
Załącznik 3

Autoreferat
Opis Dorobku i Osiągnięć
Naukowych

Dr inż. Monika Łukasiewicz

Zakład Hodowli Drobiu
Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt
Wydział Nauk o Zwierzętach
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
ul. Nowoursynowska 166; 02-787 Warszawa
tel. (022) 59 36557
email: monika_lukasiewicz@sggw.pl

Warszawa, 2019

1. DANE PERSONALNE

Imię i nazwisko: Monika Łukasiewicz

Data urodzenie: 18.02.1079r.

Miejsce urodzenia: Mińsk Mazowiecki

Miejsce pracy: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 166,
02-787 Warszawa

Dane kontaktowe: Wydział Nauk o Zwierzętach
ul. Ciszewskiego 8,
02-786 Warszawa
tel. +48 504 993 521
e-mail: monika_lukasiewicz@sggw.pl

2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE

Absolwentka Policealnego Studium Weterynaryjnego „Druk Tur” w Warszawie. 1998-2000
Uzyskany tytuł zawodowy: technik weterynarii.

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
tytuł inżyniera zootechniki 2005r.

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
tytuł magistra inżyniera zootechniki 2006r.

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie zootechnika
Praca doktorska pt.: „Charakterystyka kur *Ayam cemani*
utrzymywanych w Polsce- pokrój, biologia, wyniki produkcyjne” 2011r.

3. DOŚWIADCZENIE ZAWODOWE

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Zwierzętach, Zakład Hodowli Drobiu 2011 - obecnie
Adiunkt

4. DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA

a. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16. Ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr. 65, poz. 595 ze zm.), monografia:

Moim osiągnięciem naukowym, będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, jest rozprawa naukowa pt.: „*Wpływ β -alaniny na poziom funkcjonalnych peptydów w wybranych tkankach i narządach ptaków*”, której jestem jedyną autorką (wkład własny 100%).

Pracę opublikowano w Wydawnictwie SGGW, Warszawa, 2019

Recenzenci: Prof. dr hab. Teresa Ostaszewska, dr hab. Katarzyna Ognik

Znaczenie pracy:

Biologicznie aktywne peptydy takie jak karnozyna i anseryna, obecne w mięsie są atrakcyjne z punktu widzenia prozdrowotnego ze względu na możliwość ich dostarczenia do organizmu w sposób naturalny i masowy, co jest szczególnie istotne i pożądane w żywieniu ludzi zagrożonych chorobami cywilizacyjnymi. Dowiedziono, że peptydy tj. karnozyna i anseryna mogą być wykorzystywane w profilaktyce, a nawet terapii wielu chorób dietozależnych (Lis i wsp., 2013). Najnowsze badania analityczne na bioaktywnych peptydach pochodzących z tkanki mięśniowej miały na celu wyjaśnienie zależności między strukturą histologiczną a aktywnością peptydów, co jest niezbędną informacją do opracowania nowych terapeutycznych lub funkcjonalnych składników żywności.

Bioaktywne peptydy to fragmenty sekwencji aminokwasowych białek, które pozostają nieaktywne w swoich prekursorach, natomiast po uwolnieniu z białek macierzystych przez enzymy proteolityczne mogą oddziaływać jako modulatory szeregu procesów zachodzących w organizmie (Darewicz i wsp., 2008). Biopeptyd powinien wykazywać efekt lub efekty biologiczne, które można w określony sposób potwierdzić, a ponadto powinny być one korzystne dla zdrowia (Möller i wsp., 2008). Aktywność biologiczna peptydów stanowi podstawowe kryterium ich podziału. Może ona w bardzo różny sposób oddziaływać na homeostazę organizmu człowieka, w tym: obniżać ciśnienie krwi, wpływać na proces gojenia ran, hamować stany zapalne, wykazywać aktywność antyoksydacyjną, przeciwbakteryjną, antyamnezyjną, opioidową, kształtować cechy sensoryczne żywności, wiązać jony metali oraz

brać udział w ich transporcie (Kilara i Panyam, 2003; Korhonen i Pihlanto, 2006; Darewicz i wsp., 2008, 2011; Minkiewicz i wsp., 2008; Darewicz i Dziuba, 2009; Korhonen 2009; Harnedy i Fitz-Gerald, 2012).

Ważnymi dipeptydami o cechach funkcjonalnych są karnozyna i anseryna. Pierwsze udane ekstrakcje karnozyny z mięsa wołowego zostały przeprowadzone przez Guelwitscha i Amiradzibiego w 1900 r., którzy byli pionierami w tej dziedzinie (Guelwitsch i Amiradzibi, 1900; 1906; 1911). Ekstrakcję karnozyny i anseryny przeprowadza się z mięśni szkieletowych ssaków oraz innych zwierząt (Wolff i Wilson, 1935) m.in.: psa, kota, osła, kangura, bawoła, krowy, świni, owcy, kurczęcia, indyka, żaby, węża, kraba, kalmara, płetwala błękitnego, łososia, delfina, jesiotra czy pstrąga.

Karnozyna i anseryna mają podobne działanie wielofunkcyjnego dipeptydu o wielu właściwościach. Należy podkreślić, że mimo iż funkcje karnozyny nie są do końca poznane, to wykazano, że posiada szereg właściwości: w tym zdolność buforowania protonów (Smith, 1938; Hipkiss, 2009), spowalnia starzenie komórek (Stvolinsky i Dobrota, 2000), ma zdolność chelatowania dwuwartościowych jonów metali za pomocą pierścienia imidazolowego (Baran, 2000; Trombley i wsp., 2000; Cuzzocrea i wsp., 2007), wpływa na aktywność przeciwutleniającą (Aruoma i wsp., 1989; Kohen i wsp., 1991; Chan i wsp., 1993; Chan i Decker, 1994; Baran, 2000; Marchis i wsp., 2000; Guiotto i wsp., 2005; Reddy i wsp., 2005). Badania wykazały również, że karnozyna hamuje przerzutowanie komórek nowotworowych (Chuang i Hu, 2008) i nieenzymatyczną glikozylację oraz zapobiega sieciowaniu białka (Hipkiss i wsp., 1995), tworzeniu się wiązań krzyżowych białko-białko przez reakcję z grupami białko-karbonyłowymi (Hipkiss, 2000), opóźnia pogorszenie stanu cukrzycowego (Lee i wsp., 2005) oraz wpływa na metabolizm glukozy (Sauerhofer i wsp., 2007). W mózgu karnozyna występuje głównie w komórkach glejowych i wyściółkowych (Biffo i wsp., 1990; Bonfanti i wsp., 1999), podczas gdy transporter peptydowy 2 (PepT2) pośredniczy w transporcie dipeptydowym w komórkach glejowych astrocytów (Xiang i wsp., 2006). Wykazano, że karnozyna ma właściwości neuroprotektcyjne ze względu na zdolność do przeciwdziałania zarówno stresowi wywołanemu reaktywnymi formami tlenu (La Mendola i wsp., 2002), które generowane są w nadmiernej ilości w stanie patologicznym (Dukic-Stefanovic i wsp., 2001; Pubill i wsp., 2002).

Omówienie rozprawy habilitacyjnej:

W ostatnich latach, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych, nastąpiła wyraźna zmiana nawyków żywieniowych człowieka. Żywność nie jest postrzegana obecnie wyłącznie jako źródło składników odżywczych niezbędnych do utrzymania homeostazy organizmu, ale również jako źródło składników bioaktywnych.

Celem niniejszej rozprawy było ustalenie czy poprzez dodatek β -alaniny do paszy lub do zarodka (*in ovo*) można zwiększyć poziom karnozyny i anseryny w mięśniach szkieletowych i wybranych tkankach kury i czy poziom tych dipeptydów w tkankach różnych gatunków drobiu jest zbliżony czy zróżnicowany. Dodatkowym założeniem badań było ustalenie, czy zastosowany nanoosiłnik dla β -alaniny determinuje zwiększenie poziomu karnozyny i anseryny w mięśniach kur.

Zakres badań obejmował określenie wpływu pochodzenia ptaków jako czynnika warunkującego kształtowanie się poziomu anseryny i karnozyny w mięśniach szkieletowych (doświadczenie I). Ponadto określenie wpływu różnych udziałów β -alaniny podanej w paszy dla kurcząt Ayam cemani oraz kurcząt brojlerów Hubbard[®] Flex na kształtowanie się poziomu anseryny i karnozyny w mięśniach szkieletowych (doświadczenie II) oraz określenie wpływu różnych poziomów β -alaniny lub β -alaniny z nośnikiem nanocząstek Cu, podanych do jaja kury *in ovo* na wzrost, rozwój, kształtowanie się homeostazy organizmu oraz koncentrację bioaktywnych peptydów w wybranych tkankach zarodka kury (doświadczenie III).

W doświadczeniu I badania przeprowadzono na pozyskanym materiale (mięśnie szkieletowe) od różnych ptaków (po 15 sztuk z każdego – samce), tj.: kurczęta broilery (Ross 308), indyki (białe szerokopierśne), kury Jedwabiste, kury Ayam cemani, gołębie Kingi, bażanty zwyczajne (*Phasianus colchicus*), kuropatwy zwyczajne (*Perdix perdix*), przepiórki zwyczajne (*Coturnix coturnix*), kaczki krzyżówki (*Anas platyrhynchos*) oznaczając zawartość karnozyny i anseryny. Było to badanie poznawcze/pilotażowe, a materiał pozyskano od dorosłych ptaków z hodowli amatorskiej, Ośrodków Hodowli Zwierzyny (OHZ) oraz z fermy doświadczalnej SGGW Obory.

W analizowanym materiale zawartość karnozyny była znacząco większa w mięśniach ptaków charakteryzujących się czerwoną barwą. Najwyższą zawartość karnozyny w mięśniach piersiowych stwierdzono u ptaków łownych: kuropatwy (1,85 mg/g), bażanta, przepiórki, kaczki krzyżówki odpowiednio 1,62; 1,60; 1,45 mg/g, należy jednak zaznaczyć, że mięso to pochodziło od ptaków korzystających z łowisk, mających możliwość pokonywania znaczących odległości poprzez aktywny lot. Wysoką wartość tej cechy stwierdzono również w mięśniach piersiowych perlicy (1,72 mg/g) i kur Ayam cemani (1,58 mg/g)

charakteryzujących się czarną barwą mięśni. Najniższą zawartość karnozyny zarówno w mięśniach piersiowych jak i nóg stwierdzono u kurcząt brojlerów odpowiednio (0,80 i 0,60 mg/g), a pośrednią między Cemani i kurczętami brojlerami u kur Jedwabistych 1,0 mg/g. Przeprowadzone analizy własne różnych genotypów ptaków pokazują, że mięso ptaków z dostępem do wybiegu lub łowiska (a zatem miały więcej ruchu) jest bogatszym źródłem karnozyny i anseryny niż kurczęta tradycyjnie odchowywane. Ponadto mięso kur Cemani i Jedwabistych (o ciemnej barwie mięsa – odpowiednio: czarnej, niebieskiej) charakteryzowało się wyższym udziałem dipeptydów w porównaniu z kurczętami brojlerów.

W doświadczeniu II badanie przeprowadzono na kurczętach szybko rosnących Hubbard[®] Flex oraz wolno rosnących Ayam cemani – uprzednio stanowiących moje zainteresowanie w doktoracie (w Europie należące do grupy ozdobnych), utrzymywanych do 42. dnia życia. Jednodniowe pisklęta po zważeniu i oznakowaniu znaczkami indywidualnymi przydzielono losowo do 3 grup żywieniowych po 90 szt. w 3 powtórzeniach dla każdego materiału genetycznego. Czynnikiem różnicującym grupy był dodatek do paszy – β -alaniny w formie sypkiej (Olimp Sport Nutrition Beta-Alanine Xplode[®] Power). Grupa kontrolna (C i H) nie otrzymywała dodatku β -alaniny, grupa (C1, H1) otrzymywała dodatek 0,25%, a grupa (C2, H2) otrzymywała 0,75% β -alaniny w paszy. W pobranych mięśniach piersiowych i nóg oznaczono zawartość karnozyny i anseryny.

