapłonami (6,64% do 3,37%, odpowiednio). Ponadto wyniki autorów jednoznacznie wskazują, że wysoki poziom tłuszczu w mięśniach udowych ma

pozytywny wpływ na walory smakowe mięsa oraz na jego jakość (wyższa ocena u kapłonów obejmująca aromat, soczystość, kruchość i smak mięsa). Kapłony uzyskane z krzyżowania rasy Rhode Island Red i kogutów rasy mięsnej Ross 308, podobnie wykazały wyższą koncentrację tłuszczu w mięśniach udowych w porównaniu z kogutami (5,93% do 4,03%, odpowiednio) (Calik i Obrzut, 2023). W innych badaniach Calik i wsp (2020) u kapłonów mieszańców ras żółtonóżki kuropatwianej i kogutów mięsnych Ross 308 również wykazali wyższy procent tłuszczu mięśniach udowych w porównaniu z kogutami mieszańcami (5,88% do 4,29%, odpowiednio). Podobnie u kapłonów w tym samym badaniu uzyskano wyższe oceny analizy sensorycznej. Również wyższe poziomy kumulacji tłuszczu wykazano u kapłonów zielononóżki (Kwiecień i wsp., 2015). Analiza chemiczna mięśni udowych wykazała nawet trzykrotne wyższe wartości u kapłonów niż u kogutów. Także u kapłonów pozyskiwanych z średnio-rosnących brojlerów, u których także dokonano analizy składu chemicznego tkanki mięśniowej w mięśniach udowych stwierdzono wyższe wyniki w porównaniu do kontrolnej (Symeon i wsp., 2010, Sinanoglou i wsp., 2011). Niekiedy u ras rodzimych takich jak rasy Amarela Portuguesa czy Pedres Portuguesa różnice pomiędzy kapłonami a kogutami w odkładaniu się tłuszczu śródmięśniowego w mięśniach nie były odnotowywane (Amorim i wsp., 2016). Podsumowując wyniki rozmieszczenia tkanki tłuszczowej w mięśniach udowych u badanych kapłonów Rhode Island Red można stwierdzić, że ogólnoużytkowe kastrowane karmazyny są doskonałym źródłem dobrej jakości mięsa oraz że wyższe wyniki kumulacji tłuszczy odnotowywane są u nich powyżej 16 tygodnia życia.

Ważnym czynnikiem, który równie istotnie co rozkład tkanki tłuszczowej, wpływa na jakość mięsa jest średnica włókien mięśniowych. Jest to ściśle związane z poziomem męskich hormonów płciowych. Autorzy badania z Tajwanu wykazali, że u kapłonów w 28 tygodniu odchowu średnice włókien mięśniowych były mniejsze

w porównaniu do kogutów (Lin i Hsu, 2002). Zgodnie z ich wnioskami miało to ścisły związek z obniżonym poziomem testosteronu u kastrowanych samców. U 17-tygodniowych kapłonów Beijing–You w mięśniach piersiowych zaobserwowano niższą średnicę włókien przy jednoczesnym zwiększeniu ich gęstości (Cui i wsp., 2017). Podobne wyniki zostały odnotowane w obecnym badaniu w 12. i 16. tygodniu chowu kapłonów Rhode Island Red, gdzie również średnica włókien była mniejsza. U starszych ptaków takich zmian nie odnotowano. Gesek i wsp. (2017) wykazali zmiany w późniejszych etapach odchowu i u kapłonów zielononóżki kuropatwianej zaobserwowali istotne różnice zmiany średnicy włókien odpowiednio w 20., 24. oraz 28. tygodniu odchowu. Natomiast autorzy Calik i wsp. (2015) przeprowadzając wcześniejsze badania u tej samej rasy wykazali niższe średnice włókna u 24-tygodniowych kapłonów. W jeszcze innym badaniu kapłonów rasy Leghorn Gesek i wsp. (2019b) odnotowali istotne różnice w średnicy włókien mięśniowych u starszych kapłonów w 28. tygodniu chowu. Innym wynikiem obserwacji zmian średnicy włókien opisanym w dysertacji jest zwiększanie średnicy włókien wraz z wiekiem u kogutów i kapłonów w tracie całego okresu badania. Analogiczne wyniki otrzymano u rasy Leghorn (Gesek i wsp., 2019b), natomiast u zielononóżki kuropatwianej (Gesek i wsp., 2017) w ostatnich 24. i 28. tygodniu średnice mierzonych włókien nie zmieniały się.

Analizując zmiany średnicy olbrzymich włókien mięśniowych istotne różnice wykazano u kogutów w 12. i 20. tygodniu odchowu. Średnice włókien olbrzymich zwiększały się w obu grupach przez cały okres wzrostu ptaków. Gesek i wsp (2019b) u Leghornów wykazali różnice w 16. tygodniu odchowu z wyższymi wartościami u kogutów. Natomiast u kogutów zielononóżek Gesek i wsp. (2017) wykazali wyższe średnice olbrzymich włókien dopiero w 24. i 28. tygodniu odchowu. Według Lin i Hsu

(2002) mniejsze włókna mięśniowe oraz włókna olbrzymie o mniejszej średnicy wpływają na kruchość i walory smakowe mięsa.

