

**UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy**

**RADA NAUKOWA DYSCYPLINY
ZOOTECHNIKA I RYBACTWO**

ROZPRAWA DOKTORSKA

**w formie zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów
naukowych w dyscyplinie zootechnika i rybactwo**

mgr inż. Jakub Biesek

**ZASTOSOWANIE ALTERNATYWNYCH DO POEKSTRAKCYJNEJ
ŚRUTY SOJOWEJ ŹRÓDEŁ BIAŁKA W ASPEKCIE JAKOŚCI
SUROWCÓW DROBIARSKICH**

*The use of alternative protein sources to soybean meal
in terms of the quality of poultry raw materials*

**DZIEDZINA: nauki rolnicze
DYSCYPLINA: zootechnika i rybactwo**

PROMOTOR

PROF. DR HAB. INŻ. MAREK ADAMSKI
KATEDRA HODOWLI ZWIERZĄT
WYDZIAŁ HODOWLI I BIOLOGII ZWIERZĄT
UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY IM. J. J. ŚNIADECKICH W BYDGOSZCZY

PROMOTOR POMOCNICZY

DR INŻ. MARCIN HEJDYSZ
KATEDRA HODOWLI ZWIERZĄT I OCENY SUROWCÓW
WYDZIAŁ MEDYCZYNY WETERYNARYJNEJ I NAUK O ZWIERZĘTACH
UNIWERSYTET PRZYRODNICZY W POZNANIU

**BYDGOSZCZ
2020**

Źródło finansowania

Pracę wykonano w ramach zadania 4.4. pt. „Ocena jakościowa surowców zwierzęcych wyprodukowanych na bazie rodzimych źródeł białka roślinnego” Programu Wieloletniego Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Zwiększenie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju” [Rozporządzenie nr 222/2015].

Podziękowania

Składam podziękowania Panu prof. dr. hab. inż. Markowi Adamskiemu za szansę, którą otrzymałem poprzez realizację prac badawczych prowadzących do napisania dysertacji doktorskiej.

Dziękuję za wszelką pomoc merytoryczną, która pozwoliła mi na samorozwój i zdobywanie nowej wiedzy w zakresie nauk drobiarskich, za możliwości współpracy na szczeblu krajowym i międzynarodowym, które mnie ukształtowały zawodowo.

Składam podziękowania Panu dr. inż. Marcinowi Hejdyszowi za pomoc merytoryczną w realizacji prac naukowych.

Dziękuję za nieustanne wsparcie i pomoc na każdym etapie rozwoju naukowego i zawodowego Pani dr inż. Joannie Kuźniackiej.

Dziękuję za nieustanne wsparcie i wskazówki na każdym etapie rozwoju naukowego i zawodowego Panu dr. inż. Mirosławowi Banaszakowi.

Dziękuję Rodzicom za możliwości, które pozwoliły mi na samorozwój oraz realizację naukową i zawodową.

SPIS TREŚCI

1. Wykaz artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej.....	6
2. Uzasadnienie spójności tematycznej cyklu publikacji rozprawy.....	7
3. Cel badań i hipoteza badawcza	8
4. Wstęp i przegląd piśmiennictwa	9
5. Materiał i metody	12
5.1. A. Odchów gęsi	12
5.2. B. Odchów kaczek.....	12
5.3. A.b. Parametry produkcyjne	13
5.4. A.b. Ubój, dysekcja i jakość mięsa	13
5.6. A.b. Analiza statystyczna	14
6. Wyniki	15
6.1. A. Gęsi	15
6.2. B. Kaczki	15
7. Dyskusja	16
7.1. Wyniki produkcyjne i charakterystyka tuszki.....	16
7.1.1. A. Gęsi	16
7.1.2. B. Kaczki	16
7.2. Jakość mięsa	17
8. Podsumowanie i wnioski.....	19
9. Literatura	20
10. Streszczenie.....	25
11. Abstract.....	26
12. Załączniki.....	27
12.1. Kopie artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej.....	28
12.2. Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej	49
12.3. Oświadczenie współautorów artykułów naukowych	50

1. WYKAZ ARTYKUŁÓW NAUKOWYCH STANOWIĄCYCH CYKL PUBLIKACJI ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Dysertacja doktorska przedstawiona jest w formie cyklu prac naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych z wykazu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego o łącznej punktacji 120,00 i sumarycznym wskaźniku Impact Factor: 2,930.

A. Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Adamski M. 2020. The Quality of Carcass and Meat from Geese Fed Diets with or without Soybean Meal. *Animals*, 10(2), 200. DOI: 10.3390/ani10020200, pkt. 100, Impact Factor: 2,323.

B. Biesek J., Kuźniacka J. 2020. The Effect of a Balanced Diet Containing Yellow Lupin (*Lupinus luteus* L.) on Carcass and Meat Quality of Broiler Ducks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(2), eRBCA-2019-1145. DOI: 10.1590/1806-9061-2019-1145, pkt. 20, Impact Factor: 0,607.

2. UZASADNIENIE SPÓJNOŚCI TEMATYCZNEJ CYKLU PUBLIKACJI ROZPRAWY

Planowana ustawa zabraniająca stosowania roślin genetycznie modyfikowanych w mieszankach paszowych, m.in. poekstrakcyjnej śruty sojowej, która miała wejść w życie w roku 2019 (została odroczone na 1 stycznia 2021 roku, a następnie prolongowana do 1 stycznia 2023 roku zgodnie z poselskim projektem ustawy o zmianie ustawy o paszach) i zakaz stosowania mączek mięsno-kostnych w produkcji drobiarskiej (Ustawa z dnia 23 sierpnia 2001 roku o środkach żywienia zwierząt, Dz.U. Nr 123, poz. 1350 oraz z 2003 roku. Nr 122, poz. 1144) przyczyniły się do poszukiwania alternatywnych źródeł białka w żywieniu zwierząt. Istnieje wiele możliwości stosowania roślinnych źródeł białka, suszonego wywaru gorzelnianego z substancjami rozpuszczalnymi (DDGS), białka z zielonej biomasy, drożdży piwowskich, a także białka ziemniaczanego. Źródło białka stanowią także owady. Jednym z gatunków roślin strączkowych, o dużej zawartości białka, jest łubin żółty (*Lupinus luteus* L.). Na jakość mięsa wpływa wiele czynników, jednakże żywienie jest jednym z ważniejszych. Jakość mięsa to szereg cech, które świadczą o przydatności surowca do dalszej obróbki technologicznej oraz do spożycia. Mięso drobiu wodnego charakteryzuje specyficzny smak i dobra jakość. Obecnie, wrasta zainteresowanie mięsem kaczym i gęsim na rynku konsumenckim, co przekłada się na zwiększoną produkcję. Opisywane prace badawcze uzasadnia się spójnością materiału użytego w doświadczeniach. W obu testach analizowano efekt stosowania mieszanek paszowych zbilansowanych w oparciu o nasiona łubinu żółtego jako białkowy materiał paszowy wiodący, z dodatkiem białka ziemniaczanego i drożdży piwowskich na jakość surowców pozyskanych od gęsi i kaczek, które należą do gatunków zaliczanych do drobiu wodnego (Dyrektywa UE 90/539/EEC). Testy doświadczalne przeprowadzono w warunkach komercyjnych, w gospodarstwach drobnotowarowych, gdzie uzyskiwano finalny surowiec, jakim jest mięso gęsie i kacze.

3. CEL BADAŃ I HIPOTEZA BADAWCZA

Celem badań było porównanie i ocena wyników produkcyjnych, cech tuszki oraz jakości mięsa, wyrażonej parametrami fizykochemicznymi mięśni piersiowych oraz nóg, pochodzących od różnych gatunków drobiu wodnego, żywionych mieszankami paszowymi zbilansowanymi w oparciu o łubin żółty, jako wiodący białkowy materiał paszowy, z dodatkiem białka ziemniaczanego oraz drożdży piwowarskich, jako alternatywne źródła białka do powszechnie stosowanego wysokobiałkowego materiału paszowego – poekstrakcyjnej śruty sojowej.

Hipoteza badawcza: Żywienie drobiu wodnego mieszankami paszowymi zbilansowanymi w oparciu o łubin żółty jako wiodący białkowy materiał paszowy, białko ziemniaczane oraz drożdże piwowarskie ma wpływ na efektywność produkcji, cechy tuszki oraz fizykochemiczne mięśni piersiowych i nóg, świadczących o jakości mięsa.

4. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

Poekstrakcyjna śruta sojowa stanowi materiał paszowy powszechnie stosowany w żywieniu zwierząt monogastrycznych, w tym drobiu [Guo i in., 2020]. Nasiona soi charakteryzuje wysoki poziom białka surowego (45-55%), w zależności od sposobu przetwarzania [Kaczmarek i in., 2016], a także są dobrym źródłem lizyny i metioniny, będących aminokwasami egzogennymi, niezbędnymi do prawidłowego wzrostu ptaków [Balastreri i in., 2016]. Różni autorzy [Akram i in., 2019; Świątkiewicz i Arczewska-Włosek, 2011] nie stwierdzili negatywnego wpływu stosowania w żywieniu genetycznie modyfikowanych nasion soi na organizmy zwierzęce. Poekstrakcyjna śruta sojowa jest często uzyskiwana z genetycznie modyfikowanych upraw, co w obecnych czasach może nie odpowiadać wymaganiom stawianym przez konsumentów [Kuźniacka i in., 2020a]. Dodatkowo, ceny poekstrakcyjnej śruty sojowej rosną, co również nie sprzyja ekonomicznej produkcji zwierzęcej [Hejdysz i in., 2015]. Wzrasta zainteresowanie alternatywnymi źródłami białka dla poekstrakcyjnej śruty sojowej w żywieniu zwierząt monogastrycznych, ze względu na zapewnienie bezpieczeństwa białkowego w kraju oraz na planowany zakaz produkcji pasz w oparciu o genetycznie modyfikowane materiały paszowe, w tym w Polsce [Biesek i in., 2020a].

W wielu badaniach naukowych jako zamienniki dla poekstrakcyjnej śruty sojowej proponowano nasiona roślin strączkowych [Olukosi i in., 2019]. Wartość odżywcza roślin strączkowych zależy od gatunku, odmiany, metod przetwarzania nasion, a także od obecności czynników antyżywniowych [Akande i Fabiyi, 2010]. Do wysokobiałkowych materiałów paszowych można zaliczyć nasiona bobiku (*Faba bean*), grochu (*Pisum sativum* L.) czy łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.), łubinu wąskolistnego (łubin niebieski, *Lupinus angustifolius* L.) i łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Zawartość białka jest relatywnie duża, przy czym łubiny zawierają 30-40% białka surowego [Rutkowski i in., 2015]. Materiałem paszowym o wysokiej zawartości białka może być również poekstrakcyjna śruta rzepakowa [Biesek i in., 2020b].

Nasiona łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.) charakteryzowała duża zawartość alkaloidów oraz nieskrobiowych polisacharydów (NSP), co limitowało jego stosowanie jako materiał paszowy, ze względu na negatywny wpływ na wyniki produkcyjne oraz spożycie paszy drobiu [Rutkowski i in., 2016], a także wykorzystanie składników pokarmowych z paszy i powodowało biegunkę u zwierząt [Jezierny i in., 2010]. Prace hodowlane związane z uprawą nowych odmian łubinów i innych roślin strączkowych pozwoliły na uzyskanie roślin o niskiej zawartości substancji antyżywniowych [Banaszak i in., 2020; Hejdysz i in., 2016; Kaczmarek i in., 2014]. Łubiny, poza dużą zawartością białka, stanowią także dobre źródło włókna strawnego i innych składników odżywczych [Kuźniacka i in., 2020b]. Wysoka strawność oraz korzystny skład aminokwasowy w białku ziemniaczanym uzasadnia jego stosowanie w koncentracie paszowym dla drobiu [Grela, 2016]. Drożdże uznawane są za dobre źródło białka oraz niektórych biopierwiastków i enzymów [Dobrzański i in., 2006].

Produkcja drobiu rozwija się dynamicznie. Wyróżnia ją wysoki poziom bezpieczeństwa, dobra jakość, a także atrakcyjne ceny surowców drobiarskich [Biesek i in., 2020b]. Do najważniejszych parametrów produkcyjnych należą przyrosty masy ciała ptaków, spożycie i zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała, a także wartość europejskiego wskaźnika wydajności rzeźnej (EWW) i śmiertelność w stadzie [Kałuża i Banaś, 2006]. Struktura produkcji mięsa drobiowego w Polsce wskazuje na większe znaczenie brojlerów kurzych oraz indyczych, które stanowią około 96% produkcji krajowej. Pozostałe 4% stanowi drób wodny.

Polska jest jednym z największych producentów gęsiny w Unii Europejskiej [Buzwała i in., 2014]. W październiku 2020 roku Polska ukłasyfikowała się na drugim miejscu w Unii Europejskiej (między Francją a Węgrami) w produkcji mięsa kaczego [www.portalspozywczy.pl]. Wskazuje to na rosnący popyt, który jednocześnie kształtuje potencjalną podaż.

Spożycie mięsa kaczego w krajach europejskich i amerykańskich jest stosunkowo niskie, w porównaniu z rynkiem azjatyckim [Molnar, 2017]. Światowa produkcja kaczek oparta jest o mieszańce towarowe, a w Polsce jest to głównie materiał pochodzący z Francji oraz Wielkiej Brytanii, tj. Pekin francuski (STAR 53 HY), Pekin angielski (SM-3 Heavy z Cherry Valley Farms), kaczka piżmowa francuska czy kaczka Orvia. Dodatkowo, w produkcji spotykane są polskie kaczki w typie Pekina [Biesiada-Drzazga i in., 2011; Kokoszyński i in., 2015]. Kaczki Cherry Valley są komercyjnymi mieszańcami towarowymi, które cechuje szybkie tempo wzrostu i dobra jakość surowca [Galić i in., 2019].

Produkcja gęsi w Polsce oparta jest o mieszańce towarowe - gęsi Białe Kołudzkie® (95% krajowej produkcji gęsiny), wytworzone z dwóch rodów hodowlanych (W-33 ♂ i W-11 ♀) [Orkusz i Michalczyk, 2020]. Duże zainteresowanie gęsiną, zwłaszcza na rynku Europy Zachodniej, związane jest z jej dobrą jakością i cechami sensorycznymi, co uzyskiwane jest dzięki tradycyjnej metodzie tuczu ziarnem owsa [Buzwała i in., 2014; Lewko i in., 2017]. Zarówno cechy organoleptyczne i sensoryczne są grupą cech, które warunkują o jakości surowca, a także o akceptacji konsumentów, natomiast ocena instrumentalna jakości surowca jest oceną obiektywną [Gornowicz i in., 2018]. Dodatkowo, cechy jakościowe mięsa są kształtowane poprzez skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne [Wójcik i Łukasiewicz, 2017].

Poziom zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH) i barwa mięsa oraz zdolność utrzymania wody w mięsie, wyrażana poprzez ocenę wodochłonności czy wycieku swobodnego są fundamentem oceny jakościowej, która pozwala na określenie przydatności surowca do dalszej obróbki technologicznej [Fletcher, 2002; Kralik i in., 2018]. Zdolność utrzymania wody w mięsie zależy w dużej mierze od czynników krótkoterminowych (ubój, pośmiertne zmiany chemiczne w mięsie, sposób przechowywania mięsa i zawartość białka w tkance mięśniowej) oraz długoterminowych (genotyp, pochodzenie, wiek, płeć, warunki środowiskowe, żywienie) [Adamski i in., 2016; Cheng i Sun., 2008; Damaziak i in., 2016; Kuźniacka i in., 2014; Pietrzak i in., 2013].

Skład chemiczny mięśni piersiowych oraz nóg, w tym zawartość białka, tłuszczu śródmięśniowego, kolagenu czy wody również świadczy o przydatności surowca [Laudadio i in., 2011]. Wieloletnia selekcja cech użytkowych drobiu była ukierunkowana na zwiększenie masy mięśniowej w tuszkach oraz mniejszą zawartość tłuszczu śródmięśniowego, podskórnego czy sadełkowego [Jiang i in., 2019], jednakże tłuszcz stanowi nośnik smaku w mięsie, co może wpływać na smakowitość surowca [Tyra i Mitka, 2015]. Gęsi charakteryzuje stosunkowo duże odfuszczenie i skłonność do jego odkładania, jednocześnie tłuszcz gęsi wyróżnia duża przyswajalność [Adamski i in., 2016].

Prowadzono wiele badań dotyczących jakości mięsa zwierząt monogastrycznych, w tym drobiu wodnego, w zależności od żywienia mieszankami paszowymi zbilansowanymi w oparciu o alternatywne źródła białka, takie jak łubiny dla poekstrakcyjnej śrutu sojowej [Banaszak i in., 2020; Bieliński i in., 1982; Biesiada-Drzazga, 2008; Biesiada-Drzazga i in., 2006; Kowalska i in., 2020; Kuźniacka i in., 2020b; 2020c; Pietrzak i in., 2013].

W badaniach Bielińskiego i in. [1982] nie stwierdzono negatywnego wpływu na odfuszczenie lub nieśność i zdrowie gęsi rzeźnych w 10. tygodniu życia oraz w czasie całego

sezonu nieśności gęsi nieśnych, gdzie zastosowano słodkie łubiny (od 12 do 15%), poekstrakcyjną śrutę rzepakową oraz drożdże. Przy udziale od 10 do 50% łubinu żółtego w żywieniu 10-tygodniowych gęsi nie wykazano negatywnego wpływu na przyrosty masy ciała, masę tuszki oraz mięśni piersiowych i nóg [Biesiada Drzazga i in., 2006; Pietrzak i in., 2013]. W innych badaniach [Biesiada-Drzazga, 2008] wykazano mniejszy udział tłuszczu oraz masę mięśni piersiowych i poziom nienasyconych kwasów tłuszczowych w mięsie pozyskanym od gęsi, gdzie żywienie zbilansowano o nasiona łubinu żółtego na poziomie od 3,8 do 12% w mieszance paszowej z dodatkiem śruty słonecznikowej, w porównaniu z żywieniem w oparciu o poekstrakcyjną śrutę sojową. Obecnie stosowane są nowe odmiany łubinów. W badaniach Kuźniackiej i in. [2020b] porównywano stosowanie łubinu żółtego, białego oraz wąskolistnego w żywieniu gęsi. Stwierdzono pozytywny efekt stosowania łubinu żółtego i białego na cechy jakości mięsa, z kolei łubin wąskolistny w mieszance paszowej wpłynął na pogorszenie wyników produkcyjnych.