W oparciu o analizę statystyczną nie stwierdzono wpływu podawanej β -alaniny do paszy na wyniki produkcyjne, tj. masę ciała, śmiertelność oraz zużycie paszy u badanych kurcząt w obrębie grup* tj. oddzielnie dla grupy Ayam cemani (C, C1, C2) oraz dla Hubbard[®] Flex (H, H1, H2). Stwierdzono natomiast wysoko istotną różnicę w masie ciała na koniec doświadczenia między różnymi materiałami genetycznymi tj. Ayam cemani i Hubbard[®] Flex. Szybko rosnące kurczęta brojlery w 42. dniu życia uzyskały masę ciała ponad 2,5 kg, natomiast kurczęta Ayam cemani niespełna 0,5 kg. Kurczęta Ayam cemani należą do kur ozdobnych, u których nie prowadzono pracy hodowlanej w kierunku zwiększenia tempa wzrostu i masy ciała, a masę zgodną ze standardem dla rasy uzyskują w wieku ok. 16-18 tyg. (Łukasiewicz, 2011). Zawartość karnozyny i anseryny u wszystkich badanych ptaków była wyższa w mięśniach piersiowych. Zaobserwowano zgodnie z zakładaną hipotezą tendencję wzrostową zawartości karnozyny i anseryny w mięśniach kurcząt w zależności od udziału β -alaniny w mieszance. W przeprowadzonym doświadczeniu własnym podawanie w diecie zwiększonych dawek β -alaniny spowodowało efekt obserwowany dla dawki 0,75% (u ssaków, w tym u ludzi, efekty są zauważalne przy niższym poziomie suplementacji w diecie 0,2-0,3%). Zaobserwowano, że na zawartość karnozyny i anseryny w mięśniach znacząco

wpływa termin uboju. U kurcząt Ayam cemani w wieku 6 tyg. obserwowano niewielki udział mięśni (są to ptaki wolno rosnące). Uzasadnione jest więc badanie mięśni kurcząt Ayam cemani po suplementacji dodatkiem β -alaniny w terminie uzyskania przez nie masy ciała zgodnej ze standardem, tj. w wieku ok. 16-18 tyg., gdyż ptaki te w tym wieku bez suplementacji charakteryzuje wysoki udział karnozyny i anseryny w mięśniach piersiowych odpowiednio 1,58 i 1,57 mg/g (obserwowany w doświadczeniu I). W badaniu faktycznie wykazano istotny wpływ podawania β -alaniny w diecie na zawartość anseryny w mięśniach piersiowych oraz zawartość karnozyny w mięśniach nóg kurcząt w obrębie grup*, czyli materiału genetycznego niezależnie czy to były Ayam cemani czy Hubbard® Flex. Obserwowano sukcesywny wzrost zawartości dipeptydu pod wpływem zawartości β -alaniny w mieszance paszowej. Aczkolwiek należy zaznaczyć, że wpływ na zawartość zarówno karnozyny jak i anseryny ma również dojrzałość somatyczna mięśni, co zostało udowodnione w przeprowadzonym badaniu. U Ayam cemani w wieku 16-18 tyg. zawartość karnozyny kształtowała się na wyraźnie wyższym poziomie niż u kurcząt brojlerów nawet suplementowanych β -alaniną (doświadczenie I).

Doświadczenie III stanowiły jaja wylęgowe stada reprodukcyjnego (Ross 300) podzielone na 4 grupy: C (bez iniekcji), Cu50 – stężenie koloidu Cu 50 ppm; β -Ala50 – stężenie koloidu 50 ppm β -alaniny; Cu β -Ala – mieszanina koloidu o stężeniu 25 ppm Cu i 25 ppm β -alaniny. Eksperymentalne roztwory podano w ilości 0,3 ml do białka jaja poprzez iniekcję. Jaja inkubowano w warunkach standardowej inkubacji. W wybranych tkankach zarodków analizowano poziom karnozyny i anseryny.

Wyniki badań własnych są pierwszymi doniesieniami dotyczącymi biologicznych efektów, uzyskanych w wyniku podawania β -alaniny metodą *in ovo* oraz podawania jej wraz z nanocząstkami Cu jako molekułami transportowo-funkcjonalnymi. W doświadczeniu stwierdzono, że największa śmiertelność bo 100% wykazana została w grupie zarodków poddanych iniekcji *in ovo* koloidów samej β -alaniny. Natomiast najlepsze wyniki uzyskano w grupie otrzymującej mieszaninę Cu i β -alaniny (85%), a następnie w grupie Cu50 oraz grupie kontrolnej 80%. Przeprowadzone badania wykazały ponadto, że podawanie nanocząstek Cu, zarówno jako nanocząstek jak też jako nośnika-transportera dla β -alaniny spowodowało istotny wzrost masy zarodków oraz wątroby w porównaniu z grupą kontrolną.

Zastosowane czynniki doświadczalne, tj. β -alanina i nanocząstki Cu różnicowały zawartość bioaktywnych substancji w analizowanych tkankach. Pierwszym z analizowanych składników był koenzym Q10. W przeprowadzonym doświadczeniu wykazano istotne statystycznie różnice w zależności od stosowanej iniekcji dla mięśni piersiowych, serca,

wątroby. Wyraźne zmniejszenie koncentracji koenzymu Q10 obserwowano w sercu po zastosowaniu nanoCu, jednak nie po zastosowaniu mieszaniny koloidu Cu i β -alaniny.

Analiza wyników wykazała, że podawanie zarówno nanocząstek Cu jak też suplementacja nanoCu i β -alaniną wpłynęła na zwiększenie zawartości anseryny w mięśniu piersiowym oraz sercu, co więcej obserwowano tendencje do największej zawartości anseryny, a także karnozyny w tych tkankach u zarodków otrzymujących mieszaninę Cu i β -alaniny. Wydaje się, że synergistyczne działanie nanoCu i β -alaniny jak też biologiczne działanie β -alaniny pozwoliły na zwiększenie syntezy karnozyny i anseryny. Ponadto w doświadczeniu stwierdzono zwiększenie zawartości kreatyny w mięśniu sercowym po zastosowaniu nanoCu jak też nanoCu wraz z β -alaniną, a najwyższą koncentrację tauryny, potwierdzoną statystycznie stwierdzono w sercu zarodków w grupie Cu β -Ala.

Podsumowując, można stwierdzić, że analiza wyników zawartości bioaktywnych peptydów wykazała, że β -alanina – kluczowy składnik krótkołańcuchowych peptydów, a zwłaszcza karnozyny i anseryny, podawana jako dodatek, może wpływać na zwiększenie poziomu wymienionych peptydów w tkankach, a zwłaszcza w mięśniach szkieletowych. Podawana do zarodka kury β -alanina może ulegać przedwczesnej degradacji w wyniku działania enzymów lub ulegać związaniu z innymi molekułami, zatem wydaje się wskazane zastosowanie swoistych jej transporterów w postaci nanocząstek Cu.

Zastosowane czynniki doświadczalne, tj. β -alanina i nanocząstki Cu różnicowały zawartość i aktywność markerów stanu antyoksydacyjno-prooksydacyjnego w surowicy krwi zarodków. Badania wykazały, że zastosowanie Cu50 oraz Cu β -Ala, nie wpłynęło na istotne zwiększenie koncentracji MDA w surowicy krwi zarodków, wykazały najwyższą aktywność SOD w grupie Cu β -Ala (236,84 U/L) oraz najwyższy poziom TAS w grupie Cu β -Ala, a najniższy w Cu50. Podsumowując, można stwierdzić, że grupa Cu β -Ala charakteryzowała się największą aktywnością enzymów Glu Red i SOD i najwyższym poziomem β -Ala i TAS w porównaniu z grupą C oraz Cu50. Uzyskane wyniki badań własnych sugerują, że mogła to być reakcja ochronna, wyrażona zwiększoną aktywnością enzymów antyoksydacyjnych, co potwierdzają wyniki badań m.in. Martínez-Haro i wsp. (2011).

Badania wykazały, że podawanie β -alaniny kurczętom w paszy oraz do jaja *in ovo*, powodują zwiększenie zawartości karnozyny i anseryny w mięśniach szkieletowych kurcząt.

- Zawartość karnozyny i anseryny w mięśniach szkieletowych kształtował materiał genetyczny ptaków.

- Dodatek β -alaniny do paszy wpływa na zwiększenie zawartości karnozyny i anseryny w mięśniach szkieletowych kurcząt. Koncentracja dipeptydów jest uzależniona od wieku ubijanych ptaków, materiału genetycznego oraz rozwoju somatycznego mięśni.
- Nanocząstki miedzi, podane *in ovo* do jaja kury w postaci kompleksu nanoCu z β -alaniną podwyższają poziom bioaktywnych substancji, głównie w sercu ale również w mięśniach piersiowych, wątrobie i mózgu już na etapie zarodkowym.

Biorąc pod uwagę dobrze udokumentowany prozdrowotny wpływ histydynowych dipeptydów, które mogą być uważane za potencjalne składniki żywności funkcjonalnej, interesujące są możliwości zwiększenia ich zawartości w organizmie poprzez suplementację β -alaniną.

Piśmiennictwo:

- ARUOMA O.I., LAUGHTON M.J., HALLIWELL B., 1989. Carnosine, homocarnosine and anserine: Could they act as antioxidants in vivo? *Biochem. J.*, 264, 863–869.
- BARAN E.J., 2000. Metal complexes of carnosine. *Biochemistry (Moscow)*, 65, 789–797.
- BIFFO S., DELUCIA R., MULATERO B., MARGOLIS F., FASOLO A., 1990. Carnosine-, calcitonin gene-related peptide- and tyrosine hydroxylase-immunoreactivity in the mouse olfactory bulb following peripheral denervation. *Brain Res.*, 528, 353–357.
- BONFANTI L., PERETTO P., DE MARCHIS S., FASOLO A., 1999. Carnosine-related dipeptides in the mammalian brain. *Prog. Neurobiol.*, 59, 333–353.
- CHAN K.M., DECKER E.A., MEANS W.J., 1993. Extraction and activity of carnosine, a naturally occurring antioxidant in beef muscle. *J. Food Sci.*, 58(1), 1-4.
- CHAN K.M., DECKER E.A. 1994. Endogenous skeletal muscle antioxidants. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1994;34(4):403-26.
- CHUANG C.H., HU M.L., 2008. L-carnosine inhibits metastasis of SK-Hep-1 cells by inhibition of matrix metalloproteinase-9 expression and induction of an antimetastatic gene, nm23-H1. *Nutr. Cancer*, 60, 526–533.
- CUZZOCREA S., GENOVESE T., FAILLA M., VECCHIO G., FRUCIANO M., MAZZON E., DI PAOLA R., MUIA C., LA ROSA C., CRIMI N., ET AL., 2007. Protective effect of orally administered carnosine on bleomycin-induced lung injury. *Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol.*, 292, L1095–L1104.