Narządy wewnętrzne kogutów i kapłonów zostały również poddane szczegółowej analizie histologicznej, celem wykazania różnic w obrazie morfologicznym. Głównym założeniem było sprawdzenie czy kastracja istotnie wpływa na obraz strukturalny narządów oraz czy zmienia się rozkład i ilość tkanki tłuszczowej, ponadto czy zmienia się ilość utkania limfatycznego wraz z wiekiem oraz pomiędzy badanymi grupami. Otrzymane wyniki wykazały różnice w strukturze histologicznej pomiędzy obiema grupami płciowymi i świadczą o wpływie chirurgicznej kastracji na metabolizm ptaków.

Wśród najistotniejszych różnic należy wymienić nacieki komórek limfoidalnych w narządach oraz odmienną kumulację tkanki tłuszczowej w różnych lokalizacjach. Odpowiadając na pytanie jaki wpływ ma kastracja na morfologię narządów wewnętrznych należy przeanalizować licznie diagnozowane nacieki komórkowe występujące nie tylko w błonach śluzowych. Czy poziom hormonów androgennych istotnie wpływa na to zjawisko? Różnice pomiędzy kogutami a kapłonami w częstości występowania utkania limfatycznego zostały odnotowane w błonie śluzowej oskrzeli oraz w tkance płucnej w obrębie paraoskrzeli. Różnice w nacieku komórek limfoidalnych w paraoskrzelach zostały ustanowione ogólnie pomiędzy badanym grupami oraz w 20. tygodniu z większą liczbą przypadków u kapłonów. Różnice w obecnym doświadczeniu były bardziej wyraźne niż u w doświadczeniu obejmującym Leghorny (Gesek i wsp., 2019c). U ptaków linii nieśnej jedynie w 12. tygodniu wykazano różnice statystyczne z wyższą liczba przypadków u kapłonów. Należy podkreślić, że liczba opisywanej zmiany u RIR i Leghornów była podobna. Różnice dla nacieków komórek limfoidalnych w błonie śluzowej oskrzeli zostały ustanowione ogólnie pomiędzy badanymi grupami oraz w 20. tygodniu z większą liczbą przypadków u kapłonów, co również stanowi

wyższą liczbę przypadków tej zmiany u RIR niż u Leghornów. Gesek i wsp. (2019c) nie wykazali różnic statystycznych dla tej zmiany.

W przewodzie pokarmowym nacieki komórkowe były obserwowane w różnych jego częściach i z różną częstotliwością w obu grupach płciowych, z nieznacznie wyższą liczbą przypadków u ptaków niekastrowanych, lecz bez wyraźnych różnic statystycznych. Jedyne różnice wykazano w dwunastnicy w 12. tygodniu z wyższą liczbą przypadków u kogutów. Natomiast w prostnicy wykazano wpływ wieku na częstość występowania tej zmiany u starszych ptaków. We wcześniejszych badaniach prowadzonych na rasie nieśnej Leghorn (Gesek i wsp., 2019c) nacieki komórek w przewodzie pokarmowym występowały z podobną liczbą przypadków w obu grupach. Różnice wykazano jedynie w 24. tygodniu w blaszce właściwej błony śluzowej w żołądkach gruczołowych z wyższymi wartościami u kapłonów. Ponadto w dwunastnicy w błonie śluzowej w 28. tygodniu stwierdzono większą liczbą przypadków również u kapłonów (Gesek i wsp. 2019c). U Leghornów podobnie jak w obecnym badaniu wykazano wpływ wieku na liczbę występowania nacieków limfoidalnych w prostnicy z wyższymi wartościami u ptaków starszych. Porównując te wyniki z wynikami ptaków rasy Leghorn (Gesek i wsp., 2019c) można stwierdzić, że nacieki w prostnicy zdecydowanie częściej pojawiały u ptaków starszych, jednak dużo więcej przypadków odnotowano u samców rasy Rhode Island Red.

W wątrobie nacieki komórek limfoidalnych wokół naczyń krwionośnych i przewodów żółciowych pojawiały się u ptaków w obu grupach a ilość osobników była porównywalna, bez istotnych różnic statystycznych. Gesek i współpracownicy (2019c) wykazali różnice statystyczne pomiędzy grupami a szczególnie istotne okazały się wyniki z 24. i 28. tygodnia, w których u wielkości badanych kapłonów Leghorna wykazano obecność nacieków komórkowych. U zielononóżek Zawacka i wsp. (2017) wykazali

większą liczbę występowania nacieków limfoidalnych u kapłonów we wszystkich badanych okresach.

W wątrobie poza naciekami komórek limfoidalnych opisano także nacieki komórek heterofilii wokół naczyń i przewodów żółciowych. Analiza wykazała wpływ wieku na liczebność diagnozowanej zmiany w wyższą częstością występowania u ptaków starszych.

U Leghornów wykazano podobną zależność również z istotnymi różnicami dotyczącymi wieku badanych ptaków (Gesek i wsp 2019c). U zielononóżek kuropatwianych (Zawacka i wsp., 2017) nacieki tych komórek nie były tak zauważalne.