Karasiński i in. [1988] stosowali łubiny niebieskie na poziomie 30% (odmiany gorzkie i słodkie). Wykazali, że udział gorzkich łubinów w mieszance paszowej miał wpływ na mniejszą masę ciała oraz częściowo na masę mięśni piersiowych kaczek. Stosując żywienie zbilansowane w oparciu o nasiona łubinu białego na poziomie od 13 do 20% w mieszance paszowej nie stwierdzono negatywnego wpływu na wyniki produkcyjne kaczek [Mihok, 1997]. Inni autorzy [Olver, 1997; Olver i Jonker, 1998] wykazali, że łubin biały i niebieski w mieszankach paszowych dla kaczek skutkowało mniejszym spożyciem paszy i przyrostami masy ciała, przy jednocześnie większym zużyciu paszy na 1 kg przyrostu masy ciała, oraz mniejszej zawartości tłuszczu i większej wody w mięsie. W innych badaniach [Banaszak i in., 2020] stwierdzono, że mieszanka paszowa z łubinem żółtym dla kaczek rzeźnych może zostać zaproponowana jako częściowy zamiennik dla poekstrakcyjnej śruty sojowej. W badaniach, gdzie porównywano jakość mięsa od kaczek żywionych w oparciu o poekstrakcyjną śrutę sojową oraz różne gatunki roślin strączkowych (łubiny, groch, poekstrakcyjna śruta sojowa) stwierdzono, że stosowanie koncentratów paszowych, gdzie stosunek łubinu żółtego do poekstrakcyjnej śruty rzepakowej wynosił od 1:0,31 do 1:0,81 wpływał korzystnie na wyniki produkcyjne kaczek [Kuźniacka i in., 2020c]. Koncentrat paszowy z udziałem łubinu żółtego na poziomie 60,10% i poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (14%) również został zarekomendowany jako alternatywny wysokobiałkowy materiał paszowy do poekstrakcyjnej śruty sojowej dla kaczek rzeźnych [Kowalska i in., 2020].

Prezentowane w pracy badania miały na celu ocenę jakości produkcji i mięsa drobiu wodnego (gęsi oraz kaczek) żywionego w oparciu o alternatywne źródła białka dla poekstrakcyjnej śruty sojowej w warunkach produkcyjnych, gdzie otrzymano finalny surowiec, tj. mięso gęsie po tuczu owsem oraz mięso kacze. Wcześniejsze badania były prowadzone w warunkach eksperymentalnych. Zasadność prowadzonych badań tłumaczona jest, tym, że w przyszłości planowany jest zakaz stosowania pasz genetycznie modyfikowanych, w tym materiałów paszowych takich jak poekstrakcyjna śruta sojowa, w żywieniu zwierząt gospodarskich. Dodatkowo, podjęte działania naukowe motywowane są stale rosnącymi oczekiwaniami konsumentów, którzy wymagają szerokiego wyboru surowców wysokiej jakości. Drób wodny stanowi niszową część w strukturze produkcji mięsa drobiowego, a literatura w tym zakresie jest mało dostępna, co wskazuje na potrzebę prowadzenia prac badawczych w chowie drobiu wodnego, zarówno gęsi i kaczek.

5. MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2018 i 2019 w gospodarstwach drobnotowarowych w województwie kujawsko-pomorskim. Ocenę jakościową surowców przeprowadzono w Katedrze Hodowli Zwierząt, Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy. Wykonano dwa testy doświadczalne (**A** i **B**). Przeprowadzono odchów gęsi (**A**) i kaczek (**B**) żywionych mieszankami paszowymi zbilansowanymi w oparciu o alternatywne źródła białka do poekstrakcyjnej śruty sojowej.

5.1. A. ODCHÓW GĘSI

W doświadczeniu użyto 210 jednodniowych gąsiąt Białych Kołudzkich[®]. Ptaki podzielono na 2 grupy żywieniowe, z uwzględnieniem 5 powtórzeń po 21 gęsi w każdym. Gęsi utrzymywano 16 tygodni, z czego 13 tygodni prowadzony był odchów, a ostatnie 3 tygodnie gęsi tuczono ziarnem owsa według tradycyjnej technologii odchovu gęsi owsianej. Gęsi utrzymywano w budynku do 6. tygodnia życia w obsadzie 19 kg żywej masy na 1 m² w systemie ściółkowym z użyciem słomy pszennej ciętej. Po 6. tygodniu życia gęsi utrzymywano w kojcach na zewnątrz, gdzie obsada wynosiła maksymalnie 6,5 kg żywej masy na 1 m². Temperatura w budynku od 1. tygodnia życia wynosiła 32 °C, a następnie malała stopniowo do 24 - 22 °C w 4. tygodniu życia. Po 6. tygodniach warunki środowiskowe były uzależnione od klimatu panującego na zewnątrz, w okresie od czerwca do września. Przez pierwsze 3 dni odchovu zastosowano ciągły program świetlny (24-godzinne oświetlenie), a następnie przez 5,5 tygodnia przerywane oświetlenie: 16 godzin światła, 8 godzin ciemności. Od 6. tygodnia odchovu oświetlenie było naturalne. Wszystkie elementy związane z warunkami środowiskowymi były zgodne z powszechnie obowiązującą technologią odchovu i tuczu gęsi owsianej. Gęsi żywiono w oparciu o dwie różne mieszanki paszowe, gdzie białko było różnego pochodzenia. W grupie kontrolnej (1) ptaki żywiono mieszanką paszową zbilansowaną w oparciu o koncentrat paszowy z poekstrakcyjną śrutą sojową na poziomie 65%. Grupę doświadczalną (2) żywiono mieszanką paszową zbilansowaną w oparciu o koncentrat paszowy z łubinem żółtym, odmiany Mister, na poziomie 68,98% z 3% dodatkiem białka ziemniaczanego i 3% udziałem drożdży piwowskich. Proporcja mieszanki paszowej od 1. do 6. tygodnia wynosiła 50% koncentratu i 50% pszenicy, a od 7. do 13. tygodnia 40% koncentratu i 60% pszenicy. Zawartość białka, energii metabolicznej oraz innych składników pokarmowych była zbilansowana zgodnie z obowiązującymi zaleceniami żywienia gęsi [Smulikowska i Rutkowski, 2018]. Po 13 tygodniach odchovu zadawano tylko ziarno owsa, a jego spożycie wynosiło średnio 6,5 kg na sztukę. Dostęp do paszy i wody był *ad libitum*.

5.2. B. ODCHÓW KACZEK

W doświadczeniu użyto 200 jednodniowych kaczek Cherry Valley SM3 Medium. Kaczki podzielono na dwie równe grupy żywieniowe, po 50 ptaków w każdym z dwóch powtórzeń. Kaczki utrzymywano przez 8 tygodni w budynku w kojcach w systemie ściółkowym (słoma pszena cięta). Obsada kaczek wynosiła 17 kg masy żywej na 1 m². Temperatura w kaczniku wynosiła 24 °C w 1. tygodniu odchovu, a w ostatnim tygodniu 18 °C. Dodatkowo do 4. tygodnia życia kaczki miały dostęp do promienników, gdzie temperatura wynosiła początkowo 30 °C i malała do 20 °C. Do 3. dnia odchovu stosowano oświetlenie

24-godzinne, a następnie 16-godzinne do końca odchowu. Natężenie światła wynosiło 3-4 W/m². Pasza i woda były dostępne *ad libitum*. Żywnienie w grupie kontrolnej (1) było zbilansowane w oparciu o koncentrat z udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej (65%), a w grupie doświadczalnej (2) zastosowano koncentrat z udziałem nasion łubinu żółtego odmiany Mister (68,98%) oraz białka ziemniaczanego (3%) i drożdży piwowskich (3%). W obu grupach koncentraty stanowiły 55% całej mieszanki paszowej, a pozostałe 45% - pszenica. Mieszanki paszowe zbilansowano zgodnie z obowiązującymi zaleceniami żywienia kaczek [Smulikowska i Rutkowski, 2018].

5.3. A.B. PARAMETRY PRODUKCYJNE

W obu doświadczeniach (**A** i **B**) podczas odchowu gęsi i kaczek (oraz tuczu gęsi) ważono ptaki indywidualnie (waga Radwag, Radom, Polska), z dokładnością do 0,01 g. Na podstawie różnicy masy końcowej oraz początkowej obliczono średnie dzienne przyrosty masy ciała według wzoru: $BWG = \frac{FBW - IBW}{d}$, gdzie BWG – przyrosty masy ciała (g); FBW – końcowa masa ciała (g), IBW – początkowa masa ciała (g), d – liczba dni odchowu. Rejestrowano ilość podawanej paszy, co pozwoliło na obliczenie spożycia paszy na 1 ptaka (FI) (kg), zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (FCR, kg/kg).

5.4. A.B. UBOJ, DYSEKCJA I JAKOŚĆ MIĘSA

W doświadczeniu **A** po 16 tygodniach utrzymania (odchowu i tuczu) wybrano losowo po 5 samców i 5 samic gęsi z każdej grupy do uboju. Z kolei w doświadczeniu **B** po 8 tygodniach odchowu wybrano losowo 10 kaczek (5 samców i 5 samic) z każdej grupy. Każdy z ptaków został oznaczony indywidualnym znacznikiem kłódeczkowym, dzięki temu każda sztuka stanowiła jednostkę doświadczalną podczas analiz laboratoryjnych. Wybrane ptaki do uboju charakteryzowała masa ciała zbliżona do średniej masy ciała ptaków w obrębie grupy. Po uprzednim ogłuszeniu prądem elektrycznym, ptaki uśmiercano.

Po uboju tuszki zostały pozbawione piór, poprzez oparzenie w wodzie o temperaturze 65°C i stosowanie wosku, w celu usunięcia dutek ze skóry. Następnie tuszki wypatroszono, oddzielając podroby (serce, wątroba, żołądek) do dalszych analiz. W 15 minut po uboju zmierzono poziom zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH₁₅). Za pomocą pH-metru CX-701 (Elmetron, Zabrze, Polska) z elektrodą sztyletową mierzono pH w mięśni piersiowym ptaków 2 cm od powierzchni mięśnia piersiowego na poziomie $\frac{1}{3}$ wysokości mostka. Po czynnościach poubojowych tuszki schłodzono w chłodni (Hendi, Gądkki, Polska) w temperaturze 2 °C przez 24 godziny.

Po 24 godzinach od uboju powtórzono pomiar zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH₂₄). Tuszki i podroby ważono (Radwag, Radom, Polska). Obliczono wydajność rzeźną ze wzoru $\frac{\text{masa tuszki}}{\text{masa ciała}} \times 100\%$. Tuszki poddano dysekcji zgodnie z metodą opisaną przez Zioteckiego i Doruchowskiego [1989]. Wyodrębniono mięśnie piersiowe, mięśnie nóg (bez skóry i kości), skórę z tłuszczem podskórnym (bez skóry z szyi), tłuszcz sadełkowy oraz skrzydła ze skórą, szyję ze skórą (odcięta między ostatnim kręgiem szyjnym a pierwszym kręgiem odcinka piersiowego kręgosłupa) i pozostałości tuszki (korpus i kości nóg). Umięśnienie ogółem obliczono jako sumę mięśni piersiowych i mięśni nóg, natomiast otłuszczenie ogółem jako sumę masy skóry z tłuszczem podskórnym i tłuszczu sadełkowego. Każdy element tuszki ważono (Radwag, Radom Polska) z dokładnością do 0,01 g oraz obliczono procentowy udział

poszczególnych elementów w tuszce. Mięśnie piersiowe oraz nóg zostały oznaczone indywidualnie i przeznaczone do dalszych analiz.

Prawe mięśnie piersiowe i nóg poddano analizie barwy przy użyciu kolorymetru CR400 (Konica Minolta, Tokio, Japonia), gdzie zastosowano kalibrację z białą płytką nr. 21033065 i skalą $D_{65} Y_{86.1} X_{0.3188} Y_{0.3362}$. Barwę wyrażono w skali CIE Lab (International Commission on Illumination), gdzie analizowano parametry: L^* - jasność, a^* - wysycenie barwą czerwoną oraz b^* - wysycenie barwą żółtą [CIE, 1986]. Ocena barwy wykonywana była na zewnętrznej stronie mięśni piersiowych i nóg. Mięśnie piersiowe prawe analizowano pod względem zdolności utrzymania wody metodą wycieku swobodnego [Honikel, 1987]. Mięśnie zważono (M1) i umieszczono w woreczkach strunowych z nacięciami na dolnej stronie, aby utracona woda mogła swobodnie wyciekać. Woreczki z mięśniami umieszczono w większych woreczkach strunowych z numerami i zawieszono na 24 godziny w chłodni w temperaturze 2 °C. Następnie mięśnie piersiowe wyciągnięto z woreczków i ponownie zważono (M2). Na podstawie wzoru $100 - \frac{M2}{M1} \times 100\%$ obliczono wyciek swobodny, wyrażony procentową wartością utraconej wody. Lewe mięśnie piersiowe oraz mięśnie nóg zmielono w wilku do mięsa PROFI LINE 350 (Hendi, Okuniew, Polska) w podziale na grupy. Wykonano analizę wodochłonności [Grau i Hamm, 1952]. Odważono próby zmielonych mięśni piersiowych i nóg o masie 0,300 g z odchyleniem $\pm 5\%$ (M1) i umieszczano na bibule Whatmanna 1. Próby przykryto drugim kawałkiem bibuły i umieszczono pod odważnikiem o masie 2 kg na okres 5 minut. Po upływie czasu wyjmowano próby mięśni i wazono (M2). Podobnie, jak w przypadku analizy wycieku swobodnego obliczono procentową wartość utraty wody. Analizę wodochłonności wykonano w 10 powtórzeniach dla każdej grupy.

Dodatkowo, zmielone próby mięśni piersiowych oraz nóg gęsi analizowano w aspekcie składu chemicznego. Do analiz odważono próby o masie 90 g. Wykonano 10 powtórzeń dla każdej grupy. Zbadano zawartość białka, kolagenu, soli, tkanki łącznej, a także tłuszczu śródmięśniowego i wody zgodnie z polską normą PN-A-82109:2010 [2010], przy użyciu aparatury FoodScan (FOSS, Warszawa, Polska) z transmisją bliskiej podczerwieni (NIT) metodą spektrometrii z kalibracją sztucznej sieci neuronowej (ANN).

5.6. A.B. ANALIZA STATYSTYCZNA

Uzyskane dane liczbowe opracowano przy użyciu programu statystycznego Statistica 10.0 [2011]. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Obliczono wartości średnie każdej badanej cechy (zmienna zależna) oraz odchylenia standardowe (SD), gdzie czynnikiem (zmienną grupującą) było żywienie w oparciu o różne wysokobiałkowe komponenty paszowe (poekstrakcyjna śruta sojowa lub łubin żółty). Dodatkowo obliczono standardowy błąd średniej (SEM) badanych cech. Istotność różnic identyfikowano przy użyciu testu post-hoc. W doświadczeniu **A** zastosowano test t-Studenta, a w doświadczeniu **B** użyto testu Sheffe'ego. Poziom istotności $p < 0.05$ wskazywał na statystycznie istotne różnice w badanych cechach między grupami żywieniowymi.

Zgodnie z polskim prawem i dyrektywą unijną nr 2010/63/UE doświadczenie o charakterze produkcyjnym nie wymagało zgody Lokalnej Komisji Etycznej. Zasadniczą część doświadczenia rozpoczęto po uboju, po pozyskaniu surowców, tj. tuszek z podrobami. Podobnie stanowi Uchwała nr 13/2016 Krajowej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach z dnia 17 czerwca 2016 roku. Badania miały charakter testów wdrożeniowych w ramach projektu, o którym mowa w Rozporządzeniu nr. 222/2015.

6. WYNIKI

6.1. A. GĘSI

Analizując cechy produkcyjne gęsi (test **A**) nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między grupami żywieniowymi w masie ciała jednodniowych piskląt, w 16. tygodniu odchowu oraz przyrostów, a także spożycia i zużycia paszy na 1 kg przyrostu masy ciała ($p>0,05$) (tabela 3, załącznik 10.1, publikacja A).

Analizując cechy gęsi wybranych do uboju, stwierdzono podobną masę ciała przed ubojem, masę tuszki oraz wydajność rzeźną. Pozostałe cechy tuszki przedstawione w Tabeli 4 również nie różniły się statystycznie istotnie między grupami ($p>0,05$, załącznik 10.1, publikacja A). W tabeli 5 (załącznik 10.1, publikacja A) wykazano statystycznie istotnie większą masę mięśni nóg oraz ich procentowy udział w tuszce w grupie gęsi żywionych w oparciu o poekstrakcyjną śrutę sojową, w porównaniu do grupy, gdzie mieszanka paszowa zawierała koncentrat zbilansowany o łubin żółty ($p<0,05$). Pozostałe cechy umięśnienia oraz otluszczenia nie różniły się statystycznie istotnie między grupami ($p>0,05$).

Badanie składu chemicznego mięśni piersiowych gęsi (tabela 6, załącznik 10.1, publikacja A) wykazało, że gęsi z grupy kontrolnej (1) charakteryzowała statystycznie istotnie większa zawartość białka i wody w mięśniach ($p<0,05$), jednocześnie stwierdzono mniejszą zawartość tłuszczu śródmięśniowego niż w grupie doświadczalnej (2) ($p<0,001$). Podobnie w mięśniach nóg (tabela 7, załącznik 10.1, publikacja A) z grupy gęsi żywionych w oparciu o poekstrakcyjną śrutę sojową, stwierdzono statystycznie istotnie większą zawartość białka i wody ($p<0,05$), przy czym tłuszczu śródmięśniowego wykazano statystycznie istotnie mniej w porównaniu z mięśniami nóg gęsi żywionych w oparciu o alternatywne źródła białka ($p<0,05$). W pozostałych badanych cechach (barwa, wodochłonność, wyciek swobodny; tabela 6 i 7, załącznik 10.1, publikacja A) nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic ($p>0,05$).

6.2. B. KACZKI

Analizując wyniki z testu **B** nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między grupami w masie ciała jednodniowych piskląt i 8-tygodniowych ptaków oraz przyrostów, jak również spożyciu i zużyciu paszy na 1 kg przyrostu masy ciała ($p>0,05$) (tabela 2, załącznik 10.1, publikacja B).

W Tabeli 3 (załącznik 10.1, publikacja B) przedstawiono cechy poubojowe kaczek po 8 tygodniach odchowu. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między grupami ($p>0,05$). Nie stwierdzono istotnych różnic w cechach związanych z umięśnieniem oraz otluszczeniem tuszek kaczyc ($p>0,05$) (tabela 4, załącznik 10.1, publikacja B).

Analizując parametry fizykochemiczne mięśni piersiowych (tabela 5, załącznik 10.1, publikacja B) wykazano istotnie większą wartość parametru L^* (jasność) w grupie doświadczalnej kaczek żywionych w oparciu o łubin żółty niż w grupie kontrolnej, gdzie użyto w koncentracji poekstrakcyjną śrutę sojową ($p=0,011$). Stwierdzono istotnie większe wysycenie barwą żółtą (b^*) w grupie 2 ($p=0,001$). Nie wykazano statystycznie istotnych różnic między grupami w wysyceniu barwą czerwoną (a^*) i zdolności utrzymania wody w mięśniach piersiowych kaczek ($p>0,05$). W przypadku mięśni nóg, parametry barwy (L^* , a^* , b^*) nie różniły się statystycznie istotnie ($p>0,05$). Jednocześnie, wodochłonność wyrażona procentową utratą wody w grupie 2 była istotnie większa niż w grupie 1 ($p=0,020$).