- DAREWICZ M., DZIUBA B., MINKIEWICZ P., DZIUBA J. 2011. The preventive potential of milk and colostrums proteins and protein fragments. *Food Rev. Int.*, 27, 357-388.
- DAREWICZ M., DZIUBA J. 2009. Peptydy funkcjonalnie aktywne. W: *Biologicznie aktywne peptydy i białka żywności*. Red: J. Dziuba i Ł. Fornal. WNT, Warszawa 2009, 71-109.
- DAREWICZ M., DZIUBA J., MINKIEWICZ P. 2008. Celiac disease-background, molecular, bioinformatics and analytical aspects. *Food Rev. Int.*, 24, 311-329.
- DUKIC-STEFAKOVIC S., SCHINZEL R., RIEDERER P., MUNCH G., 2001. AGES in brain ageing: AGE-inhibitors as neuroprotective and anti-dementia drugs? *Biogerontol.*, 2, 19–34.
- GUELWITSCH W. 1906. *Hoppe-Seyler's Zeitschrift Für Physiologische Chemie.*, 50, S 204-208.
- GUIOTTO, A., CALDERAN, A., RUZZA, P., BORIN, G. 2005. Carnosine and carnosinerelated antioxidants: A review. *Curr. Med. Chem.*,12(20), 2293-2315.
- GULEWITSCH W.S. 1911. Zur Kenntnis der Extraktstoffe der Muskeln. Über die Konstitution des Carnosine. *Hoppe-Seil Ztschr Physiol Chem* B73: 434–S443.
- GULEWITSCH W., AMIRADZIBI S., 1900. Carnosine, a new organic base from meat extracts. *Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, 33, 1902–1903.
- HARNEDY P.A., FITZGERALD R.J. 2012. Bioactive peptides from marine processing waste and shellfish: A review. *J. Funct. Foods*, 4, 6-24.
- HIPKISS A.R. 2009. Carnosine and its possible roles in nutrition and health. *Adv Food Nutr Res.* 57:87-154. doi: 10.1016/S1043-4526(09)57003-9
- HIPKISS A.R., 2000. Carnosine and protein carbonyl groups: A possible relationship. *Biochemist.*, 65, 771–778.
- HIPKISS A.R., MICHAELIS J., SYRRIS P., 1995. Non-enzymatic glycosylation of the dipeptide L-carnosine, a potential anti-protein-cross-linking agent. *FEBS Lett.*, 371, 81–85.
- KILARA A., PANYAM D. 2003. Peptides from milk proteins and their properties. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 43, 607-633.
- KOHEN R., MISGAV R., GINSBURG I., 1991. The SOD like activity of copper: carnosine, copper: anserine and copper: homocarnosine complexes. *Free Radic. Res. Commun.*, 12, 179–185.
- KORHONEN H. 2009. Bioactive milk proteins and peptides: from science to functional applications. *Aust. J. Dairy Technol.*, 64, 16-25.

- KORHONEN H., PIHLANTO A. 2006. Bioactive peptides: Production and functionality. *Int. Dairy J.*, 16, 945-960.
- LA MENDOLA D., SORTINO S., VECCHIO G., RIZZARELLI E., 2002. Synthesis of new carnosine derivatives of b-cyclodextrin and their hydroxyl radical scavenger ability. *Helv. Chim. Acta.*, 85, 1633–1643.
- LEE Y., HSU C., LIN M., LIU K., YIN M., 2005. Histidine and carnosine delay diabetic deterioration in mice and protect human low density lipoprotein against oxidation and glycation. *Eur. J. Pharmacol.* 513, 145–150.
- LIS J., ORCZYK-PAWIŁOWICZ M., KĄTNIK-PRASTOWSKA I. 2013. Białka mleka ludzkiego zaangażowane w procesy immunologiczne. *Postępy Hig. Med. Dośw.*, 67, 529-547.
- MARCHIS S.D., MODENA C., PERETTO P., MIGHELI A., MARGOLIS F.L., FASOLO A., 2000. Carnosine-related dipeptides in neurons and glia. *Biochemistry. Biokhimiia*, 65(7), 824-833.
- MINKIEWICZ P., DZIUBA J., DAREWICZ M., IWANIAK A., DZIUBA M., NAŁĘCZ D. 2008. Food peptidomics. *Food Technol. Biotechnol.*, 46, 1-10.
- MÖLLER N.P., SCHOLZ-AHRENS K.E., ROOS N., SCHREZENMEIR J. 2008. Bioactive peptides and proteins from foods: indications for health effects. *Eur. J. Nutr.*, 47, 171-182.
- PUBILL D., VERDAGUER E., SUREDA F.X., CAMINS A., PALLAS M., CAMARASA J., ESCUBEDO E., 2002. Carnosine prevents methamphetamine-induced gliosis but not dopamine terminal loss in rats. *Eur. J. Pharmacol.*, 448, 165–168.
- REDDY V.P., GARRETT M.R., PERRY G., SMITH M.A. 2005. Carnosine: a versatile antioxidant and antiglycating agent. *Sci Aging Knowledge Environ.* 4 (18): 12.
- SAUERHOFER S., YUAN G., BRAUN G.S., DEINZER M., NEUMAIER M., GRETZ N., FLOEGE J., KRIZ W., VAN DER WOUDE F., MOELLER M.J., 2007. L-carnosine, a substrate of carnosinase-1, influences glucose metabolism. *Diabetes*, 56, 2425–2432.
- SMITH E.C., 1938. The buffering of muscle in rigor; protein, phosphate and carnosine. *J. Physiol.*, 92, 336–343.
- STVOLINSKY S.L., DOBROTA D., 2000. Anti-ischemic activity of carnosine. *Biochem.*, 65(7), 849-855.
- TROMBLEY P.Q., HORNING M.S., BLAKEMORE L.J., 2000. Interactions between carnosine and zinc and copper: Implications for neuromodulation and neuroprotection. *Biochem.*, 65, 807–816.

- WOLFF W.A., WILSON D.W. 1935. Carnosine and anserine in mammalian skeletal muscle. J. Biol. Chem. 1935 109: 565.
- XIAN J., HU Y., SMITH D.E., KEEP R.F., 2006. PEPT2-mediated transport of 5-aminolevulinic acid and carnosine in astrocytes. Brain Res., 1122, 18–23.

b. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Od początku swojej działalności naukowej do chwili obecnej związana jestem z zespołem badawczym prof. dr hab. Jana Niemca z Katedry Szczegółowej Hodowli Zwierząt Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie oraz z zespołem prof. dr hab. Ewy Sawosz z Katedry Żywienia i Biotechnologii SGGW przy współpracy z prof. Chwalibogiem z Uniwersytetu w Danii. Praca w tak znakomitych zespołach badawczych umożliwiła mi nawiązanie współpracy z wiodącymi europejskimi jednostkami naukowymi, co zaowocowało szeregiem publikacji w czasopiśmie naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (ICR). Moja działalność naukowo-badawcza w okresie pracy zawodowej związana była z następującą tematyką badań:

- 1.1. Wpływ roślinnego kokcydiostatyku na wyniki produkcyjne oraz jakość mięsa kurcząt szybko i wolno rosnących.*
- 1.2. Efektywność stosowania dodatków paszowych w żywieniu drobiu.*
- 1.3. Wpływ genotypu i warunków utrzymania na wyniki produkcyjne i wybrane wyróżniki jakości mięsa kurcząt szybko i wolno rosnących.*
- 1.4. Czynniki kształtujące poziom bioaktywnych składników tkanki mięśniowej.*
- 1.5. Efekt nanocząstek miedzi i siarczanu miedzi podawanych in ovo na wyniki produkcyjne, jakość mięsa i wybrane parametry krwi kurcząt brojlerów.*
- 1.6. Nanocząstki miedzi stosowane w premiksach dla drobiu.*
- 1.7. Biologia, fizjologia oraz zachowania różnych gatunków ptaków.*

Ad. 1.1. Wpływ roślinnego kokcydiostatyku na wyniki produkcyjne oraz jakość mięsa kurcząt szybko i wolno rosnących.

Wraz z podjęciem pracy na SGGW podjęłam się realizacji zadań w ramach projektu KBN Nr N N311 405239 dotyczącego zastosowania w diecie wybranych kokcydiostatyków (w tym roślinnego) na wyniki produkcyjne oraz jakość mięsa kurcząt. W związku z wprowadzeniem zapisu w art. 11 rozporządzenia (WE) nr 1831/2003, który brzmi: „*W związku z decyzją w sprawie wycofania stosowania kokcydiostatyków i histomonostatyków jako dodatków paszowych przed dniem 31 grudnia 2012 r., Komisja składa Parlamentowi*

Europejskiemu i Radzie przed dniem 1 stycznia 2008 r. sprawozdanie w sprawie stosowania tych substancji jako dodatków paszowych lub dostępnych substancji zastępczych, do którego dołącza się, w stosownym przypadku, wnioski legislacyjne”. W ramach w/w projektu powstały prace dotyczące wykorzystania w diecie kurcząt szybko rosnących Hubbard® Flex (odchowywane do 42. dnia życia) oraz kurcząt wolno rosnących Hubbard® JA957 (odchowywane do 63. dnia życia) kokcydiostatyku pochodzenia roślinnego lub jonoforowego i określenie wpływu diety na wyniki produkcyjne, zdrowotność stada oraz jakość produktu.

Coraz częściej poruszonym tematem jest rola kokcydiostatyków w paszy i wynikające z ich stosowania, zagrożenia dla zdrowia konsumenta. Niestety najtańszą i najskuteczniejszą, jak dotąd, metodą profilaktyki kokcydiozy jest zastosowanie kokcydiostatyków w paszy (Olejnik i wsp., 2007). Kokcydiostatyki stanowią grupę chemioterapeutyków stosowanych w weterynarii, bez których trudno byłoby wyobrazić sobie współczesną intensywną produkcję kurcząt brojlerów i indyków rzeźnych. Najczęstszym kokcydiostatykiem jonoforowym pozostającym w tkankach kurcząt jest lazalocyd, jego okres półtrwania wynosi około 34 h (Kennedy i wsp., 1995). Kokcydioza drobiu jest chorobą pasożytniczą wywołaną przez pierwotniaki z rodzaju *Eimeria*. Zараżenie następuje poprzez spożycie wraz z zanieczyszczoną paszą i wodą oocyst, dla których optymalną temperaturą do rozwoju jest 25°C przy wilgotności 31-62%. Oocysty mogą być przenoszone mechanicznie przez dzikie ptaki, owady, gryzonie, zanieczyszczone buty, ubrania, sprzęt lub kurz (De Gussem 2007; McDougald, 1998). Oocysty są odporne na zmiany środowiskowe oraz środki dezynfekujące (w ściółce potrafią przetrwać przez wiele miesięcy). Niekorzystnie na oocysty oddziałuje temperatura powyżej 56°C oraz poniżej 0°C, jednak nie powoduje całkowitego ich wyginięcia (McDougald, 1998). Kokcydia mają zdolność do szybkiego namnażania się wewnątrz komórek wyścielających jelita. Uszkodzenie tkanek w wyniku namnażania się pasożyta powoduje zmniejszone pobranie paszy i pogorszenie wchłaniania składników pokarmowych, mniejsze przyrosty masy ciała, odwodnienie, utratę krwi i większą podatność na zarażenia (Hafez, 2008; Elmusharaf i Beynen, 2007). U kurcząt może występować siedem gatunków kokcydii: *Eimeria acervulina*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria maxima*, *Eimeria mitis*, *Eimeria necatrix*, *Eimeria praecox* i *Eimeria tenella*. Najbardziej patogennymi są: *E. brunetti*, *E. necatrix* i *E. tenella*, natomiast najmniej – *E. maxima* i *E. praecox*. Najczęściej występującymi szczepami u kurcząt brojlerów są: *E. acervulina*, *E. tenella* i *E. maxima* (Hafez, 2008). Conaway i McKenzie (2007) opisali dwa nowe szczepy wywołujące kokcydiozę u kurcząt (*Eimeria hagani* i *Eimeria mivati*).