Kolejną ważną obserwacją poczynioną w trakcie analizowania wyników histologicznych narządów wewnętrznych jest wpływ kastracji i poziomu hormonów produkowanych w jądrach na zmiany występujące w narządach układu immunologicznego oraz na poziom utkania limfatycznego w tych narządach. Podstawowym założeniem naszego doświadczenia było potwierdzenie, że poziom testosteronu wpływa na zmniejszenie liczby komórek limfatycznych w śledzionie, grasicy czy torbie Fabrycjusza. We wcześniejszych badaniach zaobserwowano, że u dorosłych kogutów wielkość i masa wymienionych narządów jest wyraźnie mniejsza (Chen i wsp., 2010a).

Analizując śledzionę Leghornów Gesek i wsp. (2019c) potwierdzili wpływ wieku na ubytek limfatycznego utkania u kogutów i kapłonów. Różnice pomiędzy grupami były jeszcze bardziej widoczne w 24. tygodniu w wyższymi wartościami dotyczącymi zaniku utkania limfatycznego u kogutów. W obecnym badaniu stwierdzono identyczne różnice wskazujące wpływ wieku na ubytek limfatycznego utkania zarówno u kapłonów jak i kogutów z wyższymi wartościami u ptaków starszych.

W torbie Fabrycjusza w pierwszych tygodniach zanik utkania limfatycznego był nieznaczny, lecz w 20., 24. i 28. tygodniu wykazano istotne różnice statystyczne pomiędzy kogutami i kapłonami w wysoką intensywnością zaników u kogutów (obserwowaną u większości kogutów), co pozwoliło ustalić wpływ płci na występowanie tej zmiany. Podobnie wykazano dla proliferacji tkanki łącznej międzypęcherzykowej, również ustanawiając różnice pomiędzy badanymi grupami z wyższymi wartościami u kogutów. U Leghornów Gesek i wsp. (2019c), podobnie wykazali wpływ płci dla występowania proliferacji tkanki łącznej międzypęcherzykowej, natomiast zanik utkania limfatycznego u kogutów nie był tak wyraźny jak w obecnym doświadczeniu (wysoką intensywność zaniku utkania limfatycznego w torbie Fabrycjusza odnotowano tylko u najstarszych 28-tygodniowych kogutów). Co pozwala wysnuć przypuszczenie, że koguty linii nieśnej są mniej podatne na ubytek limfatycznego utkania, a co za tym idzie cechują się wyższą odpowiedzią humoralną.

W grasicy badanych ptaków wykazano wpływ wieku oraz wpływ płci na zanik limfatycznego utkania (z istotnymi różnicami w 16. i 20. tygodniu). Różnice nie były tak intensywne jak w torbie Fabrycjusza, ale również świadczą o wpływie hormonów płciowych na poziom utkania limfatycznego w narządach. U Leghornów linii nieśnej intensywność zaników w grasicy i różnice pomiędzy grupami kształtowały się podobnie z wyższymi wartościami u kogutów, również z wykazaniem różnic pomiędzy grupami płciowymi (Gesek i wsp. 2019c).

Ubytek utkania limfatycznego w narządach limfatycznych jest zjawiskiem naturalnym postępującym wraz z wiekiem ptaków. Takie rezultaty w obrazie narządów immunologicznych to naturalne następstwo dorastania i dojrzewania samców (Fletcher i Abdul-Aziz, 2008). Wyniki obecnych badań jednoznacznie wskazują na korelacje pomiędzy zabiegiem kastracji a poziomem utkania limfatycznego. Szczególnie różnice

uwidoczniono w torbie Fabrycjusza, gdzie od 20. tygodnia ubytek utkania limfatycznego u kogutów był intensywny a u kapłonów pozostawał na niezmienionym poziomie. Niezbędne są kolejne badania połączone z badaniami serologicznymi, ustalające zależność pomiędzy kastracją ptaków a statusem immunologicznym oraz ustaleniem czy zabieg kastracji może istotnie wpływać na poziom odporności u kastrowanych ptaków (reakcja na szczepienia ochronne, poziomy przeciwciał indukowane szczepieniami).

Do zmian najbardziej istotnych w kontekście wpływu kapłonowania samców należą zmiany rozmieszczenia oraz ilości odkładającej się tkanki tłuszczowej w organizmie. Wielu autorów (Sinanoglou i wsp., 2011, Amorin i wsp., 2016, Zawacka i wsp., 2017, Gesek i wsp., 2017, 2019a, b, c) udowodniło, że obniżony poziom androgenów zwiększa odkładanie tkanki tłuszczowej wewnątrz jam ciała, pod skórą, w tkance mięśniowej, czy też w narządach wewnętrznych. W niniejszym doświadczeniu poza analizą kumulacji tkanki tłuszczowej w mięśniach piersiowych i udowych przeanalizowano odkładanie tkanki tłuszczowej w narządach wewnętrznych. W żołądku mięśniowym przeanalizowano obszar wokół naczyń krwionośnych w warstwie mięśniowej. Kumulacja tkanki w tej lokalizacji była stwierdzana u wszystkich badanych kapłonów od 16. tygodnia. W przypadku kapłonów w 24. i 28. tygodniu odchowu, zdecydowana większość osobników odznaczała się wysoką kumulacją tkanki tłuszczowej, natomiast u kogutów w tym samym wieku poziom był niski lub umiarkowany. Ustalono również wpływ wieku na poziom kumulacji tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych, z wyższą liczbą przypadków u ptaków starszych. Podobne wyniki uzyskał Gesek i wsp. (2019c) w 24. tygodniu życia u kapłonów rasy Leghorn, podobnie wykazując wpływ wieku na kumulację tkanki tłuszczowej, dodatkowo wykazując również wpływ płci z wyższymi wartościami u kapłonów. Dokonując jednak analizy intensywności odkładania się tkanki tłuszczowej