7. Dyskusja

7.1. Wyniki produkcyjne i charakterystyka tuszki

Jak opisano w pracy Jerocha i in. [2016], zgodnie z Jamroz i Kubizną [2007; 2008] rekomendowano zawartość nasion łubinów w mieszankach paszowych na poziomie 5 - 10% dla młodych gęsi i kaczek oraz 10 - 15% dla ptaków dorosłych.

7.1.1. A. GĘSI

Mięso gęsi owsianej charakteryzuje wyjątkowy smak oraz dobra jakość mięsa i tłuszczu w tuszce [Buzafa i in., 2014]. Test wdrożeniowy przedstawiony w publikacji **A** został wykonany po analizie prac eksperymentalnych prowadzonych w ramach Wieloletniego Programu 2016 - 2020. W 11-tygodniowym odchowie gęsi stosowano różne gatunki łubinów w żywieniu gęsi. Wykazano korzystny wpływ łubinu żółtego w mieszance paszowej dla gęsi [Kuźniacka i in., 2020b].

Badania dotyczące jakości mięsa gęsiego pozyskanego od młodych gęsi rzeźnych żywionych mieszankami paszowymi zbilansowanymi w oparciu o różne źródła białka jako zamienniki poekstrakcyjnej śruty sojowej, prowadzono z wyłączeniem tuczu ziarnem owsa [Bieliński i in., 1982; Biesiada-Drzazga i in., 2006; Biesiada-Drzazga, 2008; Pietrzak i in., 2013]. Jak wspomniano wcześniej, cytowani autorzy nie stwierdzili negatywnego wpływu stosowania alternatywnych źródeł białka dla poekstrakcyjnej śruty sojowej w mieszankach paszowych dla gęsi na wyniki produkcyjne, biorąc pod uwagę przyrosty masy ciała oraz parametry związane ze spożyciem paszy. Podobnie stwierdzono w badaniach własnych, gdzie jednodniowe pisklęta były wyrównane, a ich przyrosty masy ciała (BWG) i spożycie paszy (FI) oraz zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (FCR) były podobne ($p > 0,05$), co może sugerować możliwość zastosowania proponowanej mieszanki paszowej przy zachowaniu dobrej efektywności produkcji.

W badaniach Biesiady-Drzazgi [2008] stwierdzono brak negatywnego wpływu mieszanki paszowej z udziałem łubinu żółtego w żywieniu gęsi na masę mięśni piersiowych oraz nóg. W przeciwieństwie do cytowanej autorki, w badaniach własnych masa mięśni nóg oraz ich procentowy udział w tuszce były istotnie mniejsze w grupie gęsi, gdzie mieszanka paszowa zbilansowana była w oparciu o łubin żółty. Pietrzak i in. [2013] wykazali brak negatywnego wpływu na większość badanych cech oraz poszczególnych elementów tuszki, co koresponduje z wynikami w badaniach własnych, wykluczając masę i procentowy udział mięśni nóg gęsi w grupie doświadczalnej (**A**). Różne wyniki uzyskane przez cytowanych autorów mogły być spowodowane zastosowaniem różnych odmian łubinów o różnym udziale w mieszankach paszowych [Hejdysz i in., 2019], przy czym należy uwzględnić determinanty genetyczne związane z wykorzystaniem białka z paszy przez ptaki oraz czynnik żywieniowy mający duży wpływ na poziom otłuszczenia w tuszce [Fouad i El-Senousey, 2014; Le Bihan-Duval i in., 2008].

7.1.2. B. KACZKI

Problematyka badawcza dotycząca odchovu kaczek i jakości pozyskanego surowca z zastosowaniem żywienia zbilansowanego w oparciu o nasiona roślin strączkowych jako wysokobiałkowego materiału paszowego była przedmiotem wielu prac naukowych

[Karasiński i in., 1988; Mihok, 1997; Olver, 1997; Olver i Jonker, 1998; Banaszak i in., 2020; Kowalska i in., 2020; Kuźniacka i in., 2020c].

W badaniach, gdzie stosowano łubin wąskolistny odmian gorzkich i słodkich, wykazano gorsze parametry produkcyjne, co mogło być spowodowane większą zawartością alkaloidów w nasionach łubinów gorzkich [Karasiński i in., 1988; Olver, 1997; Olver i Jonker, 1998]. Stosowanie łubinu białego na poziomie od 13 do 20% w dawce pokarmowej dla kaczek Cherry Valley nie wpłynęło negatywnie na masę ciała w 7. tygodniu życia [Mihok, 1997]. Kuźniacka i in. [2017] wykazali brak istotnych różnic w masie ciała kaczek żywionych w oparciu o różne odmiany łubinów w porównaniu z mieszanką paszową z udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej. W badaniach własnych żywienie mieszanką paszową z łubinem żółtym jako głównym białkowym materiałem paszowym również nie miało wpływu na masę ciała kaczek na koniec odchowu. Zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (FCR) było na poziomie 2,94 do 2,97 kg/kg. Rutkowski i in. [2004] stwierdzili większy wskaźnik FCR u 8-tygodniowych kaczek w typie Pekin w grupie żywionej mieszanką paszową zbilansowaną w oparciu o nasiona roślin strączkowych.

Skład tuszek oraz cechy mięsa kaczek w typie Pekin analizowano w badaniach Adamskiego i in. [2011] oraz Kowalczyka i in. [2012]. W cytowanych pracach kaczki żywiono w oparciu o suszony wywar gorzelniany z kukurydzy (DGGs) jako źródło białka na poziomie 15%, 25% i 30% w mieszance paszowej. Wykazano, że masa patroszonej tuszki była różna między grupami w zależności od różnego udziału DGGs [Kowalczyk i in., 2012]. W badaniach własnych nie wykazano wpływu dawki żywieniowej na masę tuszki. Z kolei w cytowanych badaniach nie wykazano różnic między grupami żywieniowymi w aspekcie wydajności rzeźnej oraz procentowego udziału poszczególnych mięśni w tuszce i masy skóry z tłuszczem podskórnym, co koresponduje z prezentowanymi wynikami w badaniach własnych. Brak statystycznie istotnych różnic w wynikach produkcyjnych wykazano również w badaniach Banaszaka i in. [2020], gdzie kaczki Cherry Valley żywiono mieszanką paszową zbilansowaną w oparciu o nasiona łubinu żółtego. Jednocześnie stwierdzono większą masę ciała, tuszki, mięśni piersiowych oraz skrzydeł ze skórą w grupie kontrolnej żywionej mieszanką paszową z udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej. Wydajność rzeźna kaczek w obu grupach była podobna (nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic). Zbliżone wyniki dotyczące cech tuszek kaczek uzyskano również w badaniach opisywanych przez Witak i in. [2006] oraz Kokoszyńskiego i in. [2015]. Niewielkie różnice w przytoczonych wynikach z badań własnych oraz cytowanych prac mogą wynikać z pochodzenia ptaków, ich w chwili uboju, warunków utrzymania, a przede wszystkim żywienia [Kuźniacka i in., 2014] mieszankami paszowymi zbilansowanymi w oparciu o różne materiały paszowe stanowiące źródło białka.

7.2. JAKOŚĆ MIĘSA

W badaniach własnych, w teście doświadczalnym **A**, nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w parametrach barwy wyrażonej w skali L^* (jasność), a^* (wysycenie barwą czerwoną) oraz b^* (wysycenie barwą żółtą) w mięśniach gęsi. Z kolei w teście **B** w mięśniach piersiowych kaczek wykazano mniejszy parametr L^* i większe wysycenie barwą żółtą w grupie doświadczalnej w porównaniu z grupą kontrolną. Witak i in. [2006] nie stwierdzili różnic w barwie mięsa w zależności od żywienia kaczek, podobnie jak Adamski i in. [2011]. Kowalska i in. [2020] badali wpływ żywienia kaczek w oparciu o łubin żółty i poekstrakcyjną śrutę rzepakową na jakość mięsa. Również nie stwierdzili różnic w barwie mięśni piersiowych oraz nóg. Wysycenie barwą czerwoną (a^*) może być zależne od zawartości czerwonych włókien mięśniowych w mięśniach użytkowanych ptaków [Zhao i in., 2018], natomiast

wysycenie barwą żółtą może być uzależnione od poziomu tłuszczu śródmięśniowego w tkance mięśniowej. Banaszak i in. [2020] wykazali wpływ łubinu żółtego na większą wartość parametru b^* w mięsie kaczek. Łubiny zawierają karotenoidy (naturalne barwniki), które mogą być syntezowane przez organizm zwierzęcy [Wang i in., 2008]. Wartości dotyczące barwy mięsa mają również powiązanie z zakwaszeniem mięśni oraz procesem glikolizy [Dransfield i Soñnicki, 1999].

Poprawnie przebiegający proces glikolizy związany jest z większym zakwaszeniem tkanki mięśniowej (wartość $\text{pH} < 6,00$), natomiast wartość $\text{pH} > 6,00$ powiązana jest z większą wodochłonnością. Odwrotnie, przy kwasowej wartości pH mięso powinno charakteryzować większa wartość parametru L^* (jasność) [Honikel, 1998; Zhung i Savage, 2010]. Wartość pH poniżej 5,70 może świadczyć o wadzie mięsa PSE (blade, miękkie, wodniste). W badaniach własnych wartość pH była na poziomie 6,22 - 6,36 (**A**) i 5,88 - 5,97 (**B**) i w obu doświadczeniach (**A** i **B**) nie różniły się statystycznie istotnie między grupami ($p > 0,05$). Podobnie brak istotnych różnic wykazano w wodochłonności mięśni piersiowych w teście **A** i **B**, mięśni nóg w teście **A** oraz wycieku swobodnym mięśni piersiowych w teście **B**, co wskazuje na brak negatywnego wpływu stosowania różnych źródeł białka w żywieniu gęsi i kaczek na wspomniane badane cechy. Podobnie stwierdzono w badaniach Adamskiego i in. [2011]. W teście **A** wykazano, że mięśnie piersiowe gęsi żywionych w oparciu o łubin żółty charakteryzowała lepsza przydatność technologiczna pod względem utrzymania wody. Kuźniacka i in. [2020b] nie stwierdzili istotnych różnic w zdolności utrzymania wody w mięśniach gęsi. Mniejsze wartości wycieku swobodnego wskazują na lepszą soczystość mięsa [Augustyńska-Prejsnar i Sokołowicz, 2018]. U kaczek w teście **B** wodochłonność mięśni nóg wyrażona procentową utratą wody była gorsza w grupie doświadczalnej niż w grupie kontrolnej. Podobnie stwierdzono w badaniach Banaszaka i in. [2020]. W badaniach Kowalskiej i in. [2020] oraz Kuźniackiej i in. [2020c] nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zdolności utrzymania wody w mięśniach piersiowych, a także w mięśniach nóg.

Dodatkowo, w teście **A** wykazano, że mięśnie piersiowe oraz mięśnie nóg gęsi żywionych w oparciu o mieszankę paszową zbilansowaną łubinem żółtym charakteryzowała większa procentowa zawartość tłuszczu śródmięśniowego niż w grupie gęsi żywionych z udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej. Można uznać to za pozytywny wpływ proponowanej mieszanki paszowej. Większa zawartość tłuszczu mogła wynikać z przeprowadzenia tradycyjnego tuczu owsem [Buzafa i in., 2014]. Otluszczenie u gęsi tuczonych owsem charakteryzuje korzystny profil kwasów tłuszczowych, co powiązane jest z zawartością tłuszczu w mięsie [Jeroch i Danicke, 2015; Smulikowska i Rutkowski, 2018]. W badaniach, gdzie stosowano łubin żółty w żywieniu kaczek również stwierdzono bardziej zrównoważony profil kwasów tłuszczowych w mięśniach piersiowych [Banaszak i in., 2020].

8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Zastosowanie łubinu żółtego z dodatkiem białka ziemniaczanego i drożdży piwowskich w żywieniu gęsi na poziomie 28% w mieszance paszowej nie miało negatywnego wpływu na większość cech tuszki oraz cech fizykochemicznych mięśni piersiowych i nóg, poza masą i procentowym udziałem mięśni nóg w tuszce. Proponowana mieszanka paszowa w żywieniu gęsi wpłynęła korzystnie na lepszą przydatność technologiczną mięsa, wyrażoną lepszą zdolnością utrzymania wody w mięśniach.
2. Nie wykazano różnic w przypadku większości fizykochemicznych cech jakościowych mięsa, wykluczając zdolność utrzymania wody w mięśniach nóg oraz charakterystyki tuszki kaczek żywionych mieszanką paszową zbilansowaną w oparciu o nasiona łubinu żółtego na poziomie 38% (z dodatkiem białka ziemniaczanego i drożdży piwowskich).
3. Łubin żółty, białko ziemniaczane i drożdże piwowskie mogą zostać zaproponowane jako częściowy zamiennik dla poekstrakcyjnej śruty sojowej w żywieniu drobiu wodnego, zarówno kaczek i gęsi.
4. Stosowanie nasion łubinu żółtego, białka ziemniaczanego i drożdży piwowskich w mieszance paszowej dla gęsi pozwoliło w prawidłowy sposób przeprowadzić tradycyjny tucz ziarnem owsa.
5. Mieszanka paszowa zbilansowana w oparciu o łubin żółty może być szczególnie rekomendowana dla gospodarstw drobnotowarowych zajmujących się produkcją drobiu wodnego, gdzie materiały paszowe wykorzystywane są z własnych upraw rolnych. Dzięki temu, producenci mogą zyskać samowystarczalność w aspekcie białkowych materiałów paszowych, a konsumenci otrzymać szerszy wybór surowców rolnych, pozyskanych bez udziału genetycznie modyfikowanych materiałów paszowych, jakim jest m.in. powszechnie stosowana poekstrakcyjna śruta sojowa.

9. LITERATURA

- [1] Adamski M.P., Kowalczyk M., Łukaszewicz E.T., Korzeniowska M. 2011. Effect of sex and inclusion of dried distillers' grains with solubles on slaughter yield and meat characteristics of Pekin ducks. *British Poultry Science*, 52(6), 742-749.
- [2] Adamski M., Kucharska-Gaca J., Kuźniacka J., Kowalska E., Czarnecki R. 2016. Wpływ wybranych czynników na wydajność rzeźną i jakość mięsa gęsiego. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(108), 33-44.
- [3] Akande K.E., Fabiyi E.F. 2010. Effect of Processing Methods on Some Antinutritional Factors in Legume Seeds for Poultry Feeding. *International Journal of Poultry Science*, 9(10), 996-1001.
- [4] Akram M.Z., Firmcioglu S.Y., Jalal H., Dogan S.C., Shahid S., Ali B.S. 2019. Effects of Feeding Genetically Modified Crops to Domestic Animals: A Review. *Turkish Journal of Agriculture*, 7(sp1), 110-118.
- [5] Augustyńska-Prejsnar A., Sokołowicz Z. 2018. The influence of breed and heat treatment on the quality of pectoral muscles of hens from organic farming after the first year of laying use. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 25, 151-162.
- [6] Balastrieri C., Baretta D., Paulino A.T. 2016. Near-Infrared Spectroscopy and Multivariate Analysis for the Determination on Nutritional Value of Soybean Meal and Maize Bran. *Analytical Letters*, 49(10), 1548-1563. <https://doi.org/10.1080/00032719.2015.1118483>.
- [7] Banaszak M., Kuźniacka J., Biesek J., Maiorano G., Adamski M. 2020. Meat quality traits and fatty acid composition of breast muscles from ducks fed with yellow lupin. *Animal*, 14(9), 1969-1975.
- [8] Bieliński K., Skarżyński Ł., Pakulska E. 1982. Seeds of faba bean, peas and sweet lupins, as well as flax and rapeseed meal as a source of protein in goose nutrition. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 9, 247-262.
- [9] Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Adamski M. 2020a. The Quality of Carcass and Meat from Geese Fed Diets with or without Soybean Meal. *Animals*, 10(2), 200. <https://doi.org/10.3390/ani10020200>
- [10] Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Kaczmarek S., Adamski M., Rutkowski A., Zmudzińska A., Perz K., Hejdysz M. 2020b. Growth Performance and Carcass Quality in Broiler Chickens Fed on Legume Seeds and Rapeseed Meal. *Animals*, 10(5), 846. <https://doi.org/10.3390/ani10050846>
- [11] Biesiada-Drzazga B. 2008. Impact of goose feeding on mixtures containing post-extraction sunflower meal and yellow lupine meal on the quality of muscle and fat tissue. *Roczniki Instytutu Przemysłu mięsnego i tłuszczowego*, 46, 25-34.
- [12] Biesiada-Drzazga B., Charuta A., Janocha A., Łęczycka A. 2011. Assessment of the slaughter value of ducks Beijing STAR 53 HY. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 7(4), 109-116.
- [13] Biesiada-Drzazga B., Górski J., Górńska A. 2006. Analysis of slaughter value and muscle fibre thickness of selected muscles in geese broilers as related to feeding applied during the rearing period. *Animal Science Papers and Reports*, 24, 37-44.
- [14] Buząła, M.; Adamski, M.; Janicki, B. 2014. Characteristics of performance traits and the quality of meat and fat in Polish oat geese. *World's Poultry Science Journal*, 70(3), 531-542.

- [15] Cheng Q., Sun D.W. 2008. Factors Affecting the Water Holding Capacity of Red Meat Products: A Review of Recent Research Advances. *Critical Review of Food Science and Nutrition*, 48, 137-158.
- [16] CIE. 1986. Colorimetry. Publication CIE 15.2; Central Bureau of CIE: Vienna, Austria.
- [17] Damaziak K., Stelmasiak A., Michalczuk M., Wyrwisz J., Moczowska M., Marcinkowska-Lesiak M.M., Niemiec J., Wierzbicka A. 2016. Analysis of storage possibility of raw and smoked breast meat of oat fattened White Kołuda® goose based on their quality characteristics. *Poultry Science*, 95, 2186-2197.
- [18] Dobrzański Z., Dolińska B., Chojnacka K., Opaliński S., Ryszka F. 2006. Znaczenie drożdży w żywieniu zwierząt gospodarskich. *Acta Scientiarum Polonorum, Medicina Veterinaria*, 5(2), 49-66.
- [19] Dransfield E., Sosnicki A.A. 1999. Relationship between Muscle Growth and Poultry Meat Quality. *Poultry Science*, 78, 743-746.
- [20] Fletcher, D.L. 2002. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58(2), 131-145.
- [21] Fouad A.M., El-Senousey H.K. 2014. Nutritional Factors Affecting Abdominal Fat Deposition in Poultry: A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 1057-1068.
- [22] Galić A., Filipović D., Pliestić S., Janjecić Z., Bedeković D., Kovacev I., Copec K., Koronc Z. 2017. The comparison of quality characteristics of Pekin duck and Cherry Valley duck eggs from free-range raising system. *Journal of Central European Agriculture*, 20(4), 1099-1110.
- [23] Grau R., Hamm R. 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 4, 295-297.
- [24] Gornowicz E., Lewko L., Zwierzyński R. 2018. Analiza tekstury mięsa gęsi. *Wiadomości Zootechniczne*, R LVI, 1: 42-52.
- [25] Grela E.R. 2016. Roślinne koncentraty białkowe w żywieniu zwierząt. *Wiadomości Zootechniczne*, R.LIV, 1, 99-106.
- [26] Guo S., Zhang, Y., Cheng Q., Xv J., Hou Y., Wu X., Du E., Ding B. 2020. Partial Substitution of Fermented Soybean Meal for Soybean Meal Influences the Carcass Traits and Meat Quality of Broiler Chickens. *Animals*, 10(2), 225. <https://doi.org/10.3390/ani10020225>
- [27] Hejdysz M., Kaczmarek S.A., Rogiewicz A., Rutkowski A. 2019. Influence of graded levels of meals from three lupin species on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *British Poultry Science*, 60(3), 288-296.
- [28] Hejdysz M., Kaczmarek S.A., Rutkowski A. 2015. Factors affecting the nutritional value of pea (*Pisum sativum*) for broilers. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 24, 252-259.
- [29] Hejdysz M., Kaczmarek S.A., Rutkowski A. 2016. Extrusion cooking improves the metabolizable energy of faba beans and the amino acid digestibility in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 212, 100-111.
- [30] Honikel K.O. 1987. The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, 76, 1098-1102.
- [31] Honikel K.O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, 447-457.
- [32] Jamroz D., Kubizna J. 2007. Some beneficial effects of legume antinutritive substances. *Krmiva, Zagreb*, 49(6), 317-346.
- [33] Jamroz D., Kubizna J. 2008. Harmful substances in leguminous seeds – their negative and beneficial properties. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 11(4), 389-404.