Straty spowodowane kokcydiozą szacowane są na 3 mld dolarów rocznie i co najmniej 300 mln w amerykańskim przemyśle drobiarskim (Oviedo-Rondón i wsp., 2005). W walce z kokcydiozą stosuje się chemioprophylaktykę i immunoprofilaktykę. Chemioprophylaktyka polega na podawaniu kurczętom przez cały okres odchowu (z zachowaniem karencji) kokcydiostatyków, natomiast w immunoprofilaktyce stosuje się szczepienia przeciw kokcydiozie. Kokcydiostatyki stosowane są już od ponad 50. lat i odgrywają ważną rolę w przemyśle drobiarskim. Niewłaściwe stosowanie może doprowadzić do rozwoju oporności pierwotniaków i oporności krzyżowej mikroorganizmów, dlatego należy okresowo zmieniać oraz przestrzegać przepisów ich użytkowania (Badran i Lukešová, 2006; Korytkowski, 2011). Szczepionki przeciwko kokcydiozie stosowane są od 1992 roku dla kur niosek i od 2000 roku w stadach hodowlanych. Działanie opiera się na rozwoju oporności po otrzymaniu przez ptaka niewielkiej liczby oocyst kokcydiów szczepionkowych. Podawanie kokcydiostatyków w paszy jest najtańszą i najskuteczniejszą, jak dotąd, metodą profilaktyki kokcydiozy (Olejnik i wsp., 2007). Stanowi jednak zagrożenie dla jakości tuszek, które może wynikać z obecności kokcydiostatyku w mieszance finiszera (brak rozdzielania linii produkcyjnych), powodując obecność substancji aktywnej w kolejnych produkowanych mieszankach. Zastąpienie kokcydiostatyków jonoforowych i chemicznych roślinnym pozwoli na wyprodukowanie mięsa nie zawierającego kokcydiostatyku. Do najczęściej stosowanych kokcydiostatyków w hodowli drobiu rzeźnego (kurcząt i indyków) należą substancje jonoforowe, polieterowe (do których należy m.in. monenzyna), wytwarzane na drodze fermentacji przez kilka szczepów bakterii *Streptomyces spp.* i *Actinomadura spp.* Zakłócają one transport jonów jednowartościowych lub dwuwartościowych przez błonę komórkową pasożyta, uniemożliwiając jego rozwój (Elmusharaf i Beynen, 2007; Olejnik i wsp., 2009). Warunki dopuszczenia kokcydiostatyków oraz sposób ich stosowania regulują unijne oraz krajowe akty prawne (Olejnik i wsp., 2009; Rozporządzenie WE, 2003). W rozporządzeniu 1831/2003/EC zawarta została decyzja o wprowadzeniu od 1 stycznia 2013 roku zakazu stosowania w krajach Unii Europejskiej kokcydiostatyków paszowych (Anonymous, 2003). Wynika to z faktu, że istnieje możliwość odkładania się tych związków w tkankach i jajach, co może stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumentów. Ze względu na brak innych, skutecznych i dostępnych sposobów zapobiegania oraz zwalczania kokcydiozy, najszluszniejsze byłoby dopuszczenie stosowania tych związków jako leków weterynaryjnych lub pasz leczniczych (Anonim, 2008; Olejnik i Szprengier-Juskiewicz, 2007; Olejnik i wsp., 2009).

Od wielu lat prowadzone są poszukiwania alternatywnych sposobów zapobiegania kokcydiozie. Odpowiednio dobrane dodatki paszowe mogą stanowić istotny czynnik hamujący namnażanie się patogenów jelitowych u drobiu, w tym również zwiększać odporność ptaków na kokcydiozę. Wyniki doświadczeń na drobiu wskazują, że efektywnym sposobem ograniczania negatywnych skutków kokcydiozy może być stosowanie: probiotyków, prebiotyków, oligosacharydu mannanu, enzymów, betainy, ziół i ich ekstraktów oraz olejków eterycznych pokarmowego (Chandrakesan i wsp., 2009; Abbas i wsp., 2010; Lee i wsp., 2010; Haq i wsp., 2011). Interesującym obszarem badawczym jest również możliwość zwiększenia skuteczności szczepień ochronnych przeciw kokcydiozie poprzez użycie w/w dodatków paszowych (Elmusharaf i Beynen, 2007; Lipiński i wsp., 2009; Patterson i Burkholder, 2003; Świątkiewicz i wsp., 2009). Różański i Drymel (2010) podają, że w zastępstwie kokcydiostatyków paszowych może być stosowany preparat adiCox, który zawiera płynne wyciągi z surowców roślinnych, olejki eteryczne, wyodrębnione frakcje fitoncydowe, hamujące rozwój bakterii i pierwotniaków, w tym również *Eimeria* oraz roztwory soli mineralnych i stabilizatory. Kokcydioza jest problemem ekonomicznym przemysłu drobiarskiego na całym świecie. Jej forma podkliniczna jest zwykle niedoceniana w kontekście strat. Potencjał rozrodczy *kokcydii* jest ogromny, gdyż obecne są one w każdym obiekcie drobiarskim i tworzą w kurniku swoistą populację, o której liczebności, składzie i wpływie na ekonomię produkcji decyduje wiele czynników (m. in. wilgotność, rodzaj kokcydiostatyku, sposób dezynfekcji, przewaga gatunku kokcydii). Oporność na kokcydiostatyki wydaje się narastać a od 15. lat na rynku nie pojawił się żaden nowy preparat kokcydiostatyczny (Furmanek, 2012). Istnieje zatem pilna potrzeba kontynuowania badań w celu opracowania skutecznych zamienników dla chemicznych kokcydiostatyków.

Mieszanka paszowa uzupełniająca adiCox®AP wg producenta, charakteryzuje się dużą przyswajalnością, wyraźnym działaniem i optymalnymi parametrami fizykochemicznymi. To zestaw składników naturalnych (fitoncydów i fitoaleksyn) aktywujący i wspomagający procesy odporności przeciwko infekcjom bakteryjnym oraz pierwotniakowym u zwierząt. Działa głównie pierwotniakobójczo (*Antiprotozoa*), przede wszystkim wobec *Eimeria* (*Coccidiomorpha*), wiciowców (*Mastigophora*), orzęsków (*Ciliata*) i ameb (*Amoebozoa*). Ponadto wspomaga procesy zwalczania bakterii beztlenowych (np. z rodzaju *Bacteroides*, *Clostridium*) i *Mycoplasma*. Celem projektu było zbadanie możliwości zastosowania roślinnego preparatu kokcydiostatycznego adiCox®AP oraz jego wpływu na wyniki odchowu i jakość mięsa kurcząt szybko i wolno rosnących.

Wyniki badań wskazują, że zastosowanie kokcydiostatyków, szczególnie preparatu roślinnego adiCox®AP, wpłynęło w znaczący sposób na obniżenie śmiertelności kurcząt, przy porównywalnych pozostałych efektach produkcyjnych. W związku z tym, że roślinne substancje czynne nie wymagają okresu karencji, w przeciwieństwie do kokcydiostatyków jonoforowych, możliwe jest ich praktyczne stosowanie w całym okresie odchowu, przyczyniając się jednocześnie do poprawy bezpieczeństwa zdrowotnego mięsa i przetworów drobiowych. Ponadto dodatek kokcydiostatyków do paszy dla kurcząt szybko rosnących, zarówno jonoforowego, jak i roślinnej mieszanki paszowej o działaniu kokcydiostatycznym nie różnicował właściwości fizykochemicznych mięsa. Miał natomiast korzystny wpływ na spowolnienie procesów oksydacyjnych w tłuszczu sadelkowym kurcząt Hubbard® Flex, co jest szczególnie ważne przy dłuższym przechowywaniu tuszek w warunkach chłodniczych.

Korzystne działanie ekstraktów roślinnych w żywieniu drobiu jest więc jednym z racjonalnych sposobów profilaktyki kokcydiozy u kurcząt. Ponadto ekstrakty ziołowe nie powodują ryzyka skażenia mięsa substancjami szkodliwymi. Wykazano również wpływ długości odchowu na skład mikroflory treści jelita cienkiego i ślepego kurcząt Hubbard® Flex i Hubbard® JA 957, stwierdzono większą ogólną liczebność bakterii w treści jelit kurcząt wolno rosnących, które utrzymywane były dłużej o 3 tyg. w porównaniu z kurczętami Hubbard® Flex. Stwierdzono wpływ diety na ogólną liczebność mikroflory jelita cienkiego; najmniejszą liczebność bakterii mezofilnych oraz z rodziny *Enterobacteriaceae* wykazano w grupie otrzymującej preparat roślinny w diecie, w porównaniu z kurczętami pochodzącymi z grupy kontrolnej i otrzymującej monenzynę. W grupie otrzymującej preparat roślinny, w której zaobserwowano obniżenie liczebności bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, stwierdzono korzystny wzrost liczebności bakterii z rodziny *Lactobacillaceae*.

Wyniki badań histochemicznych wskazują, że mięśnie piersiowe kurcząt wolno rosnących Hubbard® JA 957 charakteryzowały się większą średnicą włókien w porównaniu z kurczętami szybko rosnącymi Hubbard® Flex, a odwrotne tendencje obserwowano w mięśniach nóg. Większy udział włókien mięśniowych o dużej średnicy w mięśniach piersiowych wpłynął istotnie na zwiększenie wodochłonności ($P \leq 0,01$). Najlepszą wodochłonność odnotowano w grupie kontrolnej oraz w grupie ptaków otrzymujących w diecie roślinny kokcydiostatyk adiCox®AP.

(Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. 5: A.2; A.3; A.4; A.5; D.1.13)

Ad. 1.2. Efektywność stosowania dodatków do paszy w żywieniu drobiu.

W toku mojej działalności naukowej podejmowałam się także szeregu zagadnień badawczych dotyczących żywienia kurcząt. Stąd uczestniczyłam w kolejnych badaniach prowadzonych przez nasz zespół, stosowania w żywieniu DDGS.

Suszone wywary gorzelniane (DDGS - distillers dried grains with solubles) są produktem ubocznym powstającym w przemyśle spirytusowym oraz przy produkcji bioetanolu. W skład wywarów wchodzi niepodatne na fermentację składniki surowca wyjściowego (węglowodany nieskrobiowe, białko, tłuszcz, popiół i inne) oraz biomasa namnożonych drożdży. Suszone wywary zbożowe są bogate w białko, aminokwasy egzogenne, witaminy z grupy B i biotynę oraz związki mineralne, w tym fosfor (Koreleski i Świątkiewicz, 2006; Thacker i Widyaratne, 2007; Min i wsp., 2008). Dzięki procesowi fermentacji drożdżowej, zachodzi synteza mikrobiologicznej fitazy dlatego dostępność fosforu w wywarach jest znacznie większa niż w innych paszach roślinnych (Martinez Amezcua i wsp., 2004; Lumpkins i Batal, 2005). Jest to szczególnie ważne w żywieniu kurcząt brojlerów, które z powodu szybkiego wzrostu mają duże zapotrzebowanie na ten pierwiastek. Ma to również duże znaczenie z ekologicznego punktu widzenia, gdyż daje możliwość mniejszego zużycia fosforanów paszowych w mieszankach zawierających DDGS, dzięki czemu obniżone zostanie wydalanie fosforu do środowiska (Koreleski i Świątkiewicz, 2006).

Zawartość składników pokarmowych w wywarach jest zróżnicowana i zależy m.in. od surowca użytego do przerobu, ilości biomasy drożdży oraz technologii produkcji wywaru. O przyswajalności składników pokarmowych w DDGS decyduje w dużym stopniu sposób suszenia, który wpływa na denaturację białka, a tym samym na dostępność aminokwasów egzogennych. W ostatnich latach dzięki, m.in. suszeniu w łagodniejszych warunkach poprawiła się znacznie wartość odżywcza wywarów i zaczęto je w szerszym zakresie wykorzystywać w żywieniu zwierząt. Najwięcej suszonych wywarów gorzelnianych produkuje się w Ameryce Północnej, głównie z kukurydzy, natomiast w Europie wytwarzany jest DDGS z pszenicy i żyta. W wielu krajach, w tym również w Polsce, prowadzone są badania nad możliwością stosowania DDGS w mieszankach paszowych dla różnych gatunków zwierząt, w tym także dla kurcząt brojlerów (Świątkiewicz i Koreleski, 2007; Thacker i Widyaratne, 2007; Nyachoti i wsp., 2005; Wang i wsp., 2007; Świątkiewicz i Koreleski, 2008). Celem przeprowadzonego doświadczenia było sprawdzenie przydatności suszonego, pszennego wywaru gorzelnianego (DDGS) pozostałego po produkcji etanolu, jako zamiennika poekstrakcyjnej śrutu sojowej w żywieniu kurcząt brojlerów COBB 500, a także

określenie w jakim stopniu jego zastosowanie wpływa na podstawowy skład chemiczny i właściwości technologiczne mięsa oraz profil kwasów tłuszczowych tłuszczu sadełkowego.