w tej lokalizacji należy zauważyć wyższą intensywność u kapłonów RIR niż u Leghornów, co wskazuje że ogólnoużytkowa rasa Rhode Island Red jest bardziej predysponowana do odkładania tkanki tłuszczowej niż rasy nieśne. Rikimaru i wsp. (2009) wykazali, że masa żołądka mięśniowego jest wyższa u osobników kastrowanych w 26. i 30. tygodniu odchowu. U kapłonów Taiwan Country Chicken Chen i wsp. (2006) również wykazali większą masę żołądków. U zielononóżki kuropatwianej Zawacka i wsp. (2017) także uzyskali wyższe wyniki masy żołądków u 16., 20. i 28. tygodniowych kapłonów. Odkładanie tkanki tłuszczowej i wysoka jej koncentracja u kapłonów wpływa zapewne na walory kulinarne mielca, który jest elementem/podrobem jadalnym.

Elementem niejadalnym ale uwidaczniającym odkładanie tkanki tłuszczowej jest jelito ślepe, w którego tkance podśluzowej diagnozowano tkankę tłuszczową. W tej lokalizacji wskazano wpływ płci na częstość występowania tkanki tłuszczowej, z wyższymi wartościami u kapłonów. Ponadto posługując się trzy-punktową skalą wykazano wyższą intensywność u kapłonów widoczną już od 16. tygodnia. Wykazana intensywność kumulacji tkanki tłuszczowej diametralnie różni się od wcześniejszych doniesień. U Leghornów w tej lokalizacji niską i umiarkowaną intensywność wykazano u kapłonów w 28. tygodniu, lecz nie u wszystkich badanach sztuk (Gesek i wsp. 2019c).

W wątrobach pobranych od ptaków rasy Leghorn (Gesek i wsp., 2019c) prześledzono jak często występuje zwyrodnienie tłuszczowe hepatocytów. Analiza wykazała wpływ płci na częstość występowania zwyrodnienia tłuszczowego, z intensywnością umiarkowaną i niską. W przypadku obecnego doświadczenia odnotowano tylko jeden przypadek zwyrodnienia tłuszczowego na poziomie umiarkowanym u kapłona w 24. tygodniu odchowu. Zawacka i wsp. (2017) u zielononóżki kuropatwianej zaobserwowali zwyrodnienie tłuszczowe na poziomie umiarkowanym u 5 kapłonów i u 1 na poziomie niskim, u kogutów uzyskane wyniki były

odwrotne. Autorzy badania założyli, że wyższa zawartość tłuszczu może być przyczyną wyższej masy narządu. Wyniki otrzymane w naszym eksperymencie oraz podobne wnioski otrzymane w trakcie badań nad rasami zielononóżki kuropatwianymi (Zawacka i wsp., 2018) oraz Leghornami (Gesek i wsp., 2019c) dowodzą, że wyższa masa narządów wewnętrznych jest zależna od odkładania się tkanki tłuszczowej u ptaków poddanych zabiegowi kastracji. Założenie to potwierdziło się w badaniach prowadzonych na innych rasach ptaków takich jak kurczęta Nara (Rahman i wsp., 2004), japońskich kapłonach Hinai-jidori (Rikimaru i wsp., 2009), a także u kapłonów rasy Redbro (Symeon i wsp., 2010). Ostatnią lokalizacją w której wykazano kumulację tkanki tłuszczowej był obszar wokół naczyń krwionośnych w mięśniu sercowym. Analiza wykazała wpływ płci na występowanie tkanki tłuszczowej w tej lokalizacji w wyższą liczbą przypadków u kapłonów. Co ciekawe we wcześniejszych badaniach Gesek i wsp. (2019c), nie odnotowali takiej kumulacji. Rikimaru i wsp. (2009) wykazali, że masa całkowita narządu jest wyższa u osobników niekastrowanych przez cały czas odchowu. Można więc przypuszczać, iż masa serca nie jest uzależniona od ilości kumulowanej tkanki tłuszczowej. Natomiast kolejne badania sensoryczne są niezbędne celem ustalenia czy kumulacja tkanki tłuszczowej wpływa na walory kulinarne serc kapłonów.