- [34] Jeroch H., Danicke S. 2015. Faustzahlen zur Geflügelfütterung. In *Geflügeljahrbuch*; Eugen Ulmer: Stuttgart, Germany, s. 188-227.
- [35] Jeroch H., Kozłowski K., Mikulski D., Jamroz D., Schone F., Zduńczyk Z. 2016. Lupines (*Lupinus spp.*) as a protein feedstuff for poultry. 2) Results of poultry feeding trials and recommendations on diet formulation. *European Poultry Science*, 80. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.166>
- [36] Jezierny D., Mosenthin R., Weiss E. 2010. The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 157, 111-128.
- [37] Jiang Y., Xie M., Tang J., Zhou Z., Zhang Y., Chen G., Hou S. 2019. Effects of genetic selection and threonine on meat quality in Pekin ducks. *Poultry Science*, 99(5), 2508-2518.
- [38] Kaczmarek S.A., Hejdysz M., Kubiś M., Rutkowski A. 2016 Influence of graded inclusion of white lupin (*Lupinus albus*) meal on performance, nutrient digestibility and intestinal morphology of broiler chickens. *British Poultry Science*, 57, 364–374.
- [39] Kaczmarek S.A., Kasprowicz-Potocka M., Hejdysz M., Mikula R., Rutkowski A. 2014. The nutritional value of narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius*) for broilers. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 23, 160-166.
- [40] Kałuża H., Banaś K. 2006. Analiza wyników produkcyjnych i ekonomicznych wybranych ferm kurcząt brojlerów. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 33(1), 141-151.
- [41] Karasiński D., Bednarczyk M., Peretiatkowicz M., Gulewicz M. 1988. The influence of alkaloids in seeds of *Lupinus angustifolius* on the growth and some meat features of ducks. *Bull. Acad. Sci. Biol. Sci.*, 10-12, 215-224.
- [42] Kokoszyński D., Wasilewski R., Stęczny K., Bernacki Z., Kaczmarek K., Saleh M., Wasilewski P.D., Biegniewska M. 2015. Comparison of growth performance and meat traits in Pekin ducks from different genotypes. *European Poultry Science*, 79. <https://doi.org/10.1399/eps.2015.110>
- [43] Kowalczyk A., Łukaszewicz E., Adamski M., Kuźniacka J. 2012. Carcass composition and meat characteristics of Pekin ducks in relations to age at slaughter and level of maize distiller's dried grains with solubles in diets. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21, 157-167.
- [44] Kowalska E., Kucharska-Gaca J., Kuźniacka J., Biesek J., Banaszak M., Adamski M. 2020. Effects of legume-diet and sex of ducks on the growth performance, physicochemical traits of meat and fatty acid composition in fat. *Scientific Reports*, 10, 13465. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70508-x>
- [45] Kralik G., Kralik Z., Grcević M., Hanzek D. 2018. Quality of Chicken Meat. Chapter 4. *Animal Husbandry and Nutrition*, 63-94.
- [46] Kuźniacka J., Adamski M., Czarnecki R., Banaszak M. 2014. Results of rearing broiler chickens under various systems. *The Journal of Agricultural Science*, 6, 19-25.
- [47] Kuźniacka J., Zmudzińska-Pietrzak A., Roślewska A., Banaszak M., Adamski M. 2017. Wpływ krajowych pasz wysokobiałkowych na jakość produktów zwierzęcych. Zalecenia żywieniowe dotyczące stosowania krajowych pasz wysokobiałkowych pochodzenia roślinnego dla świń i drobiu. Praca zbiorowa pod red. A. Rutkowskiego. Wydawnictwo APRA, Bydgoszcz, 135-151.
- [48] Kuźniacka J., Banaszak M., Biesek J., Maiorano G., Adamski M. 2020a. Effect of faba bean-based diets on the meat quality and fatty acids composition in breast muscles of broiler chickens. *Scientific Reports*, 10, 5292. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62282-7>

- [49] Kuźniacka J., Hejdysz M., Banaszak M., Biesek J., Kaczmarek S., Grabowicz M., Rutkowski A., Adamski M. 2020b. Quality and Physicochemical Traits of Carcasses and Meat from Geese Fed with Lupin-Rich Feed. *Animals*, 10(3), 519. <https://doi.org/10.3390/ani10030519>.
- [50] Kuźniacka J., Biesek J., Banaszak M., Rutkowski A., Kaczmarek S., Adamski M., Hejdysz M. 2020c. Effect of Dietary Protein Sources Substituting Soybean Meal on Growth Performance and Meat Quality in Ducks. *Animals*, 10(1), 133. <https://doi.org/10.3390/ani10010133>.
- [51] Laudadio V., Ceci E., Tufarelli V. 2011. Productive traits and meat fatty acid profile of broiler chickens fed diets containing micronized fava beans (*Vicia faba* L. var. minor) as the main protein source. *Journal of Applied Poultry Research*, 20(1), 12-20.
- [52] Le Bihan-Duval E., Debut M., Berri C.M., Sellier N., Sante-Lhoutellier V., Jego Y., Beaumont C. 2008. Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics*, 9, 53. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-9-53>
- [53] Lewko L., Gornowicz E., Pietrzak M., Korol W. 2017. The effect of origin, sex and feeding on sensory evaluation and some quality characteristics of goose meat from Polish native flocks. *Annals of Animal Sciences*, 17, 1185–1196.
- [54] Mihok S. 1997. White lupine (*Lupinus albus* L.) in feed rations for meat ducks. *Allattenyesztes es Takarmanyozas*, 46(4), 361-374.
- [55] Molnar, S. 2017. Production and trade of duck products in global view. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, XIX (3), 199-205.
- [56] Olukosi O.A., Walker R.L., Houdijk J.G.M. 2019. Evaluation of the nutritive value of legume alternatives to soybean meal for broiler chickens. *Poultry Science*, 98(11), 5778-5788.
- [57] Olver M.D. 1997. Effect of sweet lupins on duckling growth. *British Poultry Science*, 38, 115-117.
- [58] Olver M.D., Jonker A. 1998. Effect of sweet, bitter and soaked micronized bitter lupines on ducklings performance. *British Poultry Science*, 39, 622-626.
- [59] Orkusz A., Michalczuk M. 2020. Research Note: Effect of packaging atmosphere on the fatty acid profile of intramuscular, subcutaneous fat, and odor of goose meat. *Poultry Science*, 99(1), 647-652.
- [60] Pietrzak D., Mierzejewska E., Mroczek J., Michalczuk M., Damaziak K., Makarski M., Adamczak L. 2013. Impact of nutrition and sex on selected quality characteristics of White Koluda Geese meat. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 574, 49-56.
- [61] PN-A-82109:2010. 2010 Raw and processed meat – determination of fat, protein and water content. Near InfraRed Transmission (NIT) spectrometry with calibration for artificial neural network (ANN).
- [62] Rutkowski A., Hejdysz M., Kaczmarek S., Adamski M., Miłucha R., Kasprówicz-Potocka M., Zaworska A. 2004. Possibilities of using legumes in feeding monogastric animals. Warszawa: Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA.
- [63] Rutkowski A., Kaczmarek S.A., Hejdysz M., Jamroz D. 2016. Effect of extrusion on nutrients digestibility, metabolizable energy and nutritional value of yellow lupine seeds for broiler chickens. *Annals of Animal Science*, 16, 1059-1072.
- [64] Rutkowski A., Kaczmarek S.A., Hejdysz M., Nowaczewski S., Jamroz D. 2015. Concentrates made from legume seeds (*Lupinus angustifolius*, *Lupinus luteus* and

- Pisum sativum*) and rapeseed meal as protein sources in laying hen diets*. *Annals of Animal Science*, 15(1), 129-142.
- [65] Smulikowska S., Rutkowski A. 2018. Zalecenia żywieniowe i wartości pokarmowe pasz dla drobiu. 5. wydanie. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk. Wydawnictwo APRA, Osielesko, Bydgoszcz, 58-73.
- [66] Statistica Pl. 2011. Version 10.0, Seria 1101. Statsoft, Kraków, Polska.
- [67] Świątkiewicz S., Arczewska-Włosek A. 2011. Prospects for the use of genetically modified crops with improved nutritional properties as feed materials in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 67, 631-642.
- [68] Tyra M., Mitka I. 2015. The role of intramuscular fat (IMF) in shaping meat quality (sensory) parameters. *Wiadomości Zootechniczne*, R.LIII, 4, 50-56.
- [69] Wang S., Errington S., Yap H.H. 2008. Studies on Carotenoids from Lupin Seeds. *Proceedings 12th International Lupin Conference*, 14-18 Sept. 2008, Fremantle, Western Australia, International Lupin Association, Canterbury, New Zealand, ISBN 0-86476-153-8, 198-202.
- [70] Witak B., Górski J., Górka A. 2006. The effect of yellow lupine meal and extracted rapeseed meal on carcass composition and some characteristics of meat quality of 7-week-old ducks of strain A44. *EPC 2006 – 12th European Poultry Conference Verona, Italy*, 10-14 September, 13, 363.
- [71] Wójcik W., Łukasiewicz M. 2017. Nutritional value variability of different poultry species meat in the organic production system. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Animal Science*, 56(2), 323-336.
- [72] Zhao X., Ren W., Siegel P.B., Li J., Wang Y., Yin H., Zhang Y., Lai S., Shu G., Zhu Q. 2018. Meat quality characteristics of chickens as influenced by housing system, sex, and genetic line interactions. *Italian Journal of Animal Science*, 17(2), 462-468.
- [73] Zhung H., Savage E.M. 2010. Comparisons of sensory descriptive flavor and texture profiles of cooked broiler breast fillets categorized by raw meat color lightness values. *Poultry Science*, 89, 1049-1055.
- [74] Ziotecki J., Doruchowski W. 1989. Metody oceny wartości rzeźnej. Wydaw. COBRD, Poznań, 1-22.
- [75] <https://www.portalspozywczy.pl/mieso/wiadomosci/polska-drugim-w-europie-producentem-miesa-z-kaczki,190290.html>, data dostępu: 14.11.2020 r.

10. STRESZCZENIE

Zastosowanie alternatywnych do poekstrakcyjnej śrutu sojowej źródeł białka w aspekcie jakości surowców drobiarskich

mgr inż. Jakub Biesek

Słowa kluczowe: gęś, kaczka, łubin, białko, jakość mięsa

Jednym z ważniejszych czynników poza genetycznych, determinujących jakość mięsa gęsi i kaczek jest żywienie. W ostatnich latach wiele prac badawczych poświęcono charakterystyce zróżnicowanych, alternatywnych do poekstrakcyjnej śrutu sojowej (GMO) źródeł białka. Oprócz oceny wyników produkcyjnych w tego typu pracach należy uwzględnić ocenę jakości pozyskiwanego surowca. Celem podjętych badań było porównanie i ocena wyników produkcyjnych oraz jakości mięsa gęsi i kaczek żywionych mieszankami paszowymi zbilansowanymi o łubin żółty jako wiodący białkowy materiał paszowy.

Oceniono wyniki odchowu i tuczu gęsi Białych Kołodzkich[®] oraz wyniki odchowu kaczek w typie Pekina Cherry Valley. W obrębie każdego gatunku ptaki podzielono na dwie grupy żywieniowe: 1 (kontrolna, źródło białka – poekstrakcyjna śruta sojowa), 2 (doświadczalna, źródło białka – łubin żółty z dodatkiem białka ziemniaczanego i drożdży piwowskich). Określono indywidulanie masę ciała ptaków w czasie odchowu, rejestrowano ilość spożytej paszy. Na koniec tuczu gęsi i odchowu kaczek oceniono jakość ich tuszek i mięsa. Przenalizowano właściwości fizykochemiczne mięśni (pH, barwa mięsa, zdolność utrzymania wody, wyciek swobodny, wodochłonność), obliczono wydajność rzeźną i określono skład tkankowy tuszek.

Mieszanka paszowa dla gęsi zbilansowana w oparciu o łubin żółty jako wiodący materiał białkowy na poziomie 28% z dodatkiem białka ziemniaczanego i drożdży piwowskich, pozwoliła na przeprowadzenie prawidłowego tuczu owsem, nie miała negatywnego wpływu na większość cech tuszki oraz cech fizykochemicznych mięśni piersiowych i nóg, poza masą i procentowym udziałem mięśni nóg w tuszce, jednocześnie wykazano korzystny wpływ na lepszą przydatność technologiczną mięsa, wyrażoną zdolnością utrzymania wody w mięśniach. Nie wykazano różnic w przypadku większości fizykochemicznych cech jakościowych mięsa, wykluczając zdolność utrzymania wody w mięśniach nóg oraz w składzie tuszek kaczych uzyskanych od ptaków żywionych mieszanką paszową zbilansowaną w oparciu o nasiona łubinu żółtego na poziomie 38% (z dodatkiem białka ziemniaczanego i drożdży piwowskich). Łubin żółty, białko ziemniaczane i drożdże piwowskie mogą zostać zaproponowane jako częściowy zamiennik dla poekstrakcyjnej śrutu sojowej w żywieniu gęsi i kaczek. Mieszanka paszowa zbilansowana łubinem żółtym mogłaby być rekomendowana dla gospodarstw drobnotowarowych zajmujących się produkcją drobiu wodnego. Dzięki temu, producenci mogą zyskać samowystarczalność w aspekcie białkowych materiałów paszowych, a konsumenci otrzymać szerszy wybór surowców rolnych powstałych bez udziału genetycznie modyfikowanych komponentów paszowych w mieszankach.

11. ABSTRACT

The use of alternative protein sources to soybean meal in terms of the quality of poultry raw materials

Jakub Biesek, M.Eng.

Key words: goose, duck, lupin, protein, meat quality

One of the most important, apart from genetic factors, determining the quality of goose and duck meat is feeding. In recent years, a lot of research has been devoted to the characterization of various alternative sources of protein to soybean meal (GMO). In addition to the assessment of production results, this type of research should take into account the quality assessment of the raw material obtained. The aim of the research was to compare and evaluate the production results and the quality of goose and duck meat fed with feed balanced with yellow lupin as the leading protein feed material.

The results of rearing and fattening of the White Koluda[®] geese and the results of rearing ducks in the Pekin Cherry Valley type were assessed. Within each species, the birds were divided into two feeding groups: 1 (control, protein source - soybean meal), 2 (experimental, protein source - yellow lupin with the addition of potato protein and brewer's yeast). The individual body weight of the birds was determined during rearing, and the feed intake was recorded. At the end of the goose fattening and duck rearing, the quality of their carcasses and meat was assessed. The physicochemical properties of the muscles (pH, meat colour, water-holding capacity, drip loss) were analyzed, the slaughter yield was calculated and the tissue composition of the carcasses was determined.

A balanced feed for goose based on yellow lupin as the leading protein material at the level of 28% with the addition of potato protein and brewer's yeast, allowed for proper oat fattening, had no negative impact on most carcass characteristics and physicochemical traits of the breast and legs muscles, except the weight and percentage of the muscles of the legs in the carcass, at the same time it has been shown to have a beneficial effect on the better technological suitability of meat, expressed in the ability to maintain water in the muscles. No differences were found in the majority of physicochemical quality characteristics of the meat, excluding the ability to retain water in the leg muscles and in the composition of duck carcasses obtained from birds fed with a balanced feed based on yellow lupin seeds at the level of 38% (with the addition of potato protein and brewer's yeast). Yellow lupin, potato protein and brewer's yeast can be proposed as a partial replacement for soybean meal in goose and duck feeding. Feed balanced with yellow lupin could be recommended for small-scale farms producing waterfowl. As a result, producers can become self-sufficient in terms of protein feed materials, and consumers can obtain a wider choice of agricultural raw materials produced without the use of genetically modified feed components in feed.

12. ZAŁĄCZNIKI

**12.1. KOPIE ARTYKUŁÓW NAUKOWYCH STANOWIĄCYCH CYKL PUBLIKACJI ROZPRAWY
DOKTORSKIEJ**

Article

The Quality of Carcass and Meat from Geese Fed Diets with or without Soybean Meal

Jakub Biesek ^{*}, Joanna Kuźniacka, Mirosław Banaszak and Marek Adamski

Department of Animal Breeding, Faculty of Animal Breeding and Biology, UTP—University of Science and Technology in Bydgoszcz, Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Poland; kuzniacka@utp.edu.pl (J.K.); miroslaw.banaszak@utp.edu.pl (M.B.); adamski@utp.edu.pl (M.A.)

* Correspondence: jakub.biesek@utp.edu.pl

Received: 18 December 2019; Accepted: 21 January 2020; Published: 25 January 2020



Simple Summary: This research explains how yellow lupin, potato protein, and brewer's yeast in diets affect goose carcass and meat quality. The study showed no negative effect of yellow lupin on most traits, excluding leg muscle weight and content in carcass. Meat from geese fed with yellow lupin was characterized by better suitability for further technological processing, which was confirmed by the analysis of the ability to keep water in meat (drip loss). The results obtained show that the use of yellow lupin in diets for geese can be an alternative to soybean meal. Soybean is mainly a genetically modified material. Consumers expect non-genetically modified products. Yellow lupin as a protein source in geese diets gives wider possibilities and choices for the market, and it can support further studies. It has been shown that the use of yellow lupin in geese diets allows fattening by oats to continue, especially in small-scale family farms where feed produced from their own agricultural crops is often used.