Uzyskane wyniki badań wskazują, że w prawidłowo zbilansowanych (włókno, energia metaboliczna, aminokwasy) dawkach pokarmowych suszony, pszenno-wywar gorzelniany (DDGS) może z powodzeniem stanowić dobry komponent energetyczno-białkowy w mieszankach paszowych dla kurcząt brojlerów, co potwierdzają również wyniki badań innych autorów. Zastosowanie wywaru pszennego w żywieniu drobiu jest więc racjonalnym sposobem jego zagospodarowania. W przeprowadzonym doświadczeniu nie obserwowano istotnych zmian podstawowego składu chemicznego oraz właściwości technologicznych mięsa, a także profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu sadełkowego. Natomiast zwiększenie zawartości wywaru pszennego w diecie ptaków obniżyło liczbę bakterii i grzybów patogennych, i zwiększyło liczbę „korzystnych” mikroorganizmów (*Lactobacillaceae*). Nie stwierdzono różnic w wydajności rzeźnej w zależności od zastosowanej diety.

Ponadto z racji pracy ze studentami i ich zainteresowania tematyką żywienia drobiu powstał szereg prac o tematyce dodatków do paszy i ich wpływu na wyniki produkcyjne i jakość mięsa. Jednym z takich dodatków była ziemia okrzemkowa, a celem tego badania była analiza wpływu dodatku amorficznej ziemi okrzemkowej do paszy na wyniki odchowu oraz wybrane cechy jakości mięsa i kości udowej kurcząt brojlerów. Badanie przeprowadzono na szybko rosnących kurczętach Ross 308 utrzymywanych do 42. dnia życia. Ziemię okrzemkową (diatomit) podawano z paszą ptakom z grupy D2 - 2%, D4 - 4%. Dodatek diatomitu nie wpłynął na status zdrowotny kurcząt. Istotnie wyższą masę ciała w 42. dniu odchowu odnotowano w grupie C vs D4 ($P \leq 0.05$). Stwierdzono istotnie wyższy ($P \leq 0.01$) udział mięśni piersiowych oraz niższy ($P \leq 0.05$) udział tłuszczu w tuszce w grupie D2 vs C. Dodatek ziemi okrzemkowej do paszy nie różnicował składu chemicznego mięśni piersiowych. W mięśniach nóg kogutów D2 stwierdzono istotne obniżenie ($P \leq 0.05$) zawartości tłuszczu oraz zwiększenie ($P \leq 0.05$) zawartości wody w porównaniu do grupy C. Kości udowe ptaków z grupy D4 charakteryzowały się istotnie większą ($P \leq 0.05$) wytrzymałością na złamanie niż kości kurcząt z grupy kontrolnej. Stwierdzono wprost proporcjonalną zależność między ilością zastosowanego diatomitu w paszy a wytrzymałością kości udowej. Za najbardziej optymalną uznano suplementację do paszy na poziomie 2%. Ziemię okrzemkową zastosowano również w profilaktyce odrobaczania gołębi rasowych. Celem tego badania było określenie skuteczności działania ziemi okrzemkowej w profilaktyce odrobaczania gołębi rasowych oraz formy jej podania. Dodatek naturalnego minerału podawano w ilości 2% dziennej dawki paszy przez okres trzech tygodni. W kale gołębi

zidentyfikowano trzy grupy pasożytów: jaja nicieni z rodzaju *Capillaria*, jaja nicieni z rodzaju *Ascaridia* oraz oocysty kokcydiów z rodzaju *Eimeria*. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono w pięciu gołębnikach (ZO + ziarno + mieszanka mineralna Biowet) całkowitą likwidację jaj pasożytów już po tygodniu stosowania ziemi okrzemkowej, a w pięciu pozostałych (ZO+ziarno) wyraźne zmniejszenie liczebności jaj nicieni *Capillaria* oraz zmniejszenie udziału oocyst kokcydiów *Eimeria*.

Innym stosowanym dodatkiem była kurkuma. Celem tego badań było określenie wpływu dodatku 0,75% kurkumy do paszy na wyniki produkcyjne, analizy rzeźnej, jakości mięsa oraz profil kwasów tłuszczowych kurcząt szybko rosnących Ross 308. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono pogorszenia wyników produkcyjnych i jakości mięsa po suplementacji kurkumą. Nie wykazano istotnych zmian w wydajności rzeźnej, masie ciała i masie tuszki kurcząt. Ptaki charakteryzowały się niższą śmiertelnością ($P \leq 0,05$) w porównaniu do grupy kontrolnej. U kurcząt u których stosowano dodatek kurkumy zaobserwowano zmniejszenie udziału kwasów tłuszczowych z grupy SFA w mięśniach nóg ($P \leq 0,01$) i mięśniach piersiowych ($P \leq 0,05$) oraz wzrost udziału MUFA w mięśniach piersiowych ($P \leq 0,05$).

(Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. 5: A.1; D.1.1; D.1.26; D.1.35; D.1.38; D.1.39; D.1.42; D.1.44; D.1.45)

Ad.1.3. Wpływ genotypu i warunków utrzymania na wyniki produkcyjne i wybrane wyróżniki jakości mięsa kurcząt szybko i wolno rosnących.

W latach 2010-2013 byłam wykonawcą w naszym zespole podzadania 4.2. dotyczącego „Opracowania technologii produkcji kurczęcia brojlera o podwyższonej wartości odżywczej i prozdrowotnej”, w ramach projektu „BIOŻYWNOŚĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego” współfinansowanego przez UE ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Badania realizowane w projekcie dotyczyły głównie żywienia, warunków utrzymania oraz wyboru odpowiedniego materiału genetycznego kurcząt przeznaczonych do chowu wybiegowego.

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że spośród czterech analizowanych grup genetycznych (Cobb® 500, Hubbard® Flex, Hubbard® JA 957, Cobb® 500 x (Cobb® 500 x Zk), kurczęta CCZk korzystające z wybiegu uzyskały najkorzystniejsze wartości parametrów jakości mięsa. Uzyskane wyniki badań pozwalają na weryfikację hipotezy, że

nowo wytworzone kurczęta cechuje najlepsza ochrona oksydacyjna mięśni i przez to lepsza jakość mięśni piersiowych w porównaniu z szybko- i średnio rosnącymi kurczętami. Komponent matczynej, jakim są kury rasy Zielononóżka kuropatwiana, pozwolił uzyskać mieszańce, które mogą być wykorzystywane w alternatywnej produkcji powyżej 56. dnia.

Ponadto w doświadczeniu na kurczętach CCZk stwierdzono, że system utrzymania wpłynął istotnie na wyniki produkcyjne kurcząt. Końcowa masa ciała kogutów mających możliwość korzystania z wybiegów była istotnie wyższa oraz grupę tę charakteryzował istotnie wyższy wskaźnik wykorzystania paszy (FCR) ale niższa śmiertelność. Koguty z grupy doświadczalnej charakteryzowały się istotnie ($P \leq 0,05$) niższą masą mięśni piersiowych. System utrzymania wpłynął na masę oraz procentowy udział podrobów w tuszce. Zaobserwowano istotnie ($P \leq 0,05$) wyższą masę wątroby i żołądka ($P \leq 0,01$) u kur oraz serca u kogutów z dostępem do wybiegu.

Wyniki badań przeprowadzonych w pracy pierwszej na dwóch grupach genetycznych kurcząt (Hubbard® Flex oraz Hubbard® JA 957) wskazywały na różnice w składzie chemicznym i wybranych wyróżnikach jakości mięśni piersiowych. Mięśnie piersiowe kurcząt Hubbard® JA 957 zawierały istotnie większą ($P \leq 0,05$) zawartość białka oraz mniejszą zawartość tłuszczu w porównaniu z mięśniami piersiowymi kurcząt Hubbard® Flex. Zawartość wody w mięśniach piersiowych kurcząt szybko rosnących była statystycznie wyższa ($P \leq 0,05$) w porównaniu z kurczętami o wolnym tempie wzrostu Hubbard® JA 957. Wykazano, że mięśnie piersiowe kurcząt Hubbard® Flex charakteryzowały się istotnie mniejszą ($P \leq 0,05$) zdolnością utrzymywania wody własnej i jednocześnie większymi ubytkami termicznymi w porównaniu z kurczętami Hubbard® JA 957. System utrzymania (wybieg / bez wybiegu) wpłynął na budowę morfologiczną mięśni piersiowych i nóg kurcząt CCZk. Kurczęta mające możliwość korzystania z trawiastych wybiegów charakteryzowało istotnie mniejsze ($P \leq 0,01$) pole powierzchni włókien mięśniowych typu IIB oraz IIA w mięśniu piersiowym zarówno kogutów jak i kur. Mięśnie nóg kogutów mających możliwość korzystania z wybiegów charakteryzowały się istotnie ($P \leq 0,01$) większym polem powierzchni włókien typu IIB, IIA oraz IB. W trakcie analiz w prowadzonym projekcie nie wykazano statystycznie istotnego wpływu płci oraz systemu utrzymania na zawartość cholesterolu i jego frakcji w surowicy krwi kurcząt.

(Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. 5: A.6; D.1.2; D.1.9; D.1.12; D.1.14; D.1.19; D.1.36; D.1.37)

Ad.1.4. Czynniki kształtujące poziom bioaktywnych składników tkanki mięśniowej

Istotną część mojej pracy badawczej stanowiła tematyka poświęcona bioaktywnym składnikom w wybranych tkankach, a w szczególności w tkance mięśniowej. W ramach grantów wewnętrznych finansowanych przez Wydział Nauk o Zwierzętach zrealizowane zostały badania dotyczące kształtowania się poziomu bioaktywnych składników i możliwości podwyższenia potencjału antyoksydacyjnego tkanki mięśniowej.