Przedstawione w wynikach i omówione zmiany histopatologiczne w mięśniach oraz narządach wewnętrznych świadczą o wysokiej wartości elementów jadalnych pozyskiwanych od kapłonów rasy Rhode Island Red. Wyniki te mogą posłużyć dalszym badaniom nad rasą, ale także zapoczątkować inne rozważania, które będą miały na celu wdrożenie na stałe do przemysłu drobiarskiego produkcji wysokiej jakości mięsa kapłonów.

9. Wnioski

- Porównanie występujących zmian histopatologicznych w badanych mięśniach nie wykazało różnic pomiędzy grupami płciowymi w liczbie zmian patologicznych, poza kumulacją tkanki tłuszczowej, która jest zmianą pożądaną.

- Analiza lokalizacji i koncentracji tłuszczu w mięśniach wykazała wyższą jej kumulację w mięśniach udowych, z wyższą intensywnością u kapłonów od 16 tygodnia wokół naczyń krwionośnych, w omięsnej i śródmięsnej.

- Średnica włókien mięśniowych w mięśniu piersiowym zwiększała się wraz z wiekiem u kogutów i kapłonów w tracie całego okresu badania. Drobniejsze włókna wykazano u kapłonów w 12. i 16. tygodniu odchowu. Drobniejsze włókna olbrzymie wykazano u kapłonów w 12. i 20. tygodniu odchowu. Analiza badań własnych oraz danych literaturowych pozwalają stwierdzić, że mniejsze średnice włókien wpływają na walory kulinarne mięsa.

- Analiza mikroskopowa narządów wewnętrznych nie wykazała, aby zabieg kastracji wpływał na pojawienie się zmian morfologicznych mogących pogarszać zdrowie kapłonów. Wręcz przeciwnie, u kapłonów już od wczesnych etapów odchowu obserwuje się niższy ubytek limfatycznego utkania w narządach limfatycznych oraz w rozsianej tkance limfatycznej w narządach.

- Kumulacja tkanki tłuszczowej w narządach wewnętrznych świadczy o zmienionym metabolizmie tłuszczu u kapłonów, co jest korzystne w narządach/podrobach jadanych. Odkładanie tkanki tłuszczowej i wysoka jej koncentracja u kapłonów wpływa zapewne na walory kulinarne mielca i serca.

- Całość otrzymanych wyników pozwala na stwierdzenie, że kapłony w 20. tygodniu życia cechują się optymalną wagą, wysokimi poziomami tkanki tłuszczowej w mięśniach szkieletowych, co pozwoli pozyskać od nich wysokiej jakości mięso.

- Wyniki badań własnych połączone z analizą wyników badań innych autorów opierające się na porównaniu koncentracji tkanki tłuszczowej w mięśniach kapłonów Rhode Island Red, zielononóżek kuropatwianych oraz Leghornów, pozwalają na stwierdzenie, że to mięśnie kapłonów karmazyna odznaczają się wyższym i intensywniejszym poziomem odkładania tkanki tłuszczowej wokół naczyń krwionośnych, w omięsnej i śródmięsnej, co czyni koguty Rhode Island Red optymalnym wyborem do produkcji kapłonów.

10. Piśmiennictwo

1. Adamski M., Kuźnicka J., Banaszak M., Wegner M.: The analysis of meat of Sussex cockerels and capons (S11) at different ages. Poultry Science, 2016, 95, 125-152.
2. Alexandratos N., Bruinsma J.: *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*. ESA working paper No. 12-03. FAO, Rome, Italy.
3. Amorim A., Rodrigues S., Pereira E., Valentim R., Teixeira A.: Effect of caponisation on physicochemical and sensory characteristics of chickens. Animal, 2016, 10, 978-986.
4. Barbut S., Zhang L. and Marcone M.: Effects of Pale, Normal, and Dark Chicken Breast Meat on Microstructure, Extractable Proteins, and Cooking of Marinated Fillets. Poultry Science, 2005, 84, 797–802.
5. Berri C., Debut M., Sante-Lhoutellier V., Arnould C., Boutten B., Sellier N., Baeza E., Jehl N., Jego Y., Duclos M. J., Le Bihan-Duval E.: Variations in chicken breast meat quality: implications of struggle and muscle glycogen content at death. British Poultry Science, 2005, 46, 572–579.
6. Bruijnis, M. R. N., v. Blok, e. N. Stassen, and h. G. J. Gremmen.: Moral "Lock-in" in responsible innovation: the ethical and social aspects of killing day-old chicks and its alternatives. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 2015, 28, 939–960.
7. Brümmer N., Christoph-Schulz I., Rovers A. K.: Consumers perspective on dual-purpose chickens. Pages 164-169, Proceedings of the 11th International European Forum on System Dynamics and Innovation in Food Networks, February 13-17 2017, Deiters, J. Rickert, U. Schiefer, G., editors University of Bonn, Germany.