Abstract: The aim of the study was to compare the carcass and meat quality of geese fed with soybean meal or yellow lupin. In total, 210 White Kotuda[®] geese were divided into 2 groups (1, soybean meal (SBM); 2, yellow lupin (YL), potato protein, and brewer's yeast) of 5 replications (21 birds per each). After 16 weeks, 10 geese (5 females, 5 males) from each group were slaughtered. Carcass dissection was done, and major physicochemical traits were analysed (pH, water holding capacity, drip loss, color, and chemical composition of muscles). Weight of leg muscles and their proportion in the carcass were higher ($p < 0.05$) in SBM. Breast muscles from SBM were characterized by increased ($p < 0.05$) drip loss, enhanced ($p < 0.05$) content of protein, water, collagen and connective tissue, and lower ($p < 0.05$) fat content. Leg muscles from SBM were characterized by higher ($p < 0.05$) protein and water content but decreased ($p < 0.05$) salt and fat content compared to YL. The addition of YL (approx. 28%), potato protein, and brewer's yeast had no negative effect on most meat traits and could partly replace SBM as a protein source in geese feeding. Hence, yellow lupin, potato protein and brewer's yeast can be used in geese rearing followed by fattening with oats. Some producers do not have the option of using soybean meal. Small-scale farms use their own crop resources, so lupins can be an alternative source of protein for soybean meal.

Keywords: drip loss; goose; growth; meat quality; muscles; physicochemical traits; protein; yellow lupin

1. Introduction

Carcass and meat quality in broiler poultry depends on many parameters, including genotype, sex, age, and diet. In the composition of feeds, the content of total protein affects the nutritive value of muscle tissue [1]. Most broiler geese produced in Poland are two-strain crossbreeds designated W31

(White Kołuda[®] geese) and they make up over 95% of the local population. These birds are reared for 13 weeks with a normal feed mixture and for the next 3 weeks before slaughter (week 16), according to the traditional method of production technology, they are fattened only on oat grains [2,3]. The basic source of protein in poultry feeds is imported soybean meal (mainly GMO). Its high-protein component is unrivalled as it contains 45% to 55% crude protein [4]. Because of the need to secure the supply of protein to animals and people, as well as the existing ban on the distribution of feed from genetically modified plants in Poland, the use of legumes as an alternative to soybean has been attracting growing interest [5,6]. Among alternative plants are lupin species that contain 35–40% of protein and 8–12% fat. However, lupin plants are poor in digestible carbohydrates, i.e., oligosaccharides and starch. In the past, the use of lupins in livestock diets was limited by high levels of alkaloids, tannins, and non-starch polysaccharides (NSPs), which reduced palatability, nutritional value, and feed intake [7–10]. New varieties of lupin, however, created as a result of breeding studies, are characterized by a lower content of anti-nutritional ingredients and no longer have such drawbacks [11–15].

The aim of this study was to compare the productivity parameters and quality of carcass and meat from geese receiving balanced feed containing protein sourced from yellow lupin (at 28% content in feed), potato protein, and brewer's yeast, as an alternative to soybean meal.

The tested hypothesis is: Yellow lupin seeds, potato protein, and brewer's yeast used as a high-protein component as an alternative for soybean meal in complete feed positively influences the quality of meat from broiler geese during the 13 weeks before traditional oat fattening can be started. This study also indicates the possibility of economically positive rearing using yellow lupin seed at a 28% level in feed and then continuing with traditional oat fattening.

2. Materials and Methods

According to Polish law and the EU directive (no. 2010/63/EU), the experiment did not require approval from the Local Ethical Committee as it was done by local farmers on a small scale (in the production conditions). The main part of the experiment started after the slaughter when the raw material was provided. This was an implementation experiment (practical tests, after the experimental stage).

2.1. Animals and Diets

The study was conducted with 210 White Kołuda[®] geese, divided into 2 groups, with 105 birds in each group and 5 replications (21 birds each). Group 1 (control) received balanced feed containing soybean meal, while Group 2 (experimental) received balanced feed containing yellow lupin cv. Mister (ground form), potato protein, and brewer's yeast (without soybean meal). The birds were not assigned to groups based on male and female sex because differences due to sexual dimorphism are not noticed in the rearing period of broiler geese. Female and male White Kołuda[®] geese are two-breed hybrids, constituting slaughter material, and are characterized by uniform growth and non-differing slaughter performance. Each goose was marked with a padlock mark and weighed individually. In the experiment, two geese sexes were used because it was during a normal production cycle on a small-scale farm, where producers aim to achieve a good quality product regardless of the sex of the birds. The diet of the birds differed in the three periods of rearing, where the concentrate level decreased from 50% in the first stage to 40% in the second stage. Herein, the content of wheat in the feed increased from 50% to 60%. Hence, there was 20.51%–20.52% of crude protein (CP) and 11.54–11.55 MJ of metabolic energy (ME) per kg of feed in the first period; the second period comprised 18.01–18.03% of CP and 11.65–11.67 MJ/kg of feed (Table 1). The composition of concentrates and its analysed nutritive value are presented in Table 2. Information on the concentrates was provided by the animal feed manufacturer.

Table 1. Proportion of concentrate and wheat in feed for geese.

Weeks 1 to 6 of Rearing	Concentrate	Wheat
Control group (1)	50%	50%
Experimental group (2)	50%	50%
Weeks 7 to 13 of rearing	Concentrate	Wheat
Control group (1)	40%	60%
Experimental group (2)	40%	60%
Weeks 1 to 6 of rearing ¹		
CP (%) ²	20.51–20.52	
ME (MJ/kg of feed) ³	11.54–11.55	
Weeks 7 to 13 of rearing		
CP (%)	18.01–18.03	
ME (MJ/kg of feed)	11.65–11.67	
Weeks 13 to 16 of rearing (1, 2 groups)	fattening on oats (<i>ad libitum</i>)	
CP (%)	8.90	
ME (MJ/kg of feed)	10.20	

¹ values of crude protein and metabolic energy that were declared from the producer; ² crude protein (%); ³ metabolic energy (MJ/kg of feed).

Table 2. Composition of concentrate and its analysed nutritive value for geese.

Composition, %	Group	
	1 ¹	2 ²
Soybean meal, 44%	65	-
Yellow lupin cv. Mister, 42.5%	-	68.98
Potato protein	-	3
Brewer's yeast	-	3
Triticale	23.04	12
Soybean oil	5.2	5.4
Premix 1%	2	2
Chalk fodder, CaCO ₃	2	2
CaH ₄ P ₂ O ₈	1.52	1.74
NaHCO ₃	0.84	0.8
Fodder salt, NaCl	0.18	0.12
L-lysine	-	0.32
DL-methionine	0.2	0.4
L-threonine	0.02	0.24
Crude protein	31.42	31.43
Metabolic energy, MJ/kg	10.79	10.79
Calcium, %	1.92	1.92
P-available, %	0.56	0.56
Lysine, %	1.82	1.82
Threonine, %	1.28	1.28
Valine, %	1.14	1.14

¹ control group fed with soybean meal; ² experimental group fed with yellow lupin seeds, potato protein, and brewer's yeast.

The birds were reared for 16 weeks, and in the last 3 weeks before slaughter, they were fattened on oat grains. The feed was given *ad libitum* for the entire goose maintenance period. Fattening on oats is the traditional method of geese production in Poland. Oat fattening causes an increase in fat, which is designed to give the goose meat a typical taste and a unique structure. Each goose ate approximately 6.5 kg of oats for the fattening period. Up to the age of 6 weeks, the geese were kept in pens indoors, and then they moved to free range. The pens were prepared in accordance with

applicable standards, where the density was 19 kg of geese per 1 m². After 6 weeks, when the birds developed thermoregulation capacity and completed the process of buyer gland development, they were transferred in accordance with the established groups and replications to the free range, where the maximum density was up to 6.5 kg of goose per 1 m². This is also associated with a feather cover that closes in geese after 6 weeks of age. Geese could be moved to free range at an earlier date, however weather conditions could result in rearing failure. For the first 4 weeks, an artificial heating system was used in the building, where the temperature was 32 degrees Celsius and gradually decreased to 22. For the next 2 weeks, the temperature in the building fluctuated between 22 and 24 degrees Celsius. After 6 weeks, the environmental conditions were natural (free range) and they fluctuated (summer months). The lighting program was in line with goose production technology. For the first 3 days geese had constant lighting, while lighting was applied for 16 h the remaining 5.5 weeks. After 6 weeks, the lighting was natural, which, in the summer, was about 16 to 12 h (period from June to September).

2.2. Productivity Parameters

Birds and feed refusals were weighed. Birds were weighed individually. Each bird had a padlock badge, thanks to which body weight was controlled for each individual, and the average result for the whole group was accurately calculated. On this basis, the mean values of 1-day-old chicks and the final body weight (BW), body weight gain (BWG), total feed intake (FI), and feed conversion ratio (FCR) per kg of body weight gain for the whole herd were calculated.

2.3. Meat Traits

After 16 weeks of rearing, 20 birds (10 from each group: 5 males and 5 females), randomly selected, were slaughtered. Each bird was taken as a unit in every group comprising the obtained experimental results. Therefore, the mean values were represented by 5 replications with 2 geese each (10 birds). The plucked and gutted carcasses were analyzed for qualitative parameters. The pH value of breast muscles was first measured 15 min post-mortem (pH₁₅). The carcasses were then placed in cold storage at 2 °C, and pH was measured again after 24 h (pH₂₄) utilizing a CX-701 pH-meter with a knife electrode (Elmetron, Zabrze, Poland). The carcasses were weighed on Radwag scales (Radwag, Radom, Poland) with accuracy to the nearest 0.01 g. Next, the carcasses were dissected by applying the method described by Ziotecki and Doruchowski [16], and the following parts were separated: breast muscles, leg muscles, skin with subcutaneous fat, abdominal fat, offal (liver, heart, stomach), wings with skin, neck with skin (cut off between the last cervical vertebra and the first thoracic vertebra of spine), and carcass remains (trunk, leg bones). Each carcass part was weighed, and dressing percentage was calculated by the formula $WC/BW \times 100\%$, where WC is the weight of the carcass and BW is body weight. The color of breast and leg muscles was assessed using a Konica Minolta colorimeter (CR400, Tokyo, Japan), calibrated using the white calibration plate no. 21033065 and the D₆₅ Y_{86.1} X_{0.3188} Y_{0.3362} scale. The color was graded according to the CIELab (Comission Internationale de l'Eclairage—International Commission of Lighting) system for L* (lightness), a* (redness), and b* (yellowness) [17]. Breast muscles were also tested for drip loss. For that purpose, breast muscles were weighed post-mortem (M1) and after 24 h of storage in a cold room at 2 °C (M2) [18]. Calculations were done using the formula $DP = 100\% - (M2/M1) \times 100\%$. Breast and leg muscles were also analyzed for (WHC) water holding capacity [19]. Herein, muscles were homogenized in a mincer (homogenizer). Pooled samples of about 0.300 g with 5% standard deviation, weighted on an accurate analytical balance (M1) were wrapped in Whatman grade 1 filter paper and kept under 2 kg pressure for 5 min (M2). The water holding capacity of meat was calculated based on the difference in weight before and after the test ($WHC = 100\% - (M2/M1) \times 100\%$).

2.4. Chemical Composition of Meat

Pooled samples of homogenized breast and leg muscles (90 g) from each study group were analyzed in a laboratory for the content of protein, collagen, salt, connective tissue, fat and water

according to the PN-A-82109:2010 standard, using a FoodScan apparatus (FOSS, Warsaw, Poland) with a Near Infrared Transmission (NIT) spectrometer calibrated for an artificial neural network (ANN).

2.5. Statistical Analysis

Numerical data were analyzed via statistical software [20] by calculating the mean values (\bar{x}) of the examined parameters and their standard deviations (SD) with the dietary high-protein compound as the main factor (with or without soybean meal). Standard error of the mean (SEM) was also calculated. The significance of differences was verified by a Student's *t*-test at the significance level of p -value < 0.05 . Differences between groups were statistically significant when the p -value was less than 0.05. Each bird was the basic unit in every group comprising the obtained experimental results of meat quality (each group: 10 birds = 2/pen). The productivity parameters were calculated for the whole herd of geese (each group: 105 birds).

3. Results

Analysis of BW showed no significantly higher ($p > 0.05$) values in Group 1 (soybean meal) compared to Group 2 (without soybean meal). The average BWG of geese from the 1st group was 0.52 g higher than that in the 2nd group. Considering the whole rearing period, FI in Group 1 was 0.09 kg lower than that in Group 2. FCR per kg of weight gain in birds from Group 1 was 0.24 kg lower than that in Group 2. No statistically significant differences ($p > 0.05$) of productivity parameters between groups were found (Table 3).

Table 3. Productivity parameters of all of geese (\bar{x} ; \pm SD; SEM) after the 16-week rearing period.

Traits	Group 1 ¹	Group 2 ²	SEM	<i>p</i> -Value
<i>n</i> = 105 per Group	$\bar{X} \pm$ SD	$\bar{X} \pm$ SD		
Body weight of 1-day-old chicks (g)	100.05 \pm 9.77	99.21 \pm 7.91	0.42	0.621
Final body weight (g)	6205.90 \pm 66.00	6144.86 \pm 88.10	30.52	0.574
Body weight gain (g/day)	53.09 \pm 5.76	52.57 \pm 7.65	0.260	0.580
Total feed intake (kg)	27.38 \pm 0.62	27.62 \pm 0.60	0.19	0.565
Feed conversion ratio (kg/kg gain)	4.41 \pm 0.10	4.50 \pm 0.10	0.53	0.567

n, means represented by 105 birds (21 birds chosen from 5 replications), each bird was a basic experimental unit for means results; ¹ control group, fed with feed based on soybean meal; ² experimental group, fed with yellow lupin seeds, potato protein, and brewer's yeast; \bar{x} , means represented by 5 replications with 21 geese per each (105 birds); \pm SD, standard deviation; SEM, standard error of the mean. Each bird was the basic unit in every group comprising the obtained experimental results.

The analysis of post-mortem parameters (Table 4) demonstrated that the pre-slaughter BW, the weight of the gutted carcass, and dressing percentage in both groups were similar ($p > 0.05$), where the mean values for both groups were 6483.5 g, 4355.2 g, and 67.2%, respectively. There were also no significant differences ($p > 0.05$) between both study groups with respect to the other characteristics, such as the weight of the neck, wings, offal, or carcass remains. Table 5 shows that the weight of leg muscles and their proportion in the carcass significantly increased ($p = 0.043$, $p = 0.036$, respectively) in geese from Group 1 compared to that of Group 2. The values of other parameters of muscles and carcass fatness were similar ($p > 0.05$) in both groups. Physicochemical analysis of breast muscles from geese did not reveal any significant differences ($p > 0.05$) in pH, WHC or parameters of muscle color (Table 6). However, the drip loss from breast muscles significantly increased ($p = 0.007$) in birds from Group 1.

Table 4. Post-mortem parameters (mean; \pm SD; SEM) in 16-week-old geese.

Traits	Group 1 ¹	Group 2 ²	SEM	<i>p</i> -Value
<i>n</i> = 10 per Group	X \pm SD	X \pm SD		
Pre-slaughter body weight (g)	6519.00 \pm 109.79	6448.00 \pm 148.38	29.55	0.240
Weight of carcass (g)	4340.69 \pm 162.45	4369.66 \pm 136.30	32.80	0.671
Dressing percentage (%)	66.58 \pm 2.15	67.78 \pm 2.14	0.49	0.226
Weight and proportion in carcass				
Neck with skin (g)	386.18 \pm 73.96	355.83 \pm 48.61	14.06	0.292
Neck with skin (%)	8.91 \pm 1.76	8.15 \pm 1.10	0.33	0.258
Wings (g)	570.16 \pm 55.54	545.61 \pm 47.54	11.60	0.302
Wings (%)	13.16 \pm 1.51	12.51 \pm 1.27	0.31	0.308
Weight of offal (g)	357.29 \pm 33.65	347.54 \pm 25.22	6.57	0.473
Weight of remains (g)	997.00 \pm 200.80	1130.99 \pm 158.55	42.27	0.115

n, means represented by 10 birds (2 birds chosen from 5 replications), each bird was a basic experimental unit for means results; ¹ control group, fed with feed based on soybean meal; ² experimental group, fed with yellow lupin seeds, potato protein, and brewer's yeast; *x*, means represented by 5 replications with 2 geese per each (10 birds); \pm SD, standard deviation; SEM, standard error of the mean.

Table 5. Muscles and fat (mean; \pm SD; SEM) in 16-week-old geese.

Traits	Group 1 ¹	Group 2 ²	SEM	<i>p</i> -Value
<i>n</i> = 10 per Group	X \pm SD	X \pm SD		
Breast muscles (g)	632.93 \pm 69.80	630.25 \pm 60.96	14.27	0.928
Breast muscles (%)	14.59 \pm 1.61	14.42 \pm 1.38	0.33	0.811
Leg muscles (g)	518.54 \pm 41.20	470.63 \pm 46.93	12.02	0.043
Leg muscles (%)	12.00 \pm 1.26	10.78 \pm 1.07	0.29	0.036
Total muscles (g) ³	1151.47 \pm 97.45	1100.88 \pm 95.34	21.77	0.256
Total muscles (%)	26.55 \pm 2.36	25.20 \pm 2.16	0.52	0.200
Skin with subcutaneous fat (g)	1170.74 \pm 138.80	1143.03 \pm 109.51	27.39	0.626
Skin with subcutaneous fat (%)	26.98 \pm 3.19	26.15 \pm 2.31	0.61	0.517
Abdominal fat (g)	205.55 \pm 51.51	223.88 \pm 47.41	10.98	0.418
Abdominal fat (%)	4.73 \pm 1.17	5.13 \pm 1.10	0.25	0.450

Statistically significant differences found at the level *p*-value < 0.05; *n*, means represented by 10 birds (2 birds chosen from 5 replications), each bird was a basic experimental unit for means results; ¹ control group, fed with feed based on soybean meal; ² experimental group, fed with yellow lupin seeds, potato protein, and brewer's yeast; ³ total muscles = breast muscles + leg muscles; *x*, means represented by 5 replications with 2 geese per each (10 birds); \pm SD, standard deviation; SEM, standard error of the mean.

Breast muscles from Group 1 also contained higher amounts of protein (*p* < 0.001), water (*p* < 0.001), collagen (*p* = 0.013), and connective tissue (*p* = 0.026), but less intramuscular fat (*p* = 0.000), than those from Group 2. Values of WHC and color parameters (*L**, *a**, *b**) for leg muscles were similar (*p* > 0.05) in both study groups (Table 7). However, leg muscles from geese in Group 1 contained significantly higher amounts of protein (*p* < 0.001) and water (*p* < 0.001) compared to that of Group 2. Moreover, the content of salt (*p* < 0.001) and intramuscular fat (*p* < 0.001) in leg muscles from Group 2 was higher (0.94% and 8.93%), than that in Group 1 (0.81% and 8.21%).

Table 6. Physicochemical parameters of breast muscles (means; \pm SD; SEM) in 16-week-old geese.