Jednym z pierwszych doświadczeń była praca dotycząca wpływu stosowania różnych dawek β -alaniny podawanej w mieszankach paszowych na kształtowanie się zawartości karnozyny i anseryny w mięsie szybko rosnących kurcząt Hubbard® Flex. β -alanina jest składnikiem dwupeptydu karnozyny (β -alanylo-L-histydyny), której biosynteza uzależniona jest od dostępności β -alaniny jako substratu. Karnozyna i anseryna są peptydami endogennymi obecnymi w białkach mięśni szkieletowych. Ich działanie jest podobne, chelatują jony metali (m.in. miedzi, cynku, żelaza, kobaltu) dzięki czemu regulują i zmniejszają ich poziom, bowiem zbyt duże ich stężenie w układzie nerwowym może działać toksycznie, zwiększając ryzyko chorób neurologicznych. Utrzymują równowagę kwasowo-zasadową (działanie buforujące) w tkankach pobudliwych ssaków, wykazują działanie antyoksydacyjne i antyglukacyjne, chroniąc białka komórkowe przed atakiem reaktywnych aldehydów, ponadto wydłużają życie komórek w warunkach hodowli komórkowej. Udowodniono, że karnozyna może być aktywatorem enzymów, takich jak kalpaina II, miofibrylarna ATP-aza, fosforylaza b (Iwaniak i Dziuba, 2009). Zięba (2007) uważa, że karnozyna jak również anseryna stanowią czynnik terapeutyczny wielu schorzeń, w których patogenezie uczestniczy stres oksydacyjny i karbonylowy (m.in. w chorobach neurodegeneracyjnych, metabolicznych, sercowo-naczyniowych). Stężenie karnozyny w tkankach w dużym stopniu zależy od składu ludzkiej diety. Głównym źródłem karnozyny i anseryny jest mięso, zwłaszcza drobiowe i wołowe oraz ryby. Zawartość tego peptydu zwiększa się wraz ze zmniejszeniem chromoprotein, czyli protein mających barwną grupę prostetyczną, np., hemoglobiny, mioglobiny. U ludzi peptydy te wchłaniają się po podaniu doustnym, głównie z jelita cienkiego. Istotnym jest to, że zawartość tych peptydów obniża się wraz z wiekiem człowieka. Pomiędzy 10-tym a 70-tym rokiem życia jej zawartość w mięśniach spada o 63%, co odpowiada normalnemu zmniejszeniu się masy mięśniowej i jej funkcji na starość. Sugeruje się, że dieta bogata w karnozynę może być istotna w żywieniu ludzi starszych. Jednym z procesów leżących u podstaw starzenia się jest stres oksydacyjny i uszkodzenia spowodowane przez wolne rodniki (Harman, 2001). W badaniach zauważono wzrost stresu oksydacyjnego w różnych tkankach, m.in., w wątrobie (Wolf i wsp., 2005;

Wong i wsp., 2006; Parildar-Kapuzoğlu i wsp., 2008), w sercu (Wolf i wsp., 2005; Wong i wsp., 2006; Parildar i wsp., 2008), jak również w mózgu (Siqueira i wsp., 2005; Wolf i wsp., 2005). Według najnowszych badań naukowych dipeptydy są odpowiedzialne za siłę, wytrzymałość oraz odporność organizmu na zmęczenie. Są wynikiem połączenia wiązaniem peptydowym dwóch aminokwasów w reakcji kondensacji. Tak więc stężenie karnozyny w tkankach w dużym stopniu zależy od składu naszej diety. Stwierdzono istotny wpływ podawania β -alaniny w paszy na zawartość anseryny w mięśniach piersiowych kurcząt oraz karnozyny w mięśniach nóg. Obserwowano progresywny ich wzrost w zależności od udziału β -alaniny w mieszance. W wyniku obróbki cieplnej wykazano istotny ($P \leq 0,01$) wzrost zawartości anseryny zarówno w mięśniach piersiowych jak i nóg - ponad dwukrotnie więcej stwierdzono jej w mięśniach po obróbce termicznej w porównaniu do mięśni surowych.

Inna grupą zwierząt w mięsie których badano obecność karnozyny i anseryny była dziczyzna tj. dzik oraz jeleni europejski. Wykazano, że synteza karnozyny i anseryny w tkance mięśniowej dzika europejskiego (*Sus scrofa strofa*) była uzależniona od wieku i płci zwierząt - stężenia obu dipeptydów były wyższe u loch i ulegały podwyższeniu wraz z ich wiekiem. W tkance mięśniowej dzika europejskiego zawartość karnozyny kształtowała się na poziomie 2,30–3,47 mg/g tkanki, a anseryny 1,31-1,65 mg/g tkanki. Dodatkowo wykazano, że poziom karnozyny jest niższy w mięśniach o dużej proporcji oksydacyjnych włókien mięśniowych. Podobne zależności wykazane zostały w przypadku jelenia europejskiego (*Cervus elaphus elaphus*). Znacznie wyższa zawartość karnozyny i anseryny wykazana została w tkance mięśniowej pochodzącej od łani odpowiednio 3,54 mg/g i 1,94 mg/g, w porównaniu z mięsem samca.

(Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. 5: A.8; A.16; A.17)

Ad. 1.5. Efekt nanocząstek miedzi i siarczanu miedzi podawanych in ovo na wyniki produkcyjne, jakość mięsa i wybrane parametry krwi kurcząt brojlerów

Istotną część mojej pracy badawczej stanowiła tematyka poświęcona ocenie efektywności nanocząstek miedzi i siarczanu miedzi podawanych in ovo. Miedź stosowana jest od lat jako dodatek mineralny o właściwościach stymulujących wzrost i rozwój, odporność, wykazujący właściwości antybakteryjne. Miedź może również kontrolować efektywność obrony antyoksydacyjnej poprzez udział w aktywności ceruloplazminy, enzymu wielokierunkowo zaangażowanego w ochronę antyoksydacyjną, między innymi poprzez utlenianie żelaza Fe^{2+} do Fe^{3+} co warunkuje wiązanie żelaza z transferyną i jego bezpieczny transport w surowicy krwi. Ponadto miedź bierze udział w metabolizmie serotoniny i

epinefryny oraz kwasu askorbinowego (Smith i wsp., 2006). Niezwykle istotną rolą tego pierwiastka jest jego zaangażowanie w angiogenezę. Cu bierze udział w procesach krzepnięcia krwi i jako kofaktor angiogeniny uczestniczy w formowaniu nowych naczyń krwionośnych. Angiogenina poprzez interakcję z komórkami śródbłonna naczyń krwionośnych i mięśni gładkich prowadzi do migracji, inwazji i proliferacji komórek oraz formowania struktur tubularnych nowych naczyń (Lelkes i wsp., 1998). Proces angiogenezy zachodzi bardzo aktywnie w okresie embrionalnym, a także w okresie całego życia w procesach regeneracji, gojenia się ran i różnych rodzajów “bioregeneracji”. Z resztą w przeprowadzonych badaniach własnych potwierdzono, że nanocząstki miedzi podawane *in ovo* do zarodka kury stymulują metabolizm i rozwój ptaków.

Jajo ptaka powinno zawierać wszystkie niezbędne do rozwoju zarodka składniki odżywcze, a jedynie gazy, ciepło i para wodna mogą być pozyskiwane ze świata zewnętrznego (Speake i wsp., 1998). Rozwijający się zarodek ma więc do dyspozycji ograniczoną ilość lipidów i białka, a zwłaszcza synteza białka jest dodatkowo ograniczona koncentracją aminokwasu ograniczającego. Zatem, jeśli zapotrzebowanie ulega zwiększeniu, w wyniku działania czynników środowiskowych, czy też w wyniku zwiększenia genetycznego potencjału rozwoju mięśni ilość składników odżywczych, a przede wszystkim ilość i jakość białka może być nie wystarczająca (Uni i Ferket, 2004; Al-Asadi, 2013). Metoda *in ovo* stanowi korzystną formę suplementacji, zwłaszcza w odniesieniu do związków, których metabolizm charakterystyczny jest dla mięśni, z uwagi na fakt, że liczba komórek mięśniowych zostaje określona przede wszystkim w okresie zarodkowym. Nanocząstki miedzi podawane *in ovo* do zarodka kury stymulują metabolizm i rozwój ptaków (Mroczek-Sosnowska i wsp., 2013; Pineda i wsp., 2013). Ponadto podawane do wody pitnej nie są toksyczne dla kurcząt brojlerów (Scott i wsp., 2017). W tych badaniach *in ovo* nie stwierdzono toksyczności nanocząstek miedzi, w dawka poniżej 50 ppm.

Celem szeregu badań jakie zostały wykonane przez nasz zespół było zbadanie efektu nanocząstek miedzi podawanych *in ovo* na wyniki produkcyjne, jakość mięsa i wybrane parametry krwi kurcząt brojlerów.

W jednym z doświadczeń oceniano wpływ nanocząstek Cu na angiogenezę na poziomie ogólnoustrojowym w porównaniu z solą miedzi w badaniach z użyciem modelu zarodka kury. Działanie tych substancji badano z wykorzystaniem modelu implantu bibułowego na CAM. Stwierdzono wzrost naczyń krwionośnych w przypadku obu form zastosowanej miedzi, aczkolwiek większą liczbę rozgałęzień i długości naczyń stwierdzono w grupie NanoCu w porównaniu do grupy kontrolnej i CuSO₄. Doświadczenie pozwoliło

zaobserwować, że miedź posiada silne działanie stymulujące rozwój naczyń krwionośnych oraz wpływa na zwiększone unaczynienie implantów utrzymywanych na błonie CAM. Niemniej jednak odnotowano, że nanocząstki miedzi wykazują silniejszy efekt promocji angiogenezy na poziomie ogólnoustrojowym niż sól CuSO_4 .

W badaniach stwierdzono, że brak jest negatywnego wpływu nanocząsteczek miedzi na toksyczność w porównaniu z solą miedzi w badaniach z użyciem modelu zarodka kury. Podawanie hydrokoloidu miedzi metodą *in ovo* w ilości do 50 ppm nie wpłynęło na zwiększenie śmiertelności zarodków. Co więcej, nanocząstki miedzi nie wpłynęły na powstanie defektów genetycznych oraz morfologicznych, a także nie wpływały na masę ciała, serca, wątroby ani śledziony zarodków kurzych, ocenianych w 20 dniu inkubacji. Badania zespołu wykazały, że nanocząstki miedzi podane *in ovo* wykazują działanie stymulujące wzrost ptaków, skutkując znacznie większymi przyrostami masy ciała w wieku ubojowym kurcząt w porównaniu do kontroli (CuSO_4). Podanie nanocząstek miedzi dodatkowo miało istotny wpływ na zmniejszenie zużycia paszy. Stwierdzono, że nanocząstki miedzi poprawiają efektywność odchowu poprzez ograniczenie liczby padnięć, poprawę wskaźników rzeźnych, a zwłaszcza poprawę przyrostu masy ciała i udział najbardziej wartościowych mięśni piersiowych w tuszce. Ponadto ptaki z grupy NanoCu charakteryzowały się lepszą wodochłonnością w mięśniach nóg. Nanocząstki miedzi, podawane w okresie embriogenezy, nie wykazały działania toksycznego, a nawet wpłynęły na zwiększenie stężenia hemoglobiny oraz ceruloplazminy u kurcząt. W badaniach tych jednoznacznie wskazano na fizjologiczne mechanizmy działania Cu, stymulujące rozwój mięśni. Badania te dotyczyły jednak wyłącznie podawania miedzi metodą wstrzykiwania do jaja.

(Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. 5: A.10; A.11; A.12; A.14; D.1.17; D.1.23; D.1.34)

Ad. 1.6. Nanocząstki miedzi stosowane w premiksach dla drobiu

Wraz z rozpoczęciem prac nad tematyką badawczą dotyczącą znaczenia nanocząstek Cu na etapie rozwoju zarodkowego, moje zainteresowania skoncentrowały się na nanocząstkach i ich wpływie na organizm kury. Od roku 2015 jestem wykonawcą w naszym zespole projektu BIOSTRATEG1/267659/7/NCBR/2015, w zadaniu NANO-MIN nowa generacja premiksów dla drobiu z nanocząsteczkami Zn, Cu i Mn „GUTFEED-INNOWACYJNE ŻYWIENIE W ZRÓWNOWAŻONEJ PRODUKCJI DROBIARSKIEJ” (akronim GUTFEED). Badania z *Ad. 1.5. Efekt nanocząstek miedzi i siarczanu miedzi podawanych in ovo na wyniki produkcyjne,*

jakość mięsa i wybrane parametry krwi kurcząt brojlerów nasunęły niespodziewanie zespołowi tezę, że nanocząstki miedzi można podawać nie tylko poprzez iniekcję do zarodka kury lecz również z paszą, co zmniejszyć może uciążliwość podawania ich metodą in ovo, a zwłaszcza konieczność stosowania wyposażenia dozującego nanocząstki poprzez iniekcję do jaja.