8. Bueschke M., Kulczyński B., Grazma- Michałowska A., Kubiak T.: *Alternatywne źródła białka w żywieniu człowieka*. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, 2017, 17(3), 48-59.
9. Calik J., Krawczyk J., Świątkiewicz S., Gąsior R., Wojtycza K., Połtowicz K., Obrzut J., Puchała M.: Comparison of the physicochemical and sensory characteristics of Rhode Island Red (R-11) capons and cockerels. Annal of Animal Science, 2017, 17, 903-917.
10. Calik J., Obrzut J.: Physicochemical characteristics of meat from capons derived from the crossing of conserved breed hens and meat roosters. Poultry Science, 2023, 102,102500.
11. Calik J., Połtowicz K., Świątkiewicz S., Krawczyk J., Nowak J.: 2015.: Effect of caponization on meat quality of Greenleg Partridge cockerels. Annal of Animal Science, 2015, 15, 541-553.
12. Calik J., Świątkiewicz S., Obrzut J., Połtowicz K., Krawczyk J.: Effects of caponization on growth performance and meat physicochemical properties of crossbred chickens. Annals of Animal Science, 2020, 4, 1509-1525.
13. Calik J.: Capon production – breeding stock, rooster castration and rearing methods, and meat quality – a review. Annal of Animal Science, 2014, 14, 769-777.
14. Chen K.L., Chi W.T., Chiou P.W.S.: Caponization and testosterone implantation effects on blood lipid and lipoprotein profile in male chickens. Poultry Science, 2005, 84, 547-552.
15. Chen K.L., Hsieh T.Y, Chiou P.W.S.: Caponization effects growth performance and lipid metabolism in Taiwan country cockerels. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 2006, 19, 438-443.

16. Chen T.T., Huang C.C., Lee T.Y., Lin K.J, Chang C.C., Chen K.L.: Effect of caponization and exogenous androgen implantation on muscle characteristics of male chicken. Poultry Science, 2010b, 89, 558-563.
17. Chen, K. L., S. M. Tsay, P. W. S. Chiou, C. P. Sun, And B. C. Weng.: Effects of caponisation and different forms of exogenous androgen implantation on immunity in male chicks. Poultry Science 2010a, 89, 887–894.
18. Chen, K. L., S. M. Tsay, P.W. S. Chiou, T. W. Chen, And B. C. Weng.: Effect of caponization and testosterone implantation on immunity in male chickens. Poultry Science, 2009, 88, 1832–1837.
19. Choo Y. K., Oh S. T., Lee K., Kang C. W., Kim H. W., Kim C. J., Kim E. J., Kim H. S., An B. K.: The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of egg-type male growing chicken and white-mini broiler in comparison with commercial broiler (Ross 308). Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 2014, 34, 622–629.
20. Cui X., Liu R., Cui H., Zhao G., Zheng M., Li Q., Liu J., Liu Z., Wen J.: Effects of caponization and ovariectomy on objective indices related to meat quality in chickens. Poultry Science, 2017, 96, 770-777.
21. Dumanowski J., Pawlas A., Poznański J. (2010). Sekrety kuchmistrzowskie Stanisława Czernieckiego. Przepisy z najstarszej polskiej książki kucharskiej z 1682 roku. Wydawnictwo Muzeum - Pałac w Wilanowie, Warszawa, 143 ss.
22. Duran A.M.: The effect of caponization on production indices and carcass and meat characteristics in free-range Extremena Azul chickens. Spanish Journal of Agricultural Research, 2004, 2, 211-216
23. Essien A., Akpet S.O., Ukorebi B.A, Orok E.E., Akinola L.A.F., Ayuk E.A., Adejumo D.O.: Growth and agonistic responses of Yaffa breed cockerels

administered testosterone propionate. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, 2012, 2, 2224-3208.

24. Fanatico A. C., Pillai P. B. , Cavitt L. C., Emmert J. L., Meullenet J. F. and Owens C. M.: Evaluation of Slower-Growing Broiler Genotypes Grown with and Without Outdoor Access: Sensory Attributes. Poultry Science, 2006, 85, 337–343.
25. Fletcher, O. J., And Abdul-Aziz T.: Lymphoid system in avian histopathology, edited By O. J. Fletcher 2008, 24–57. Jacksonville: AAAP.
26. Gesek M., Murawska D., Otrocka-Domagała I., Michalska K., Zawacka M.: Effects of caponization and age on the histology, lipid localization and fiber diameter in muscles from Leghorn cockerels. Poultry Science, 2019b, 98, 1354-1362.
27. Gesek M., Murawska D., Otrocka-Domagała I., Paździor-Czapula K., Michalska K.: Effects of caponisation and age on the histology of the internal organs of Leghorn cockerels. British Poultry Science, 2019c, 60, 176-185.
28. Gesek M., Murawska D., Otrocka-Domagała I.: Three-point scale of lipid concentration and localization in muscle tissue of bird using Oil Red O staining. Annal of Animal Science, 2019a, 19, 539-552.
29. Gesek M., Otrocka-Domagała I., Sokół R., Paździor-Czapula K., Lambert B.D., Wiśniewska A.M., Żechowicz M., Mikiewicz M., Korzeniowska P.: Histopathological studies of the heart in three lines of broiler chickens. British Poultry Science, 2016, 57, 219-226.
30. Gesek M., Paździor K., Otrocka-Domagała I., Rotkiewicz T., Szarek J.: Fibromuscular dysplasia in arteries and in a vein in broiler chickens. Polish Journal of Veterinary Sciences, 2013b, 16, 93-99.