Traits	Group 1 ¹	Group 2 ²	SEM	p-Value
<i>n</i> = 10 per Group	$\bar{x} \pm$ SD	$\bar{x} \pm$ SD		
pH ₁₅	6.30 \pm 0.19	6.36 \pm 0.13	0.04	0.412
pH ₂₄	6.22 \pm 0.45	6.24 \pm 0.18	0.08	0.354
Color ³				
L*	41.92 \pm 3.95	41.06 \pm 2.54	0.73	0.571
a*	13.68 \pm 1.30	13.71 \pm 1.12	0.26	0.961
b*	4.70 \pm 1.86	3.92 \pm 1.73	0.55	0.346
WHC (%) ⁴	26.20 \pm 4.37	29.75 \pm 4.71	1.07	0.098
Drip loss (%)	0.63 \pm 0.22	0.33 \pm 0.21	0.06	0.007
Protein (%)	22.13 \pm 0.05	21.77 \pm 0.04	0.04	<0.001
Collagen (%)	1.34 \pm 0.09	1.19 \pm 0.14	0.03	0.013
Salt (%)	1.08 \pm 0.05	1.08 \pm 0.08	0.01	0.949
Connective tissue (%)	6.04 \pm 0.42	5.46 \pm 0.64	0.14	0.026
Intramuscular fat (%)	3.09 \pm 0.04	3.91 \pm 0.02	0.09	<0.001
Water (%)	73.70 \pm 0.04	72.48 \pm 0.05	0.14	<0.001

Statistically significant differences found at the level p -value < 0.05; n , means represented by 10 birds (2 birds chosen from 5 replications), each bird was a basic experimental unit for means results; ¹ control group, fed with feed based on soybean meal; ² experimental group, fed with yellow lupin, potato protein, and brewer's yeast; ³ L*, lightness, a*, redness, b*, yellowness; ⁴ WHC, water holding capacity; \bar{x} , means represented by 5 replications with 2 geese per each (10 birds); \pm SD, standard deviation; SEM, standard error of the mean.

Table 7. Physicochemical parameters of leg muscles (mean; \pm SD; SEM) in 16-week-old geese.

Traits	Group 1 ¹	Group 2 ²	SEM	p-Value
<i>n</i> = 10 per Group	$\bar{x} \pm$ SD	$\bar{x} \pm$ SD		
Color ³				
L*	39.49 \pm 1.14	39.31 \pm 3.86	0.62	0.890
a*	11.86 \pm 2.62	10.96 \pm 2.69	0.59	0.461
b*	2.93 \pm 1.64	1.88 \pm 1.80	0.39	0.190
WHC (%) ⁴	30.31 \pm 0.81	32.03 \pm 3.80	0.63	0.180
Protein (%)	19.05 \pm 0.05	18.89 \pm 0.03	0.02	<0.001
Collagen (%)	1.39 \pm 0.13	1.46 \pm 0.10	0.03	0.155
Salt (%)	0.81 \pm 0.04	0.94 \pm 0.03	0.01	<0.001
Connective tissue (%)	7.27 \pm 0.66	7.75 \pm 0.55	0.14	0.098
Intramuscular fat (%)	8.21 \pm 0.01	8.93 \pm 0.05	0.08	<0.001
Water (%)	71.15 \pm 0.09	70.13 \pm 0.09	0.12	<0.001

Statistically significant differences found at the level p -value < 0.05; n —means represented by 10 birds (2 birds chosen from 5 replications), each bird was a basic experimental unit for means results; ¹ control group, fed with feed based on soybean meal; ² experimental group, fed with feed without soybean meal; ³ L*, lightness, a*, redness, b*, yellowness; ⁴ WHC, water holding capacity; \bar{x} , means represented by 5 replications with 2 geese per each (10 birds); \pm SD, standard deviation; SEM, standard error of the mean;

4. Discussion

The use of lupin species in geese diets and its impact on productivity parameters and quality of meat have been investigated by other researchers, including Bieliński et al. [21], Biesiada-Drzazga et al. [22], Biesiada-Drzazga [23], and Pietrzak et al. [24]. Scientific research previously carried out in the field on the use of different sources of protein in goose nutrition was conducted in the form of scientific experiments, where rearing was not commercial and ended before the beginning of the oat grain fattening period. Research on goose meat quality is limited, and literature is hardly available. By conducting our research, we wanted to show the results regarding the quality of the finished raw material, produced based on traditional fattening by oat grains (good quality meat and fat with excellent sensory properties [2]).

In our work, feed rations were done according to recommendations by Smulikowska and Rutkowski [25], that is, 15.0–22.0% of crude protein and 11.7–12.0 MJ of metabolic energy per kg of feed. Bieliński et al. [21] added sweet lupin to the diet of Italian white geese at a level of 12–15% of daily rations and reported, as in our study, no negative effects on the productivity parameters of geese during the 10-week rearing period. They also found that this proportion of lupin in feed had no negative effect on weight gain or egg production in geese. Similar conclusions were reached by Biesiada-Drzazga et al. [22], who replaced soybean meal with yellow lupin at a level of 25–50% of the daily ration. In their experimental study, geese were reared for 10 weeks, and there was no deterioration in BWG, weight of carcass, breast muscles, or leg muscles in geese on a diet without soybean meal compared to the control birds. In another experiment [23], geese that received feed in which soybean meal was partly replaced with yellow lupin and sunflower seed meal were characterized by significantly lower fat content in the carcass and lower weight of breast muscle compared to the control group. Slightly different results were obtained in our research, where the weight of leg muscles and their proportion in the carcass was lower in geese fed with yellow lupin in comparison to the group fed with soybean meal. The effect of diets containing yellow lupin (10% per ration) on the quality of the carcass in White Koluda[®] geese was also investigated by Pietrzak et al. [24]. The authors, similarly to our study, found no negative effect of yellow lupin on most of the carcass parameters, and the values of meat traits in geese were like those reported from our experiments. Muscle results are not necessarily caused by a change of feed and by other protein components, because the protein content (amount), and hence muscle growth, is genetically determined. However, the fat content of the carcass and muscle (intramuscular fat) may change due to nutrition.

The results of our study show that the addition of yellow lupin to goose feeds did not affect the color of breast and leg muscles (L^* , a^* , b^*), but it caused differences in the chemical composition of meat between the analyzed groups. The mean values of the basic chemical components of breast and leg muscles, lightness (L^*), and yellowness (b^*) of breast and leg muscles were similar to the values reported by Pietrzak et al. [24]. However, the redness of meat (a^*) measured in our study (10.96 to 13.71) was much lower than the values reported by Pietrzak et al. [24] (22.30 to 23.45). This could indicate that birds had various contents of red muscle fibres. The higher values of yellowness could indicate higher levels of intramuscular fat. The differences between various meat color studies may relate to the changes of pH values and the glycolysis process [26]. The differences in color may also be affected by the structure of muscle fibers or the method of calibration and the type of colorimeter used to perform the analysis [24]. Many factors influence meat color results. Muscle tissue has a dye—myoglobin. Its content depends on many factors such as the species, age, or condition of the animal. In our research, the geese came from one hatching and were also characterized by a similar body condition. Another factor may be the post-slaughter period, during which post-mortem concentration and pH decrease (acidification increases). A pH value that decreases indicates the proper course of glycolysis in muscle tissue [27]. Higher pH of meat is often associated with a higher water-holding capacity. According to Zhuang and Savage [28] meat with a higher L^* value and lower pH value is characterized by lighter color, and this was confirmed in our own study. In turn, pH below 5.7 is characterized by poorer meat suitability for further technological processing. This could be due to a PSE (pale, soft, exudative) defect. However, waterfowl, including geese, are characterized by a large proportion of red muscle fibers, which means that PSE is very rare. A higher drip loss in breast muscles in the control group in the present study may be associated with a higher content of protein in the meat [24].

Drip loss was different in the analysed groups and was lowest for breast muscles from geese receiving feed in which protein was balanced without soybean meal. According to Augustyńska-Prejsnar and Sokołowicz [29], lower values of drip loss indicate better juiciness of muscles. This trait, associated with the capacity of muscles to hold water, has a huge impact on meat quality and depends on the genotype, post-mortem chemical changes in meat, and the way meat is stored [30,31]. Pietrzak et al. [24] suggested that differences in the values of drip loss may be caused by different contents of protein in muscles. Consumers require juicy meat, which is why the ability to keep

water is such an important element of quality. After slaughter, the meat is prepared and distributed to stores. Meat should, despite a given shelf life in stores, be characterized by high firmness and low drip loss. Our study revealed a higher proportion of fat in leg and breast muscles from Group 2 reared on a diet without soybean meal. According to Tyra and Mitka [32], this may indicate better palatability of meat because fat is the carrier of flavours. Geese (especially two-breed hybrids like the White Kofuda® goose) are also characterized by a favorable fatty acid profile in fat, which is why the increased fat content in carcass and muscles can be considered a desirable trait. In addition, the traditional technology of fattening geese on oats has, among other factors, contributed to increasing fatness in geese carcasses. Other researchers investigating this problem [25,33] proposed a much lower addition of yellow lupin (5% to 15%) as optimal without deteriorating productivity parameters. Literature on the quality of goose meat is quite limited in terms of the use of various sources of protein in feed. Many scientists have been involved in comparing goose meat quality according to strains and housing systems [34–36].

5. Conclusions

The addition of yellow lupin, potato protein, and brewer's yeast to goose feed used in our experiment (about 28%) had no negative effects on most meat traits or physicochemical characteristics of muscles from these birds, excluding leg muscle weight and content in carcass. The ability to retain water in goose meat showed better suitability for further technological processing. Yellow lupin can be proposed as an alternative to soybean meal. The use of yellow lupin seeds, potato protein, and brewer's yeast in geese diets could be included in production practices, especially in small-scale farms with semi-intensive systems of rearing. This diet allows geese to be reared and fed properly before the traditional method of fattening by oats is employed. Use of alternative protein sources could determine wider and different types of products for producers and for the consumer market.

Author Contributions: Conceptualization, J.K., J.B., M.B., and M.A.; methodology, J.K., J.B., M.B., and M.A.; software, J.B.; validation, J.K., J.B., M.B., and M.A.; formal analysis, J.B.; investigation, J.K., J.B., M.B., and M.A.; resources, J.K., J.B., M.B., and M.A.; data curation, J.K., J.B., M.B., and M.A.; writing—original draft preparation, J.B.; writing—review and editing, J.K.; visualization, J.K., J.B., M.B., and M.A.; supervision, J.K., J.B.; project administration, J.K., J.B., M.B., and M.A.; funding acquisition, J.K., J.B., M.B., and M.A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: The study was carried out under the measure “Qualitative assessment of animal raw materials produced based on domestic sources of vegetable protein” of the Multiannual Programme “Increased use of domestic feed protein to produce high-quality animal products under the conditions of sustainable development” [Resolution No. 222/2015].

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

References

1. Kuźniacka, J.; Adamski, M.; Czarnecki, R.; Banaszak, M. Results of Rearing Broiler Chickens Under Various Systems. *J. Agric. Sci.* **2014**, *6*, 19–25. [[CrossRef](#)]
2. Buzala, M.; Adamski, M.; Janicki, B. Characteristic of performance traits and the quality of meat and fat in Polish oat geese. *World Poult. Sci. J.* **2014**, *70*, 531–542. [[CrossRef](#)]
3. Lewko, L.; Gornowicz, E.; Pietrzak, M.; Korol, W. The effect of origin, sex and feeding on sensory evaluation and some quality characteristics of goose meat from Polish native flocks. *Ann. Anim. Sci.* **2017**, *17*, 1185–1196. [[CrossRef](#)]
4. Kaczmarek, S.A.; Hejdysz, M.; Kubiś, M.; Rutkowski, A. Influence of graded inclusion of white lupin (*Lupinus albus*) meal on performance, nutrient digestibility and intestinal morphology of broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* **2016**, *57*, 364–374. [[CrossRef](#)]
5. Książak, J.; Świącicki, W.; Szukała, J.; Rutkowski, A.; Jerzak, M.; Barszczewski, J. *Ulepszanie Krajowych Źródeł Białka Roślinnego, Ich Produkcji, Systemu Obrotu i Wykorzystania w Paszach. Raport Końcowy z Realizacji Programu Wieloletniego 2011–2015*; Wyd. IUNG-PIB: Puławy, Poland, 2015; pp. 5–71. (In Polish)

6. Sońta, M.; Rekiel, A. Production and use of legumes for feed purposes. Vol. II. The use of fabaceae in animal nutrition. *Breed. Rev.* **2017**, *1*, 19–25. (In Polish)
7. Jezierny, D.; Mosenthin, R.; Bauer, E. The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2010**, *157*, 111–128. [[CrossRef](#)]
8. Chiofalo, B.; Lo Presti, V.; Chiofalo, V.; Gresta, F. The productive traits, fatty acid profile and nutritional indices of three lupin (*Lupinus* spp.) species cultivated in a Mediterranean environment for the livestock. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2012**, *171*, 230–239. [[CrossRef](#)]
9. Chilomer, K.; Kasproicz-Potocka, M.; Gulewicz, P.; Frankiewicz, A. The influence of lupin seed germination on the chemical composition and standardized ileal digestibility of protein and amino acids in pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **2013**, *97*, 639–646. [[CrossRef](#)]
10. Bähr, M.; Fechner, A.; Hasenkopf, K.; Mittermaier, S.; Jahreis, G. Chemical composition of dehulled seeds of selected lupin cultivars in comparison to pea and soya bean. *LWT Food Sci. Technol.* **2014**, *59*, 587–590. [[CrossRef](#)]
11. Milczarek, A.; Osek, M. Effectiveness evaluation of use of various protein feeds for broiler chicken feeding. *Ann. Anim. Sci.* **2019**, *19*, 1063–1081. [[CrossRef](#)]
12. Jansen, G.; Jürgens, H.U.; Schliephake, E.; Seddig, S.; Ordon, F. Effects of growing system and season on the alkaloid content and yield of different sweet *L. angustifolius* genotypes. *J. Appl. Bot. Food Qual.* **2015**, *88*, 1–4. [[CrossRef](#)]
13. Hejdysz, M.; Kaczmarek, S.A.; Rutkowski, A. Extrusion cooking improves the metabolizable energy of faba beans and the amino acid digestibility in broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2016**, *212*, 100–111. [[CrossRef](#)]
14. Rutkowski, A.; Kaczmarek, S.A.; Hejdysz, M.; Jamroz, D. Effect of extrusion on nutrients digestibility, metabolizable energy and nutritional value of yellow lupine seeds for broiler chickens. *Ann. Anim. Sci.* **2016**, *16*, 1059–1072. [[CrossRef](#)]
15. Kaczmarek, S.A.; Hejdysz, M.; Kubiś, M.; Kasproicz-Potocka, M.; Rutkowski, M. The nutritional value of yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) for broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* **2016**, *222*, 43–53. [[CrossRef](#)]
16. Ziotecki, J.; Doruchowski, W. *Methods for Assessing Slaughter Value*; COBRD Publisher: Poznań, Poland, 1989; pp. 1–22. (In Polish)
17. CIE. *Colorimetry*; Publication CIE 15.2; Central Bureau of CIE: Vienna, Austria, 1986.
18. Honikel, K.O. The water binding of meat. *Fleischwirtschaft* **1987**, *67*, 1098–1102.
19. Grau, R.; Hamm, R. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirtschaft* **1952**, *4*, 295–297.
20. STATISTICA PL. *Version 10.0, Series 1101*; Statsoft: Cracow, Poland, 2011.
21. Bieliński, K.; Skarzyński, L.; Pakulska, E. Seeds of faba bean, peas and sweet lupins, as well as flax and rapeseed meal as a source of protein in goose nutrition. *Rocz. Nauk. Zootech.* **1982**, *9*, 247–262. (In Polish)
22. Biesiada-Drzazga, B.; Górska, J.; Górska, A. Analysis of slaughter value and muscle fibre thickness of selected muscles in geese broilers as related to feeding applied during the rearing period. *Anim. Sci. Pap. Rep.* **2006**, *24*, 37–44.
23. Biesiada-Drzazga, B. Impact of goose feeding on mixtures containing post-extraction sunflower meal and yellow lupine meal on the quality of muscle and fat tissue. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tuszcz.* **2008**, *46*, 25–34. (In Polish)
24. Pietrzak, D.; Mierzejewska, E.; Mroczek, J.; Michalczuk, M.; Damaziak, K.; Makarski, M.; Adamczak, L. Impact of nutrition and sex on selected quality characteristics of White Koluda Geese meat. *Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol.* **2013**, *574*, 49–56. (In Polish)
25. Smulikowska, S.; Rutkowski, A. *Recommended Allowances and Nutritive Value of Feedstuffs. Poultry Feeding Standards*, 5th ed.; The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition, PAS: Jabłonna, Poland, 2018; pp. 58–65. (In Polish)
26. Dransfield, E.; Sosnicki, A.A. Relationship between Muscle Growth and Poultry Meat Quality. *Poult. Sci.* **1999**, *78*, 743–746. [[CrossRef](#)]
27. Honikel, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **1998**, *49*, 447–457. [[CrossRef](#)]
28. Zhung, H.; Savage, E.M. Comparisons of sensory descriptive flavor and texture profiles of cooked broiler breast fillets categorized by raw meat color lightness values. *Poult. Sci.* **2010**, *89*, 1049–1055. [[CrossRef](#)]

29. Augustyńska-Prejsnar, A.; Sokołowicz, Z. The influence of breed and heat treatment on the quality of pectoral muscles of hens from organic farming after the first year of laying use. *Zywn. Nauka Technol. Jakość* **2018**, *25*, 151–162. [[CrossRef](#)]
30. Cheng, Q.; Sun, D.W. Factors Affecting the Water Holding Capacity of Red Meat Products: A Review of Recent Research Advances. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **2008**, *48*, 137–159. [[CrossRef](#)]
31. Damaziak, K.; Stelmasiak, A.; Michalczuk, M.; Wyrwisz, J.; Moczowska, M.; Marcinkowska-Lesiak, M.M.; Niemiec, J.; Wierzbicka, A. Analysis of storage possibility of raw and smoked breast meat of oat-fattened White Kołuda[®] goose based on their quality characteristics. *Poult. Sci.* **2016**, *95*, 2186–2197. [[CrossRef](#)]
32. Tyra, M.; Mitka, I. The role of intramuscular fat (IMF) in shaping meat quality (sensory) parameters. *Wiadomości. Zootech. R. LIII* **2015**, *4*, 50–56. (In Polish)
33. Jeroch, H.; Dänicke, S. Faustzahlen zur Geflügelfütterung. In *Geflügeljahrbuch*; Eugen Ulmer: Stuttgart, Germany, 2015; pp. 188–227.
34. Węzyk, S.; Rosiński, A.; Bielińska, H.; Badowski, J.; Cywa-Benko, K. A note on the meat quality of W11 and W33 White Kołuda geese strains. *Anim. Sci. Pap. Rep.* **2003**, *21*, 191–199.
35. Liu, B.Y.; Wang, Z.Y.; Yang, H.M.; Wang, J.M.; Xu, D.; Zhang, R.; Wang, Q. Influence of rearing system on growth performance, carcass traits, and meat quality of Yangzhou geese. *Poult. Sci.* **2011**, *90*, 653–659. [[CrossRef](#)]
36. Liu, H.W.; Zhou, D.W. Influence of pasture intake on meat quality, lipid oxidation, and fatty acid composition of geese. *J. Anim. Sci.* **2013**, *91*, 764–771. [[CrossRef](#)]





© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



The Effect of a Balanced Diet Containing Yellow Lupin (*Lupinus luteus* L.) on Carcass and Meat Quality of Broiler Ducks

■ Author(s)

Biesek J¹  <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>
Kuźniacka J¹  <https://orcid.org/0000-0003-3050-8617>

¹ Department of Animal Breeding, Faculty of Animal Breeding and Biology, UTP - University of Science and Technology in Bydgoszcz, Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Poland.