Metale są kluczowym nieorganicznym elementem organicznych molekuł regulujących podstawowe funkcje życiowe organizmu. Zwłaszcza metale o zmiennej wartościowości poprzez udział w reakcjach utleniania i redukcji warunkują homeostazę energetyczną, antyoksydacyjną czy immunologiczną organizmu. Od wielu lat stosowane są one jako dodatek do paszy, wchodzą w skład suplementów diety, środków paramedycznych, a przede wszystkim mieszanek przeznaczonych do żywienia zwierząt, a w tym drobiu. Kontrowersje dotyczące potencjalnego niedoboru i nadmiaru tych pierwiastków mają swe wytłumaczenie w biologicznych mechanizmach ich strawności, dystrybucji w organizmie i aktywności biochemicznej. Miedź może zatem w organizmie ukazać dwie twarze; toksycznego pierwiastka lub niezbędnego do życia mikroelementu. Dualistyczna rola tego pierwiastka utrudnia harmonijne jego stosowanie w rolnictwie, a zwłaszcza w żywieniu zwierząt. Priorytetowym działaniem pro-ekologicznym jest zmniejszenie poziomu miedzi stosowanej w żywieniu zwierząt, a tym samym zmniejszenie jej wydzielania i wydalania do środowiska. Poszukiwanie zatem formy miedzi, która mogłaby wpłynąć pozytywnie na powyższe ograniczenia jest kluczowym poszukiwaniem naukowym XXI wieku.

W projekcie tym przeprowadzono doświadczenie, które miało na celu określenie wpływu zmniejszenia udziału miedzi w mieszankach dla kurcząt brojlerów o 75%, 50% i 25% w stosunku do standardowo stosowanego poziomu (grupa kontrolna) na wyniki produkcyjne i wartość rzeźną oraz na strawność Cu oraz Fe i Zn, a także koncentrację Cu, Fe i Zn w wybranych tkankach. W doświadczeniu zastosowano kompleksy nanocząstek miedzi ze skrobią. Kurczęta brojlery 1-dniowe (Ross 308) umieszczono w indywidualnych klatkach bilansowych, przeznaczonych dla drobiu, gdzie przebywały do 42. doby tuczu. Ptaki miały dostęp do wody i paszy ad libitum.

Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że nanocząstki miedzi, podane do paszy jako dodatek mineralny w postaci kompleksu nanoCu ze skrobią nie wpływają negatywnie na stan zdrowia i rozwoju kurcząt brojlerów oraz tempo ich wzrostu, co więcej stwierdzono największy przyrost masy ciała w 42. dniu tuczu w grupach, które otrzymywały nanocząstki Cu w ilości zmniejszonej o 75% w porównaniu do grupy kontrolnej oraz w ilości równoważnej grupie kontrolnej. Ponadto stwierdzono wpływ nanocząstek miedzi na

zmniejszenie zużycia paszy określone w 42. dniu tuczu w grupach, które otrzymywały nanocząstki Cu w ilości zmniejszonej o 75% i 25% w porównaniu do grupy kontrolnej oraz w ilości równoważnej grupie kontrolnej. Analiza rzeźna kurcząt brojlerów wykazała, że nanocząstki miedzi (podane do paszy jako dodatek mineralny w postaci kompleksu nanoCu-S) nie wpłynęły na wydajność rzeźną oraz udział najbardziej wartościowych mięśni piersiowych w tuszce, a także mięśni nóg oraz wątroby, żołądka i serca. Nanocząstki miedzi, podane do paszy jako dodatek mineralny w postaci kompleksu nanoCu ze skrobią wpłynęły na niewielkie zwiększenie poziomu Cu w mięśniach, nie stwierdzono zwiększonej akumulacji Cu w wątrobie oraz nerkach. Koncentracja Fe i Zn w mięśniu piersiowym, wątrobie i nerkach nie była zróżnicowana pod wpływem zastosowania kompleksu nanoCu w mieszankach dla kurcząt. Wykazano, że nanocząstki Cu podawane w paszy w postaci kompleksu ze skrobią mogą zastąpić tradycyjnie stosowane w paszy dla kurcząt sole Cu (CuSO_4) w ilości o 75% mniejszej bez negatywnego wpływu na wyniki produkcyjne i wartość rzeźną, co więcej wpływają na zwiększenie przyrostu o 7,5%.

Kolejne doświadczenie przeprowadzono w warunkach fermowych określając wpływ nanocząstek Cu w porównaniu do CuSO_4 (w ilości 10%, 30%, 60% i 100%) zastosowanych w sypkich pełnoporcjowych mieszankach paszowych, na wyniki odchowu kurcząt rzeźnych w 35. dniowym tuczu. Badanie wykonano na 960 kurkach Ross 308 podzielonych losowo na 8 grup, każda w 10 powtórzeniach po 12 sztuk. Ptaki doświadczalne były utrzymywane w boksach rozmieszczonych równomiernie wzdłuż dwóch linii pojenia w standardowym kurniku. Poza ptakami doświadczalnymi (boksy) na hali produkcyjnej przebywało około 9000 nieseksowanych kurcząt brojlerów w celu zapewnienia warunków, jak najbardziej zbliżonych do tych występujących w standardowym cyklu produkcyjnym. Prowadzone doświadczenie wykazało, że w całym okresie odchowu kurczęta charakteryzowały się dobrym stanem zdrowia. Śmiertelność ptaków we wszystkich grupach była bardzo mała i wynosiła 0,6%, co więcej nie wynikała z zastosowanych czynników doświadczalnych i nie miała wpływu na uzyskane wyniki. Zarówno zmniejszenie poziomu CuSO_4 jak też nanoCu o 90%, 70% i 40% poziomu stosowanego standardowo w mieszankach nie wpłynęło na przyrosty masy ciała jak również na pobranie i zużycie paszy na 1 kg przyrostu. Zmniejszenie poziomu koncentracji Cu poprzez dodatek kompleksu nanoCu o 90% charakteryzowała większa wartość przyrostu dziennego i mniejsze zużycie paszy w porównaniu do zmniejszenia poziomu CuSO_4 w mieszankach. Stwierdzono, że zmniejszenie poziomu miedzi o 90% w stosunku do standardowo stosowanego (7,5 mg/kg paszy) w mieszankach dla kurcząt brojlerów nie wpływa negatywnie na wskaźniki produkcyjne oraz stan zdrowia i tempo wzrostu kurcząt.

Jednak zastosowanie nanocząstek Cu (jako kompleks nanoCu ze skrobią) spowodowało niewielkie zwiększenie przyrostów dziennych oraz zmniejszenie zużycia paszy w porównaniu do grupy o zmniejszonej do 90% podaży CuSO₄.

Wyniki doświadczenia wykazały możliwość zmniejszenia poziomu miedzi w mieszankach dla kurcząt brojlerów, co więcej efekt bardziej korzystny obserwowano dla dodatku nanoCu.

(Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. 5: A.10; A.12; A.15; A.18)

Ad. 1.7. Biologia, fizjologia oraz zachowania różnych gatunków ptaków

Odrębny nurt stanowiły obserwacje/badania dotyczące biologii, fizjologii czy behawioru ptaków w tym również gatunków obcych i inwazyjnych. Jest to oddzielny nurt, który traktuję jako pasję w swoim życiu. Wraz z podjęciem pracy na Wydziale Nauk o Zwierzętach podjęłam się realizacji zadań związanych z opracowaniem programu nauczania z hodowli ptaków ozdobnych, sokolnictwa (to w związku z pracą Koła Naukowego Aves) czy ornitologii – wymagają one ode mnie pracy w terenie. Prace w tym zakresie (dotyczące lęgów, rozrodu, fizjologii, chorób, relacji człowiek - ptak i innych) stały się przedmiotem wielu prac badawczych z udziałem studentów.

(Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. 5: A.9; A.13; D.13; D.1.5; D.1.7; D.1.8; D.1.16; D.1.21; D.1.22; D.1.24; D.1.25; D.1.27; D.1.28; D.1.29; D.1.30; D.1.31; D.1.32; D.1.33; D.1.40; D.1.41; D.1.43; D.1.53; D.1.54; D.1.55; D.1.56; D.1.57; D.1.58; D.1.59; D.1.60; D.1.61; D.1.62; D.1.63)

c. Sumaryczne zestawienie dorobku publikacyjnego

Tabela 1. Sumaryczne zestawienie **całkowitego dorobku** publikacyjnego **przed uzyskaniem stopnia doktora.**

Lp.	Rodzaj Publikacji	Liczba prac	Zgodnie z datą publikacji	
			Punty MNiSW	IF
1	Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	0	0	0
2	Monografie i publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie, o której mowa w punkcie II.A. (JCR)	5	24	Nie dotyczy
3	Doniesienia i abstrakty	9	Nie dotyczy	
4	Publikacje popularno-naukowe w czasopismach nie znajdujących się na liście MNiSW	15	Nie dotyczy	
5	Łącznie	29	24	0

Tabela 2. Sumaryczne zestawienie **całkowitego dorobku** publikacyjnego **po uzyskaniu stopnia doktora.**

Lp.	Rodzaj Publikacji	Liczba prac	Zgodnie z datą publikacji	
			Punty MNiSW	IF
1	Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) stanowiące główne osiągnięcie naukowe	Nie dotyczy	Nie dotyczy	Nie dotyczy
2	Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	19	495	22,595
3	Monografie i publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie, o której mowa w punkcie	58	245	Nie dotyczy

	II.A. (JCR)			
4	Doniesienia i abstrakty	44	Nie dotyczy	
5	Publikacje popularno-naukowe w czasopismach nie znajdujących się na liście MNiSW	59	Nie dotyczy	
6	Łącznie	180	740	22,595

Podsumowanie działalności naukowej

Całkowita liczba publikacji łącznie z listy A i B MNiSW: **82 (764 pkt. MNiSW)**

- liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora: **77 (740 pkt. MNiSW)**
- liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora z wyłączeniem prac stanowiących osiągnięcie naukowe: **78 (740 pkt. MNiSW)**

Liczba publikacji z listy Web of Science: **19 (495 pkt. MNiSW)**

- liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora: **19 (495 pkt. MNiSW)**
- liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora z wyłączeniem prac stanowiących osiągnięcie naukowe: **19 (495 pkt. MNiSW)**

Sumaryczny IF: **22,595**

- IF po uzyskaniu stopnia doktora: **22,595**
- IF po uzyskaniu stopnia doktora z wyłączeniem prac stanowiących osiągnięcia naukowe: **22,595**

Liczba cytowań i publikacji według bazy Web of Science: **69** (stan na dzień 11.03.2019)

Indeks Hirscha według bazy Web of Science: **4** (stan na dzień 11.03.2019)

Liczba publikacji z listy B MNiSW: **63 (269 pkt. MNiSW)**

→ liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora: **58 (245 pkt. MNiSW)**

Prace popularno-naukowe: **74** (59 po uzyskaniu stopnia doktora)

Doniesienia i abstrakty: **53** (44 po uzyskaniu stopnia doktora)

W **8** pracach oryginalnych z listy A MNiSW jestem pierwszą autorką odpowiedzialną za stworzenie koncepcji badań, dobór metod badawczych, realizację badań oraz opracowanie wyników. W **5** pracach oryginalnych z listy A MNiSW jestem drugą autorką. Natomiast w **8** pracach oryginalnych z listy A MNiSW jestem autorką korespondencyjną, przyjmując odpowiedzialność za wszystkie aspekty pracy, staranność i integralność każdej części pracy oraz korespondencję z recenzentami i wydawcą.

Po wyłączeniu prac z okresu przed uzyskaniem stopnia doktora (**24 pkt. MNiSW**) mój dorobek naukowy wynosi **740 pkt. MNiSW, IF 22,595**.

4. DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA

Pracę na stanowisku nauczyciela akademickiego podjęłam na Wydziale Nauk o Zwierzętach w kwietniu 2011 r.