31. Gesek M., Sokół R., Welenc J., Tylicka Z., Korzeniowska P., Kozłowska A., Wiśniewska A.M., Otrocka-Domagała I.: Histopathological Observations of the Internal Organs during Toltrazuril (Baycox®)Treatment against Naturally Occurring Coccidiosis in Japanese Quail. Pakistan Veterinary Journal, 2015, 35, 479-483.
32. Gesek M., Szarek J., Otrocka-Domagała I., Babińska I., Paździor K., Szweda M., Andrzejewska A., Szynaka B.: Morphological pattern of the livers of different lines of broiler chickens during rearing. Veterinarni Medicina, 2013a, 58, 16-24.
33. Gesek M., Zawacka M., Murawska D.: Effects of caponization and age on the histology, lipid localization, and fiber diameter in muscles from Greenleg Partridge cockerels. Poultry Science, 2017, 96, 1759-1766.
34. Gremmen, B., M. R. N. Bruijnis, V. Blok, And E. N. Stassen.: A public survey on handling male chicks in the dutch egg sector. Journal Of Agricultural And Environmental Ethics, 2018, 31: 93–107.
35. Gryzińska M., Strachecka A., Krauze M.: Concentration of progesterone in blood serum in hens of the Polbar breed depending on age. Annales UMCS, Zootechnica, 2011, 29, s. 46-60.
36. Kluk J.K.: Zwierząt domowych i dzikich osobliwie kraiowych, historyi naturalney początki i gospodarstwo: potrzebnych i pożytecznych domowych. O ptastwie Scholarum Piarum, 1779,Warszawa, 2: 129–131.
37. Koenig M., Hahn G., Damme K., Schmutz M.: Utilization of laying-type cockerels as coquelets: Influence of genotype and diet characteristics on growth performance and carcass composition. Archiv Fur Geflugelkunde, 2012, 76, 197–202.

38. Kolasińska D.: *Brojlery i indyki; jakie koszty chowu?* Agrofakt.pl https://www.agrofakt.pl/brojlery-i-indyki-jakie-koszty-chowu, 2017.
39. Krawczyk J., Calik J.: Ocena jakości jaj kur Objętych Programem Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt, ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość. 2018, 25, 3 (116), 140 – 150.
40. Kwiecień M., Kasperek K., Grela E., Jeżewska-Witkowska G.: Effect of caponization on the production performance, slaughter yield and fatty acid profile of muscles of Greenleg Partridge cocks. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52, 7227-7235.
41. Leenstra F., Maurer V., Galea F., Bestman G., Amsler – Kepalaite Z., Visscher J., Vermeij I. and Marinus van Krimpen: Laying hen performance in different production systems; why do they differ and how to close the gap? Result of discussion with groups of farmers in The Netherlands, Switzerland and France, benchmarking and model calculations, European Poultry Science, 2014, 78, 1612-9199.
42. Lin C.Y., Hsu J.C.: Effects of surgical caponization on growth performance, fiber diameter and some physical properties of muscles in Taiwan country chicken cockerels. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 2002, 15, 401-405.
43. Mahmud M.A., Shaba P., Gana J., Yisa H.Y., Ndagimba R.: Effects of surgical caponisation on growth, carcass and some hematological parameters in cockerel chickens. Sokoto Journal of Veterinary Science, 2013, 11, 57–62.
44. Maiorano G.: Meat defects and emergent muscle myopathies in broiler chickens: implications for the modern poultry industry. Scientific Annals of Polish Society of Animal Production, 2017, 3, 43-51.

45. Mazzoni M., Petracci M., Meluzzi A., Cavani C., Clavenzani C., Sirri F.: Relationship between pectoralis major muscle histology and quality trails of chicken meat. Poultry Science, 2015, 94, 123-130.
46. Mench J.A., van Tienhoven A., Marsh J.A., McCormick C.C., Cunningham D.L., Baker R.C.: Effects of Cage and Floor Pen Management on Behavior, Production, and Physiological Stress Responses of Laying Hens. Poultry Science, 1986, 65, 1058-1069.
47. Miguel J.A., Ciria J., Asenjo B., Calvo J.L.: Effect of caponisation on growth and on carcass and meat characteristics in Castellana Negra native Spanish chickens. Animal, 2008, 2, 305-311.
48. Mir N. A., Rafiq A., Kumar F., Singh V., Shukla V.: Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. Journal of Food Science and Technology, 2017, 54, 2997–3009.
49. Mueller S., Kreuzer M., Siegrist M., Mannale K., Messikommer R. E., Gangnat I D M: Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. Poultry Science, 2018, 97, 3325–3336.
50. Murawska D., Bochno R., Michalik D., Janiszewska M.: Age – related changes in the carcass tissue composition and distribution of meat and fat with skin in carcasses of laying – type cockerels. Archiv Fur Geflugelkunde, 2005, 69, 105-110.
51. Murawska D., Bochno R.: Comparison of the slaughter quality of Layer-Type cockerels and Broiler Chickens. Journal of Poultry Science, 2007, 44, 105-110.
52. Murawska D., Gesek M., Witkowska D. 2019. Suitability of layer-type male chicks for capon production. Poultry Science, 98, 3345–3351.