■ Mail Address

Corresponding author e-mail address
Jakub Biesek
Department of Animal Breeding, Faculty of Animal Breeding and Biology, UTP - University of Science and Technology in Bydgoszcz, Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Poland.
Phone: (+48) 608-509-997
Email: jakub.biesek@utp.edu.pl

■ Keywords

Duck, body weight, carcass, colour, quality, water-holding capacity, yellow lupin.



Submitted: 06/October/2019
Approved: 03/March/2020

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the final productivity parameters, carcass and meat quality in ducks fed with yellow lupin (*Lupinus luteus*) as a protein source instead of soybean meal. 200 Cherry Valley ducks were divided into two equal groups. Control (1) was fed with soybean meal, experimental (2) was fed with yellow lupin. Productivity parameters were calculated. After 8 weeks of rearing, 10 ducks from each group were slaughtered. The pH of breast muscles was measured 15 minutes and 24 hours post-mortem. Carcasses were dissected and each carcass part was weighed. After dissection, breast and leg muscles were analysed for selected parameters of meat quality (water holding capacity, and colour). Additionally, drip loss in breasts was analysed. The body weight of ducks, as well as FI and FCR between groups was compared ($p < 0.05$). There were no differences ($p > 0.05$) between groups in post-slaughter parameters, but the weight of offal was higher ($p < 0.05$) in group 1 than in group 2. There were no differences in the weight of carcass muscles and fatness between the two groups ($p > 0.05$). Lightness (L^*) and yellowness (b^*) of breast muscles were higher ($p < 0.05$) in group 2 than in group 1. The water-holding capacity of leg muscles was higher ($p < 0.05$) in group 1 than in group 2. Yellow lupin in duck feed as a high-protein component did not deteriorate most meat traits, or the physicochemical parameters of their muscles. It can be proposed as a partial alternative to soybean meal.

INTRODUCTION

The worldwide production of duck meat relies on crossbred hybrids. In Poland these are mainly foreign hybrids – French Pekin duck (Grimaud Frères Sélection), English Pekin duck (Cherry Valley), and crossbreeds of French Muscovy ducks. There are also Polish crossbreeds of Pekin ducks. An increased interest of consumers in duck meat has been observed in many countries. Duck meat is characterized by a darker red colour and higher content of fat compared to chicken or turkey meat. The high nutritional value of duck meat results from the beneficial composition of fatty acids, lipids in muscles, and fat storage (Biesiada-Drzazga *et al.*, 2011; Kokoszyński *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015).

Meat characteristics, quality of carcass, and parameters of duck meat depend on a number of factors, including origin (genotype), age and sex of birds, management system and diet ((Mazanowski *et al.*, 2003; Wołoszyn *et al.*, 2011a, 2011b; Rahman *et al.*, 2014; Smith *et al.*, 2015). Meat traits also depend on how the birds are fed during the rearing period and handled before and during slaughter, and the duration and conditions of meat storage (Ali *et al.*, 2008; Nurkhoeriyati *et al.*, 2012; Zdanowska-Sąsiadek *et al.*, 2013; Naveen *et al.*, 2016). Diet is one of the crucial factors influencing the quality of carcass and meat. The proportion of nutrients in the feed, necessary for proper growth



and development, especially proteins, must be at an optimal level (Kuźniacka *et al.*, 2014; Świątkiewicz *et al.*, 2017).

Polish regulations prohibiting the distribution of feed originating from genetically modified plants prompted many researchers to investigate sources of protein alternative to soybean, e.g. legumes (lupin species, pea, field bean), that can be grown on different types of soil.

In the past, lupin seeds characterized by high content of antinutrients, like alkaloids or non-starch polysaccharides, and its level depends on the cultivars and conditions where it is growing. (Hejdysz *et al.*, 2016). It could affect with a negative growth performance, but nowadays the new cultivars of lupins are characterized by lower alkaloid content (Rutkowski *et al.*, 2017). As Hejdysz *et al.*, (2018) reported, the main problem was that many countries don't grow soybean, because of environmental conditions. Yellow lupin seeds have a potential. There is similar content of protein and its utilization is the same as that of soybean. In the other study, ducks were fed with lupin-rich feed (Kuźniacka *et al.*, 2020). Authors concluded that the use of yellow lupin seeds with addition of rapeseed meal provided the best results in ducks comparing to the ducks fed with soybean meal. In this research, authors also reported that yellow lupin, cv. Mister in ground form had over 42% of crude protein in dry matter, no starch was found, as well as the total alkaloids content was very low (0.00085 g/kg in dry matter). Jamroz & Kubizna (2007; 2008) concluded that 5 to 15% of lupin seeds could be proposed in waterfowl diets. Biesek *et al.*, (2020) also suggested that the use of yellow lupin-rich feed in the waterfowl (geese) diets could be proposed as an alternative for soybean meal.

The aim of our study was to compare the quality of carcass and meat from ducks receiving a balanced feed containing 38% yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) as a source of protein alternative to commonly used soybean meal.

MATERIALS AND METHODS

According to the directive no. 2010/63/EU, the agreement of Local Ethics Committee was not required.

Animals and diets

One-day-old Cherry Valley SM3 Medium broiler ducks (males and females) were kept in pens on litter in two groups, 100 birds each. The sex breakdown was not included because sexual dimorphism does

not differentiate in slaughter ducks. The control group (1) received balanced feed containing soybean meal (SBM). The experimental group (2) received balanced feed containing yellow lupin *var.* Mister (ground form). Ducks were raised in production conditions on a small-scale farm. In the duck house there were 4 pens, where 50 birds were kept in each. (2 pens = 100 birds = 1 group). Each duck was marked by padlock stamp, so each bird was treated as the experimental unit. The experiment was of implementation nature. The experimental tests were provided earlier in the experimental station (Kuźniacka *et al.*, 2020). This part was practical test, which improved that small-scale production of broiler ducks could be done with the use of yellow lupin seeds as an alternative source of plant protein for commonly used soybean meal. The main assumption of the project was cooperation with small producers, where they expressed their willingness to provide production buildings without much interference in order to create conditions prevailing as in experimental (sterile) stations. The feed provided to both groups contained 55% of concentrate and 45% of wheat in the whole rearing period. The composition of feed and concentrates is presented in Table 1. Total crude protein content was declared at 19.50% and metabolic energy of around 11.95 MJ in kg of feed for both groups. Birds received feed and water *ad libitum* and were reared for 8 weeks.

Table 1 – Composition of feed for ducks.

Composition of feed, %	1 ¹⁾	2 ²⁾
Concentrate	55	55
Wheat	45	45
Composition of concentrate, %	1 ¹⁾	2 ²⁾
SBM 44%	65	-
Yellow lupin <i>var.</i> Mister	-	68.98
Potato protein	-	3
Brewer's yeast	-	3
Triticale in concentrate	23.04	12
Soybean oil	5.2	5.4
Premix 1%	2	2
Fodder chalk	2	2
Monocalcium phosphate	1.52	1.74
NaHCO ₃	0.84	0.8
Fodder salt	0.18	0.12
L-lysine	-	0.32
DL - methionine	0.2	0.4
L-threonine	0.02	0.24

¹⁾control group - fed with feed based on soybean meal (SBM 44%);

²⁾experimental group - fed with feed based on yellow lupin.



Productivity parameters

Productivity parameters were calculated for the whole flock (100 birds per group that was 50 birds in each of 2 pens). Ducks and feed were weighted. On this basis the mean parameters of initial and final body weight (BW), body weight gain (BWG), feed intake (FI) and feed conversion ratio (FCR) per kg of body weight gain were calculated. After 8 weeks of rearing, 20 birds (10 from each group), of body weight close to the mean for the whole flock, were slaughtered. From each group 5 females and 5 males were selected for carcass and meat quality analysis. Plucked and gutted carcasses were analysed in a laboratory for qualitative parameters.

Meat quality

Carcass traits and meat quality analyses were done for 20 birds (10 from each group), which were selected for slaughter like a representative bird for research (each bird had a padlock stamp). The pH value of breast muscles was measured 15 minutes post-mortem (pH_{15}). The carcasses were refrigerated at 2°C for 24 hours and pH was measured again (pH_{24}) using a CX-701 El-metron pH meter with a knife electrode. Duck carcasses were weighed on RADWAG scales with accuracy to the nearest 0.01 g and then dissected using the method described by Ziółcki & Doruchowski (1989). The following parts were separated: breast muscles, leg muscles, skin with subcutaneous fat from the whole carcass, including breast and leg parts, abdominal fat, offal (liver, heart, stomach), wings with skin, neck with skin, and carcass remains (body and leg bones). Each carcass part was weighed. The colour of breast and leg muscles was assessed using a colorimeter (Konica Minolta, model CR400, Japan). The apparatus was calibrated using the white calibration plate no. 21033065 and the $D_{65}Y_{86.1}x_{0.3188}y_{0.3362}$ scale. The colour was graded according to the CIE system (International Commission on Illumination) for L* (lightness), a* (redness), and b* (yellowness) (CIE, 1986). To analyse drip loss, breast muscles were weighed post-mortem (M1) and after 24-hour storage at 2°C (M2) (Honikel, 1987). Breast and leg muscles were also analysed for water holding capacity using a modified method proposed by Grau and Hamm (1952). For that purpose, pooled samples (about 0.300 g) of disintegrated muscles were wrapped in Whatman grade 1 filter paper and kept under 2 kg pressure for 5 minutes. The water holding capacity of meat was calculated based on the difference in weight before and after the test.

Statistical analysis

Numerical data were analysed using statistical software Statistica 10.0 PL (2011) by calculating means and their standard deviations (\pm SD) using one-way analysis of variance (ANOVA). The standard error of measurement (SEM) was also calculated. The significance of differences was verified by the post-hoc Sheffe test. The level of significance was at $p < 0.05$. The individual bird (marked by padlock stamp) was the experimental unit for all the analysed traits of carcass and meat quality. This work focused on quality analyses. Information about the productivity parameters are additional part. It was not typical nutrition experiment, but poultry product quality research.

RESULTS

Productivity parameters

Production results of whole flock kept in the experiment (100 birds per group) have been calculated. In the group fed with feed based on soybean meal (1), the initial body weight was 52.89 g, and in the experimental group 53.45 g. The final body weight (3117.90 g) was shown to be 37.7 g higher in experimental group (2) than in the group of ducks fed with feed based on soybean meal (3080.20 g). Daily weight gain (BWG) was also higher in group 2 (54.06 g/day) by 0.68 g than in group 1 (54.72 g/day). Lower feed intake (FI) and feed conversion ratio (FCR) were demonstrated in group 1 (9.07 kg, 2.94 kg per kg gain, respectively) than in group 2 (9.26 kg, 2.97 kg per kg gain, respectively). Differences were at 0.19 kg (FI) and 0.03 kg per kg gain (FCR) between groups (table 2). These slight differences were not statistically significant ($p > 0.05$).

Meat quality

Considering carcass elements, the analysis showed that the weight of offal was significantly lower ($p = 0.038$) in ducks from group 1 compared to group 2 (Table 3). Other post-slaughter parameters of ducks did not differ significantly ($p > 0.05$) between groups 1 and 2. There were no differences ($p > 0.05$) in the weight and proportion of muscles and subcutaneous and abdominal fat in duck carcasses (Table 4). Physicochemical analysis of breast muscles revealed that duck breast muscles from group 2 were darker (higher value of L*) ($p = 0.011$) and yellower (b*) ($p = 0.001$) (Table 5). Leg muscles from group 1 were characterised by significantly greater ($p = 0.020$) water holding capacity compared to group 2 (Table 6).



Table 2 – Productivity parameters of all of ducks (means) after 8-week rearing period.*

Group n = 100 per group	1 x ±SD	2 x ±SD	SEM	P-value
IBW (g)	52.89 ±5.54	53.45 ±4.94	0.34	0.105
FBW (g)	3080.20 ±7.82	3117.90 ±10.20	0.25	0.610
BWG (g/day)	54.06 ±0.62	54.72 ±0.24	0.24	0.084
FI (kg)	9.07 ±0.85	9.26 ±0.82	0.17	0.594
FCR (kg/kg gain)	2.94 ±0.09	2.97 ±0.09	0.02	0.589

*no statistically significantly differences were found

n – number of ducks in each group; IBW – initial body weight (g) FBW – final body weight (g); BWG – body weight gain (g/day) FI – feed intake (kg); FCR – feed conversion ratio (kg/kg gain);

¹⁾ control group - fed with feed based on soybean meal; ²⁾ experimental group - fed with feed based on yellow lupin;

x – means; ±SD – standard deviation; SEM – standard error of measurement; comparisons between groups 1 and 2 on a one-way analysis of variance (ANOVA). Mean values represented by two pens per group (1 group = 50 birds / 2 pens).

Table 3 – Post-slaughter parameters of 8-week-old ducks (means; ±SD; SEM).

Group n = 10 per group	1 x ±SD	2 x ±SD	SEM	p-value	
Pre-slaughter body weight (g)	3088.00 ±64.60	3116.00 ±85.66	16.82	0.420	
Weight of carcass (g)	2151.18 ±40.95	2199.62 ±80.88	15.01	0.108	
Dressing percentage (%)	69.68 ±1.78	70.59 ±1.53	0.37	0.239	
Weight and proportion carcass	Neck with skin (g)	268.97 ±26.52	262.45 ±33.98	6.68	0.638
	Neck with skin (%)	12.50 ±1.21	11.93 ±1.54	0.31	0.370
	Wings (g)	290.13 ±26.12	294.55 ±37.21	7.01	0.762
	Wings (%)	13.49 ±1.21	13.40 ±1.72	0.32	0.898
Weight of offal (g)	145.38 ^b ±24.96	166.24 ^a ±15.67	5.13	0.038	
Carcass remains (g)	538.9 ±56.29	544.38 ±66.77	13.46	0.845	

^{a, b} ... – means in columns marked with different letters differ significantly between groups, p-value <0.05; n – number of ducks chosen to the carcass and meat analyses in each group; ¹⁾ control group - fed with feed based on soybean meal; ²⁾ experimental group - fed with feed based on yellow lupin; x – means; SD – standard deviation; SEM – standard error of measurement; comparisons between groups 1 and 2 on a one-way analysis of variance (ANOVA). Mean values represented by 10 birds per group (1 group = 5 birds / 2 pens).

Table 4 – Content of muscles and skin with fat in 8-week-old ducks (means; ±SD; SEM).*

Group n = 10 per group	1 x ±SD	2 x ±SD	SEM	p-value	
Weight and proportion in carcass	breast muscles (g)	350.01 ±36.50	354.94 ±54.98	10.17	0.816
	Breast muscles (%)	16.27 ±1.67	16.14 ±2.49	0.46	0.892
	Legs muscles (g)	246.52 ±53.54	270.49 ±25.73	9.55	0.218
	Leg muscles (%)	11.46 ±2.48	12.30 ±1.06	0.43	0.342
	Total muscles (g) [#]	596.53 ±79.46	625.43 ±73.65	17.00	0.410
	Total muscles (%) [#]	27.73 ±3.68	28.44 ±3.24	0.76	0.656
	Skin with subcutaneous fat (g)	537.00 ±88.36	541.06 ±62.53	16.67	0.907
	Skin with subcutaneous fat (%)	24.95 ±3.98	24.59 ±2.57	0.73	0.811
	Abdominal fat (g)	25.44 ±12.57	31.44 ±14.16	2.99	0.330
	Abdominal fat (%)	1.18 ±0.57	1.42 ±0.60	0.13	0.373

*no significant differences; n – number of ducks chosen to the carcass and meat analyses in each group; ¹⁾ control group - fed with feed based on soybean meal; ²⁾ experimental group - fed with feed based on yellow lupin; [#]total muscles = breast muscles + leg muscles; x – means; ±SD – standard deviation; SEM – standard error of the mean; comparisons between groups 1 and 2 on a one-way analysis of variance (ANOVA). Mean values represented by 10 birds per group (1 group = 5 birds / 2 pens).



Table 5 – Physicochemical parameters of breast muscles from 8-week-old ducks (means; \pm SD; SEM).

Group n = 10 per group		1 x \pm SD	2 x \pm SD	SEM	p-value
	pH ₁₅	5.96 \pm 0.34	5.94 \pm 0.18	0.06	0.838
	pH ₂₄	5.97 \pm 0.17	5.88 \pm 0.13	0.03	0.219
Colour	L*	40.79 ^b \pm 2.65	43.64 ^a \pm 1.77	0.59	0.011
	a*	11.25 \pm 1.47	11.39 \pm 2.16	0.40	0.864
	b*	1.13 ^b \pm 0.96	3.02 ^a \pm 1.16	0.32	0.001
	WHC (%)	36.03 \pm 5.14	36.98 \pm 4.32	1.04	0.659
	Drip loss (%)	1.18 \pm 0.60	1.29 \pm 0.72	0.15	0.711

^{a, b} ... – means in columns marked with different letters differ significantly between groups, p -value <0.05 ; n – number of ducks chosen to the carcass and meat analyses in each group; ¹ control group - fed with feed based on soybean meal; ² experimental group - fed with feed based on yellow lupin; WHC – water-holding capacity; x – means; SD – standard deviation; SEM – standard error of the mean; comparisons between groups 1 and 2 on a one-way analysis of variance (ANOVA). Mean values represented by 10 birds per group (1 group = 5 birds / 2 pens).

Table 6 – Physicochemical parameters of leg muscles from 8-week-old ducks (means; \pm SD; SEM).

Group n = 10 per group		1 x \pm SD	2 x \pm SD	SEM	p-value
Colour	L*	37.39 \pm 3.24	40.22 \pm 4.06	0.86	0.101
	a*	10.10 \pm 3.31	10.79 \pm 3.21	0.71	0.641
	b*	1.21 \pm 1.62	1.10 \pm 0.37	0.37	0.895
	WHC (%)	37.63 ^b \pm 6.08	46.91 ^a \pm 9.78	2.07	0.020

^{a, b} ... – means in columns marked with different letters differ significantly between groups, p -value <0.05 ; n – number of ducks chosen to the carcass and meat analyses in each group; ¹ control group - fed with feed based on soybean meal; ² experimental group - fed with feed based on yellow lupin; x – means; SD – standard deviation; WHC – water-holding capacity; SEM – standard error of the mean; comparisons between groups 1 and 2 on a one-way analysis of variance (ANOVA). Mean values represented by 10 birds per group (1 group = 5 birds / 2 pens).

DISCUSSION

Various authors (Volek & Marounek, 2009; Zduńczyk *et al.*, 2016; Zwoliński *et al.*, 2017) have reported that lupins are a good source of protein, having a positive impact on productivity parameters in turkeys and rabbits. According to Smulikowska & Rutkowski (2018) feed for waterfowl should contain 17.05% of crude protein and 12.3 MJ of metabolic energy per kg. Karasiński *et al.*, (1988) provided ducks with feed containing different varieties of narrow-leaved lupin *Lupinus angustifolius* (bitter vs sweet; 30%), and reported, unlike in our study, lower pre-slaughter body weight (at week 8) in ducks on a lupin-based diet. Similar experiments conducted by Olver (1997; 1998) revealed lower productivity of ducks fed with bitter lupin, which was attributed to the higher level of alkaloids in these plants. Similar results to those obtained in our experiment were reported by Mihok (1997), who used 13 to 20% of lupin in feed rations for Cherry Valley ducks and found no significantly lower pre-slaughter body weight in 7-week-old birds.