W trakcie mojej działalności dydaktycznej uczestniczyłam w opracowaniu tematyki następujących przedmiotów realizowanych w języku polskim na następujących kierunkach: Zootechnika, Hodowla i Ochrona Zwierząt Towarzyszących i Dzikich, Bioinżynieria.

Zajęcia prowadzone na Wydziale Nauk o Zwierzętach w latach poprzednich

1. Ćwiczenia - **Hodowla drobiu** - studia stacjonarne na kierunku Zootechnika
2. Ćwiczenia - **Hodowla drobiu** - studia niestacjonarne na kierunku Zootechnika
3. Wykład i ćwiczenia - **Drobiarstwo** - studia niestacjonarne na kierunku Zootechnika
4. Wykład i ćwiczenia - **Rozród zwierząt gospodarskich** - studia stacjonarne na kierunku Zootechnika
5. Ćwiczenia - **Chów i hodowla zwierząt** - studia wieczorowe na kierunku Weterynaria
6. Ćwiczenia - **Podstawy produkcji zwierząt** - studia stacjonarne na kierunku Towaroznawstwo
7. Wykład i ćwiczenia - **Ornitologia** - studia stacjonarne na kierunku Zootechnika
8. Wykład - **Ergonomia i BHP** - studia stacjonarne na kierunku Zootechnika, Hodowla i Ochrona Zwierząt Towarzyszących i Dzikich, Bioinżynieria
9. Wykład i ćwiczenia - **Towaroznawstwo produktów pochodzenia zwierzęcego** - studia niestacjonarne na kierunku zootechnika - opracowanie technologii uboju kurcząt rzeźnych
10. Wykład i ćwiczenia - **Modyfikowanie wartości odżywczej produktów pochodzenia zwierzęcego** - studia stacjonarne na kierunku zootechnika - opracowanie wartości

odżywczej produktów pochodzących od drobiu mięsnego utrzymywanego w różnych systemach chowu

11. Wykład i ćwiczenia - Modyfikowanie wartości odżywczej produktów pochodzenia zwierzęcego - studia niestacjonarne na kierunku zootechnika - opracowanie wartości odżywczej produktów pochodzących od drobiu mięsnego utrzymywanego w różnych systemach chowu

12. Zwierzęta w agroturystyce - studia stacjonarne na kierunku Zootechnika

Zajęcia prowadzone na innych Wydziałach SGGW

13. Chów zwierząt dla Wydziału Rolnictwa i Biologii

14. Chów i hodowla zwierząt dla Wydziału Medycyny Weterynaryjnej

15. Podstawy produkcji zwierzęcej dla Wydziału Nauk o Żywieniu, kierunek Towaroznawstwo

W roku akademickim 2017/2018

W trakcie mojej działalności dydaktycznej uczestniczyłam w opracowaniu tematyki następujących przedmiotów realizowanych w języku polskim:

Zajęcia prowadzone dla Wydziału Nauk o Zwierzętach

1. Wykład i ćwiczenia - Analiza surowców pochodzenia zwierzęcego - studia stacjonarne na kierunku Bioinżynieria zwierząt

2. Wykład i ćwiczenia - Gatunki inwazyjne i konfliktowe - studia stacjonarne i niestacjonarne na kierunku HiOZTD

3. Wykład i ćwiczenia - Monitoring populacji - studia stacjonarne i niestacjonarne na kierunku HiOZTD

4. Wykład i ćwiczenia - Ornitologia - studia stacjonarne i niestacjonarne na kierunku HiOZTD - koordynator

5. Wykład i ćwiczenia - Ptaki ozdobne - hodowla i utrzymanie studia stacjonarne na kierunku zootechnika - opracowanie technologii uboju kurcząt rzeźnych

6. Wykład i ćwiczenia - Towaroznawstwo produktów pochodzenia zwierzęcego - studia niestacjonarne na kierunku zootechnika - opracowanie technologii uboju kurcząt rzeźnych

7. Sokolnictwo i ptaki naturowe- studia stacjonarne i niestacjonarne na kierunku Hodowla i Ochrona Zwierząt Towarzyszących i Dzikich

8. Wstęp do biologii i bioinżynierii - studia stacjonarne na kierunku Bioinżynieria

Uczestniczyłam w opracowaniu tematyki następujących przedmiotów realizowanych w języku angielskim na następujących kierunkach:

ZOOTECHNIKA

- a. Food Safety and Quality: Foods of Animal Origin, Kierunek Zootechnika, Studia stacjonarne II° (wykłady);
- b. Good farming practices for animal production food safety, Kierunek Zootechnika, Studia stacjonarne II° (wykłady).

HODOWLA I OCHRONA ZWIERZĄT TOWARZYSZĄCYCH I DZIKICH

- a. Good breeding practices, Kierunek Hodowla i Ochrona Zwierząt Towarzyszących i Dzikich, Studia niestacjonarne II° (wykłady).

STUDIA DOKTORANCKIE realizowane na Wydziale Nauk o Zwierzętach

- a. Quality of food of animal origin, Studia stacjonarne III° (wykłady).

Brałam również udział w przygotowaniu programów telewizyjnych:

1. Udział w audycjach w radio, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 Radio RDC, Radio ZET GOLD, TVN, POLSAT, TVP Warszawa - informacje dotyczące wystawy kur ozdobnych
2. Udział w audycji w radio - POLSKIE RADIO - audycja dla dzieci dotycząca życia ptaków
3. Udział w audycjach radiowych i telewizyjnych w okresie przed świętami Wielkanocy oraz Walentynek - audycje dotyczące zwyczajów ptaków
4. Organizacja programu o kurach DEFACTO - jak to działa, 2017

Prace na stanowisku nauczyciela akademickiego podjęłam w kwietniu 2011r i od tego momentu byłam promotorem **20 prac magisterskich i 48 prac inżynierskich. Wykonałam recenzje 24 prac magisterskich oraz 45 prac inżynierskich.**

Byłam opiekunką roku na studiach stacjonarnych I stopnia na kierunku Hodowla i Ochrona Zwierząt Towarzyszących i Dzikich, Wydział Nauk o Zwierzętach, SGGW w Warszawie - rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/15.

Jest założycielem i opiekun Koła Naukowego AVES od 2013 r. do chwili obecnej.

Tym samym prowadziłam liczne zajęcia dydaktyczne połączone z pokazami dotyczące popularyzacji wiedzy na temat sokolnictwa i prezentacji ptaków drapieżnych, wykonywałam pokazy sztuki sokolniczej, pokazy lotu ptaków drapieżnych, ponadto prowadziłam zajęcia dotyczące biologii kur ozdobnych.

Wykonałam recenzje artykułów naukowych dla następujących czasopism Electronic Journal of Polish Agricultural Universities - 2013 rok (1 praca), Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska - Sectio Zootechnica - 2014, 2015 (2prace), Journal of the Science of Food and Agriculture – 2017, Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition – 2017 I British Poultry Science – 2018rok

Jestem **promotorem pomocniczym 2. prac doktorskich** realizowanych na **Wydziale Nauk o Zwierzętach Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie:**

dr Agnieszki Wnuk-Gnich, temat pracy:

„Wpływ systemu utrzymania kurcząt wolno rosnących na wyniki produkcyjne i jakość mięsa” praca obroniona dnia: **15 stycznia 2016r.**

dr Natalii Mroczek-Sosnowskiej, temat pracy:

„Efekt nanocząstek miedzi i siarczynu miedzi podanych In ovo na wyniki produkcyjne, jakość mięsa i wybrane parametry krwi kurcząt brojlerów” praca obroniona dnia: **03 listopada 2016r.**

Uczestniczyłem w 9. szkoleniach podnoszących moje kwalifikacje zawodowe z zakresu hodowli zwierząt oraz analizy instrumentalnej, min: **Szkolenie dla osób odpowiedzialnych za planowanie procedur i doświadczeń oraz ich przeprowadzenie, czy System zarządzania w laboratorium i jego akredytacja.**

5. DZIAŁANOŚĆ ORGANIZACYJNA

Pełnione funkcje z wyboru lub powołania w SGGW:

1. Członek Rady Wydziału – od 2011 do chwili obecnej

2. Członek zespołu ds. oceny programów kształcenia na kierunku Hodowla i Ochrona Zwierząt Towarzyszących i Dzikich.
3. Członek Komisji Rekrutacyjnej – od 2011 do chwili obecnej
4. Członek Rady Programowej specjalności „Dzikie Zwierzęta” na studiach II stopnia
5. Członek komisji oceniającej blok tematyczny „Produkcja zwierzęca” w Olimpiadzie Wiedzy i Umiejętności Rolniczych, 2009, 2013-2014, 2018
6. Członek komisji egzaminacyjnej zaliczającej praktyki studenckie, 2013
7. Członek komisji przyznającej i rozliczającej projekty badawcze finansowane w ramach konkursu o granty wewnętrzne na prowadzenie badań naukowych służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich, 2012-2013

Jestem organizatorką lub współorganizatorką wydarzeń:

1. Dni SGGW (od 2009)
2. Zajęć dotyczących pracy naukowej prowadzonej na fermie drobiu RZD
3. Wystawy Kur Ozdobnych (od 1999r od 2003 na terenie SGGW)
4. Prezesem „Gallus Związku Hodowców Drobiu Rasowego w Polsce (od 2003r)
5. Konferencji „Świat Szponiastych Łowców” (od 2014r)
6. XXV Międzynarodowego Sympozjum Drobiarskiego PO WPSA, Zegrze k. Warszawy, 02.-04.09.2013
7. Przewodnicząca - Konferencji „Świat szponiastych łowców” SGGW 22.03.2014r.
8. Przewodnicząca - Konferencji „Świat szponiastych łowców” SGGW 11.04.2015r.
9. Przewodnicząca - Konferencji „Świat szponiastych łowców” SGGW 12.03.2016r.
10. Przewodnicząca - Konferencji „Świat szponiastych łowców” SGGW 11.03. 2017r.
11. Udział w Komitecie Naukowym, Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „NAUKA OKIEM MŁODEGO NAUKOWCA”, 10.03.2017r.
12. Udział w Komitecie Naukowym, II Konferencji Młodych Naukowców, SGGW, 25-26.05.2017r.
13. Udział w Komitecie Naukowym, Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „NAUKA OKIEM MŁODEGO NAUKOWCA”, 10.06.2017
14. Prowadzenie konkursu młodych badaczy im. Jerzego Będkowskiego w języku angielskim w ramach XXIX Międzynarodowego Sympozjum Drobiarskiego PO WPSA w Tarnowie Podgórnym, 18-20.09.2017

6. NAGRODY I WYRÓŻNIENIA

1. Nagroda Zespołowa II^o Rektora SGGW w Warszawie za osiągnięcia w dziedzinie badań naukowych - 1.10.2013
2. Dyplom uznania Rektora SGGW w Warszawie za osiągnięcia w dziedzinie badań naukowych - 1.10.2013
3. Nagroda Zespołowa III^o Rektora SGGW w Warszawie za osiągnięcia w dziedzinie badań naukowych - 1.10.2014
4. Nagroda Indywidualna III^o Rektora SGGW w Warszawie za osiągnięcia w dziedzinie dydaktycznej - 1.10.2017
5. Nagroda Zespołowa I^o Rektora SGGW w Warszawie za osiągnięcia naukowe 1.10.2018r.
6. Wyróżnienie dla nauczyciela akademickiego SGGW - 13.05.2013
7. Wyróżnienie dla nauczyciela akademickiego SGGW - 28.02.2014r.
8. Nagroda Mistrz Dydaktyki - w kategorii Mistrz Dydaktyki 24.05.2014
9. I nagroda Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego za pracę magisterską pt. „Biologia rozrodu sokoła wędrownego (*Falco peregrinus*) w warunkach hodowlanych” na najlepszą pracę magisterską z zakresu nauk zootechnicznych dla studentki mgr Karoliny Boruc (promotor Monika Łukasiewicz) wrzesień 2013

Monika Łukasiewicz