53. Murawska D., Kozłowski K., Tomaszewska K., Brzozowski W., Zawacka M., Michalik D.: Age – related changes in the tissue composition of carcass parts and in the distribution of lean meat, fat with skin and bones in turkey carcasses. European Poultry Science, 2015, 79, 1612-9199.
54. Petracci M., Mudalal,, S. Soglia F. and Canavani C.: Meat quality in fast-growing broiler chickens. World's Poultry Science Journal, 2015, 71, 363 – 374.
55. Połtowicz K., Krawczyk J., Calik J., Obrzut J., Sosnówka-Czajka E., Skomorucha I., Nowak J.: Wykorzystanie rodzimych ras drobiu w produkcji mięsa Instytut Zootechniki PIB, Zakład Hodowli Drobiu, 2020, 32-083.
56. Puchała M, Krawczyk J., Calik J.: Influence of Origin of Laying Hens on the Quality of Their Carcasses and Meat After the First Laying Period, Annal of Animal Science, 2014, 14(3), 685–696.
57. Quaresma, M. A. G., I. C. Antunes, M. F. Ribeiro, S. Prazeres, R. J. B. Bessa, And P. M. Da Costa.: Immunocastration as an alternative to caponisation: evaluation of its effect on body and bone development and on meat color and composition. Poultry Science, 2017, 96, 3608–3615.
58. Queiroz S.A,, Cromberg V.U.: Aggressive behavior in the genus Gallus sp. Brazilian Journal of Poultry Science 2006, 8, 1-14.
59. Rahman M.M., Islam M.A., Ali M.Y., Khondaker M.E.A., Hossain M.M.: Effect of caponization on body weight, hematological traits and blood cholesterol concentration of Nara chickens. International Journal of Poultry Science, 2004, 3, 284-286.
60. Rikimaru, K., M. Yasuda, M. Komastu, And J. Ishizuka.: Effects of caponisation on growth performance and carcass traits in hinai-jidori chicken. Journal Of Poultry Science 2009, 46, 351–355.

61. Romaniuk K.: Kastrowanie kur (kapłonienie) w opisie mgr nauk weterynaryjnych Jakuba Henryka Lewandowskiego (1858). Polskie Drobiarstwo, 2011, 3, 20–21.
62. Shao Y.G., Wu C.X., Li J.Y., Zhao C.J.: The effects of different caponization age on growth performance and blood parameters in male Tibetan chicken. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 2009, 4, 228–236.
63. Shimmura T., Ohashi S., Yoshimura T.: The highest-ranking rooster has priority to announce the break of dawn. Scientific Reports, 2015, 5, 11683.
64. Sinanoglou V.J., Mantis F., Miniadis-Meimaroglou S., Symeon G.K., Bizelis I.A.: Effects of caponisation on lipis and fatty acid composition of intramuscular and abdominal fat of medium-growth broilers. British Poultry Science, 2011, 52, 310-317.
65. Sirri F., Bianchi M., Petracci M., Meluzzi A.: Influence of partial and complete caponization on chicken meat quality. Poultry Scirnce, 2009, 88, 1466-1473.
66. Sokołowicz Z., Krawczyk J., Świątkiewicz S. 4. Quality of poultry meat from native chicken breeds - A review. Annal of Animal Science, 2016, 16, 347–368.
67. StatSoft Inc. 2010. STATISTICA, version 10. StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA.
68. Symeon G.K., Mantis F., Bizelis I., Kominakis A., Rogdakis E.: Effects of caponization on growth performance, carcass composition, and meat quality of medium growth broilers. Poultry Science, 2010, 89, 1481-1489.
69. Symeon, G. K., F. Mantis, I. Bizelis, A. Kominakis, And E. Rogdakis.: Effects of caponisation on growth performance, carcass composition and meat quality of males of a layer type. Animal, 2012, 6, 2023–2030.
70. Wang Ch. ,Yang C., Zeng Y. and Zhang M.: GnRH-immunocastration: an alternative method for male animal surgical castration. Frontiers, 2023, 10.

71. Żakowska-Biemans, S, Tekień. A.: Free Range, Organic Polish Consumers Preferences Regarding Information on Farming System and Nutritional Enhancement of Eggs: A Discrete Choice Based Experiment. *Sustainability* 2017, *9*.
72. Zawacka - Chaberek M., Wójcik A.: Kapłon – popularny w kuchni staropolskiej, czy powróci na nasze stoły?. Przegląd hodowlany, 2020, 6, pp. 16-18.
73. Zawacka M., Gesek M. , Michalik D., Murawska D.: Changes in the content of edible and non-edible components and distribution of tissue components of cockerels and capons. Spanish Journal Of Agricultural Research, 2018, 16(1), 2171-9292.
74. Zawacka M., Murawska D., Gesek M.: The effect of age and castration on the growth rate, blood lipid profile and liver histology in Greenleg Partridge cockerels and capons. Animal, 2017, 11, 1017-1026.