In a similar experiment carried out by Rutkowski *et al.*, (2004) the body weight of Pekin ducks reared for 8 weeks and fed with a concentrate containing legumes grown in Poland was 311 g higher compared to ducks on a diet containing soybean meal. The cited authors also concluded that the feed conversion ratio (FCR) was slightly lower in the group of ducks receiving a concentrate with legumes compared to the group on a conventional diet (FCR=3.45 vs FCR=3.61). However, these FCR values were higher than in our experiment (2.94 to 2.97).

In other studies, Adamski *et al.*, (2011) and Kowalczyk *et al.*, (2012) analysed the carcass composition and meat characteristics of Pekin ducks receiving feed with maize distiller's dried grains with solubles (DGGs) as a source of protein in proportions of 15, 25 and 30% per feed ration. Unlike in our study, Kowalczyk *et al.*, (2012) reported that different diets influenced the weight of gutted carcass from 8-week-old ducks, which was highest (2333 g) in birds fed with 25% DGGs, and lowest in birds fed with 30% DGGs (2034 g). Nevertheless, like our experiment,



these researchers found no effect of different diets on the dressing percentage and proportion of breast and leg muscles in the carcass. Their experiment revealed a lower proportion of breast muscles and a higher proportion of leg muscles compared to our study. As in our experiment, the above-mentioned researchers found no significant effect of different levels of DGGS as a source of protein in duck feed rations on the proportion of skin with subcutaneous fat, which was much higher than in Cherry Valley ducks.

We also found no effect of different diets on the pH of meat, water holding capacity, and drip loss from breast muscles. Similar conclusions were reached by Adamski *et al.*, (2011), who reported that different diets (different levels of DGGS per feed ration) had no significant influence on pH15 and pH24 of breast muscles from 7-week-old Pekin ducks, but values of pH for breast muscles in their experiment were lower than in our study. Moreover, Adamski *et al.*, (2011) found no significant differences ($p > 0.05$) between nutritional groups in terms of water-holding capacity, as well as lightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) of breast muscles. Of note is that the values of all parameters of breast muscle colour in the cited experiment were generally higher than in our study. Different diets (yellow lupin vs soybean meal) had no influence ($p > 0.05$) on the colour of duck breast muscles in a study by Witak *et al.*, (2006). A significantly higher lightness (L^*) and higher yellowness (b^*) of the breast muscles may indicate a higher intramuscular fat content in the breast muscles (Zhao *et al.*, 2017).

The addition of 38% yellow lupin to duck feed as a component rich in protein did not deteriorate most meat traits in birds, or the physicochemical parameters of their muscles. In conclusion, yellow lupin can be used as a partial protein source in feed rations to replace soybean meal in duck diet. These results showed that the use of alternative protein sources for soybean meal could help for small-scale producers of poultry rearing, with own crop resources. Other practical tests should be provided. It could be a sign for the producers, especially from traditional family farms, that we have a wider choice to do the production which obtain the good quality of poultry meat.

ACKNOWLEDGEMENT

The study was carried out under measure 4.4 "Qualitative assessment of animal raw materials produced based on domestic sources of vegetable protein" of the Multiannual Programme "Increased use of domestic feed protein to produce high-quality

animal products under the conditions of sustainable development" [Resolution No. 222/2015].

REFERENCES

- Adamski MP, Kowalczyk M, Łukasiewicz ET, Korzeniowska M. Effect of sex and inclusion of dried distillers' grains with solubles on slaughter yield and meat characteristics of Pekin ducks. *British Poultry Science* 2011;52(6):742-749.
- Ali MS, Yang HS, Jeong JY, Moon SH, Hwang YH, Park GB, Joo ST. Effect of chilling temperature of carcass on breast meat quality of duck. *Poultry Science* 2008;87:1860-1867.
- Biesek J, Kuźniacka J, Banaszak J, Adamski J. The quality of carcass and meat from geese fed diets with or without soybean meal. *Animals* 2020;10(2):200.
- Biesiada-Drzazga B, Charuta A, Janocha A, Łęczycka A. Assessment of the slaughter value of ducks Beijing STAR 53 HY. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 2011;7(4):109-116. (in Polish)
- CIE. Colorimetry [publication CIE 15.2]. Vienna: Central Bureau of CIE; 1986.
- Grau R, Hamm R. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in Fleisch. *Fleischwirt* 1952;4:295-297.
- Hejdysz M, Kaczmarek S, Rogiewicz A, Rutkowski A. Influence of graded dietary levels of meals from three lupin species on the excreta dry matter, intestinal viscosity, excretion of total and free sialic acids, and intestinal morphology of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 2018;241:223-232.
- Honikel KO. The waterbinding of meat. *Fleischwirtschaft* 1987;67(9):1098-1102.
- Jamroz D, Kubizna J. Some beneficial effects of legume antinutritive substances. *Krmiva- Zagreb* 2007;49(6):317-346.
- Jamroz D, Kubizna J. Harmful substances in leguminous seeds – their negative and beneficial properties. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2008;11(4): 389-404.
- Kaczmarek SA, Hejdysz M, Kubiś M, Kasprowicz-Potocka M, Rutkowski A. The nutritional value of yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) for broilers. *Animal Feed Science and Technology* 2016;222: 43-53.
- Karasiński D, Bednarczyk M, Peretiakowicz M, Gulewicz M. The influence of alkaloids in seeds of *Lupinus angustifolius* on the growth and some meat features of ducks. *Bulletin of the Polish Academy of Science. Biological Sciences* 1988;36(10-12):215-224.
- Kokoszyński D, Wasilewski R, Stępczyński K, Bernacki Z, Kaczmarek K, Saleh M, *et al.*, Comparison of growth performance and meat traits in Pekin ducks from different genotypes. *European Poultry Science* 2015:79.
- Kowalczyk A, Łukasiewicz E, Adamski M, Kuźniacka J. Carcass composition and meat characteristics of Pekin ducks in relations to age at slaughter and level of maize distiller's dried grains with solubles in diets. *Journal of Animal and Feed Sciences* 2012;21:157-167.
- Kuźniacka J, Adamski M, Czarnecki R, Banaszak M. Results of Rearing broiler chickens under various systems. *The Journal of Agriculture Science* 2014;6(4):19-25.
- Kuźniacka J, Biesek J, Banaszak M, Rutkowski A, Kaczmarek S, Adamski M, *et al.*, Effect of dietary protein sources substituting soybean meal on growth performance and meat quality in ducks. *Animals* 2020;10(1):133.



- Mazanowski A, Kisiel T, Gornowicz E. Carcass quality, meat traits and chemical composition of meat in ducks of paternal strains A44 and A55. *Animal Science Papers and Reports* 2003;21(4):251-263.
- Mihok S. White lupine (*Lupinus albus* L.) in feed rations for meat ducks. *Allattenyeszteses Takarmanyozas* 1997;46(4):361-374.
- Naveen Z, Naik BR, Subramanyam BV, Reddy PM. Studies on the quality of duck meat sausages during refrigeration. *SpringerPlus* 2016;5:2061-2075.
- Nurkhoeriyati T, Huda N, Ahmad R. Physicochemical properties and sensory analysis of duck meatballs containing duck meat surimi-like material during frozen storage. *Journal of Food Science* 2012;71(1):591-598.
- Olver MD. Effect of sweet lupins on duckling growth. *British Poultry Science* 1997;38:115-117.
- Olver MD. Effect of sweet, bitter and soaked micronized bitter lupines on duckling performance. *British Poultry Science* 1998;39:622-626.
- Rahman MM, Khan MJ, Chowdhury SD. Effect of feed supplementation on chemical composition of meat of three genotypes of scavenging ducklings in coastal areas of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Animal Science* 2014;43(1):25-29.
- Rutkowski A, Hejdysz M, Kaczmarek S, Adamski M, Nowaczewski S, Jamroz D. The effect of addition of yellow lupin seeds (*Lupinus luteus* L.) to laying hen diets on performance and egg quality parameters. *Journal of Animal and Feed Sciences* 2017;26: 247-256.
- Rutkowski A, Hejdysz M, Kaczmarek S, Mikula R, Kasprócz-Potocka M, Zaworska A. Possibilities of using legumes in feeding monogastric animals. Warszawa: Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA; 2004. (in Polish)
- Smith DP, Northcutt JK, Qudsieh RI, Parisi MA. Effect of strain on duck breast meat quality. *The Journal of Applied Poultry Research* 2015;24(3):401-407.
- Smulikowska S., Rutkowski A. Nutritional recommendations and nutritional value of poultry feeds. cooperative work. 5th ed. Adugodź: Institute of Physiology and Animal Nutrition; 2018.
- Statistica PL. Version 10.0 [series 1101]. Cracow: StatSoft; 2011.
- Świątkiewicz S, Arczewska-Włosek A, Józefiak D. The nutrition of poultry as a factor affecting litter quality and foot pad dermatitis – an updated review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2017;101(5):e14-e20.
- Volek Z, Marounek M. Whole white lupin (*Lupinus albus* cv. Amiga) seeds as a source of protein for growing-fattening rabbits. *Animal Feed Science and Technology* 2009;152:322–329.
- Witak B, Górski J, Górka A. The effect of yellow lupine meal and extracted rapeseed meal on carcass composition and some characteristics of meat quality of 7-week-old ducks of strain A44. *Proceedings of the 12th European Poultry Conference; Sept 20016; Verona. p.10-14.*
- Wołoszyn J, Haraf G, Okruszek A, Książkiewicz J. Evaluation of duck genotype effect on some breast muscle properties. *European Poultry Science* 2011a;75(1):49-55.
- Wołoszyn J, Okruszek A, Orkus A, Wereska M, Książkiewicz J, Grajeta H. Effect of duck genotype on leg muscle properties. *Archiv fur Tierzucht* 2011b;54(6):649-660.
- Zdanowska-Sąsiadek Ż, Michalczuk M, Marcinkowska-Lesiak M, Damaziak K. Factors shaping the sensory characteristics of poultry meat. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 2013;46(3):344-353. (in Polish)
- Zduńczyk Z, Krawczyk M, Mikulski D, Jankowski J, Przybylska-Gornowicz B, Juskiwicz J. Beneficial effects of increasing dietary levels of yellow lupine (*Lupinus luteus*) seed meal on productivity parameters and gastrointestinal tract physiology in eight-week-old turkeys. *Animal Feed Science and Technology* 2016;211:189–198.
- Zhao X, Ren W, Siegel PB, Li J, Wang Y, Yin H, *et al.*, Meat quality characteristics of chickens as influenced by housing system, sex and genetic line interactions. *Italian Journal of Animal Science* 2017;17(2):462-468
- Ziolecki J, Doruchowski W. Methods for assessing slaughter value. Poznań: COBRD; 1989. (in Polish)
- Zwołński C, Gugolek A, Strychalski J, Kowalska D, Chwastowska-Siwiecka I, Konstantynowicz M. The effect of substitution of soybean meal with a mixture of rapeseed meal, white lupin grain, and pea grain on performance indicators, nutrient digestibility, and nitrogen retention in popielno white rabbits. *The Journal of Applied Poultry Research* 2017;45:570–576.

12.2. OŚWIADCZENIE AUTORA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Jakub Biesek

Katedra Hodowli Zwierząt, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszcz

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionych artykułach naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej był następujący*:

1. Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Adamski M. The Quality of Carcass and Meat from Geese Fed Diets with or without Soybean Meal. *Animals*, 2020, 10(2), 200. DOI: 10.3390/ani10020200, pkt. 100, Impact Factor: 2,323

Wykonane zadania przez Doktoranta w ramach artykułu:

- a) udział w przeprowadzeniu testu terenowego (podział grup, kontrola warunków utrzymania ptaków, ważenie, pomiary zoometryczne, nadzór nad utrzymaniem),
- b) współudział w pracach laboratoryjnych (dysekcja tuszek, laboratoryjna ocena jakości surowców),
- c) opracowanie statystyczne wyników,
- d) współredakcja pracy,
- e) autor korespondencyjny.

2. Biesek J., Kuźniacka J. The Effect of a Balanced Diet Containing Yellow Lupin (*Lupinus luteus* L.) on Carcass and Meat Quality of Broiler Ducks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2020, 22(2), eRBCA-2019-1145. DOI: 10.1590/1806-9061-2019-1145, pkt. 20, Impact Factor: 0,607

Wykonane zadania przez Doktoranta w ramach artykułu:

- a) udział w przeprowadzeniu testu terenowego (podział grup, kontrola warunków utrzymania ptaków, ważenie, pomiary zoometryczne, nadzór nad utrzymaniem),
- b) współudział w pracach laboratoryjnych (dysekcja tuszek, laboratoryjna ocena jakości surowców),
- c) opracowanie statystyczne wyników,
- d) współredakcja pracy,
- e) autor korespondencyjny.

Bydgoszcz, 24.11.2020 r.

miejsowość, data



Podpis Autora rozprawy doktorskiej



Podpis promotora

* W przypadku prac dwu- lub wieloautorskich wymagane są oświadczenia kandydata do stopnia doktora oraz współautorów, wskazujące na ich merytoryczny wkład w powstanie każdej pracy (np. twórca hipotezy badawczej, pomysłodawca badań, wykonanie specyficznych badań – np. przeprowadzenie konkretnych doświadczeń, opracowanie i zebranie ankiet itp., wykonanie analizy wyników, przygotowanie manuskryptu artykułu i inne). Określenie wkładu danego autora, w tym kandydata do stopnia doktora, powinno być na tyle precyzyjne, aby umożliwić dokładną ocenę jego udziału i roli w powstaniu każdej pracy.

12.3. OŚWIADCZENIA WSPÓŁAUTORÓW ARTYKUŁÓW NAUKOWYCH

Oświadczenie Współautora

prof. dr hab. inż. Marek Adamski

Katedra Hodowli Zwierząt, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszcz

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionym artykule naukowym był następujący*:

1. Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Adamski M. The Quality of Carcass and Meat from Geese Fed Diets with or without Soybean Meal. *Animals*, 2020, 10(2), 200. DOI: 10.3390/ani10020200, pkt. 100, Impact Factor: 2,323


Wykonane zadania w ramach artykułu:

- a) współudział w nadzorze merytorycznym badań.

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłużenie wyżej wymienionej pracy przez mgr inż. Jakuba Bieska jako część rozprawy doktorskiej opartej na zbiorze opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Bydgoszcz, 24.11.2020 r.

miejscowość, data


.....
Podpis współautora artykułów naukowych

* W przypadku prac dwu- lub wieloautorskich wymagane są oświadczenia kandydata do stopnia doktora oraz współautorów, wskazujące na ich merytoryczny wkład w powstanie każdej pracy (np. twórca hipotezy badawczej, pomysłodawca badań, wykonanie specyficznych badań – np. przeprowadzenie konkretnych doświadczeń, opracowanie i zebranie ankiet itp., wykonanie analizy wyników, przygotowanie manuskryptu artykułu i inne). Określenie wkładu danego autora, w tym kandydata do stopnia doktora, powinno być na tyle precyzyjne, aby umożliwić dokładną ocenę jego udziału i roli w powstaniu każdej pracy.

Oświadczenie Współautora

dr inż. Mirosław Banaszak

Katedra Hodowli Zwierząt, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszcz

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionym artykule naukowym był następujący*:

1. Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Adamski M. The Quality of Carcass and Meat from Geese Fed Diets with or without Soybean Meal. *Animals*, 2020, 10(2), 200. DOI: 10.3390/ani10020200, pkt. 100, Impact Factor: 2,323

Wykonane zadania w ramach artykułu:

- a) współdział w przeprowadzeniu testu terenowego (podział grup, kontrola warunków utrzymania ptaków, ważenie, pomiary zoometryczne, nadzór nad utrzymaniem),
- b) współdział w pracach laboratoryjnych (dysekcja tuszek, laboratoryjna ocena jakości surowców).

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłużenie wyżej wymienionej pracy przez mgr inż. Jakuba Bieska jako część rozprawy doktorskiej opartej na zbiorze opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Bydgoszcz, 24.11.2020 r.
miejsce, data


.....
Podpis współautora artykułu naukowego

* W przypadku prac dwu- lub wieloautorskich wymagane są oświadczenia kandydata do stopnia doktora oraz współautorów, wskazujące na ich merytoryczny wkład w powstanie każdej pracy (np. twórca hipotezy badawczej, pomysłodawca badań, wykonanie specyficznych badań – np. przeprowadzenie konkretnych doświadczeń, opracowanie i zebranie ankiet itp., wykonanie analizy wyników, przygotowanie manuskryptu artykułu i inne). Określenie wkładu danego autora, w tym kandydata do stopnia doktora, powinno być na tyle precyzyjne, aby umożliwić dokładną ocenę jego udziału i roli w powstaniu każdej pracy.

Oświadczenie Współautora

dr inż. Joanna Kuźniacka

Katedra Hodowli Zwierząt, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszcz

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, iż mój wkład autorski w niżej wymienionych artykułach naukowych był następujący*:

1. Biesek J., Kuźniacka J., Banaszak M., Adamski M. The Quality of Carcass and Meat from Geese Fed Diets with or without Soybean Meal. *Animals*, 2020, 10(2), 200. DOI: 10.3390/ani10020200, pkt. 100, Impact Factor: 2,323

Wykonane zadania w ramach artykułu:

- a) współudział w nadzorze merytorycznym badań,
- b) współredakcja pracy.

2. Biesek J., Kuźniacka J. The Effect of a Balanced Diet Containing Yellow Lupin (*Lupinus luteus* L.) on Carcass and Meat Quality of Broiler Ducks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2020, 22(2), eRBCA-2019-1145. DOI: 10.1590/1806-9061-2019-1145, pkt. 20, Impact Factor: 0,607

Wykonane zadania w ramach artykułu:

- a) udział w nadzorze merytorycznym badań,
- b) współredakcja pracy.

Jednocześnie wyrażam zgodę na przedłużenie wyżej wymienionych prac przez mgra inż. Jakuba Bieska jako część rozprawy doktorskiej opartej na zbiorze opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Bydgoszcz, 24.11.2020 r.
miejscowość, data


Podpis współautora artykułów naukowych

* W przypadku prac dwu- lub wieloautorskich wymagane są oświadczenia kandydata do stopnia doktora oraz współautorów, wskazujące na ich merytoryczny wkład w powstanie każdej pracy (np. twórca hipotezy badawczej, pomysłodawca badań, wykonanie specyficznych badań – np. przeprowadzenie konkretnych doświadczeń, opracowanie i zebranie ankiet itp., wykonanie analizy wyników, przygotowanie manuskryptu artykułu i inne). Określenie wkładu danego autora, w tym kandydata do stopnia doktora, powinno być na tyle precyzyjne, aby umożliwić dokładną ocenę jego udziału i roli w powstaniu każdej pracy.