
ZAŁĄCZNIK 2

Autoreferat
Opis Dorobku i Osiągnięć
Naukowych

Dr inż. Kamila Puppel

Zakład Hodowli Bydła
Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt
Wydział Nauk o Zwierzętach
Szkola Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie
ul. Nowoursynowska 161
02-787 Warszawa
Tel.: 535-053-224
e-mail: kamila_puppel@sggw.pl

Warszawa, 2019

SPIS TREŚCI

- I. Życiorys naukowy
- II. Działalność naukowa
 - a. Wykazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16. Ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr. 65, poz. 595 ze zmi.):
„Potencjał antyoksydacyjny mleka krów - czynniki ryzyka i ocena przydatności wybranych biomarkerów w nowoczesnej hodowli bydła mlecznego”
 - b. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych
 - c. Sumaryczne zestawienie dorobku publikacyjnego
- III. Działalność dydaktyczna
- IV. Działalność organizacyjna
- V. Nagrody i wyróżnienia

I. ŻYCIORYS NAUKOWY

a. DANE PERSONALNE

Imię i nazwisko: Kamila Puppel

Data urodzenia: 13.12.1980

Miejsce urodzenia: Warszawa

Miejsce pracy: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Zwierzętach
ul. Ciszewskiego 8
02-786 Warszawa

e-mail: e-mail: kamila_puppel@sggw.pl

b. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
tytuł magistra inżyniera zootechniki 28.07.2004

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie zootechnika
Praca doktorska pt.: „Wpływ dodatku oleju rybiego i nasion lnu na zawartość składników frakcji tłuszczowej i białkowej mleka krów” 11.10.2011

c. DOŚWIADCZENIE ZAWODOWE

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Zwierzętach, Zakład Hodowli Bydła
Adiunkt 2016 - obecnie

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Zwierzętach, Zakład Hodowli Bydła
Starszy referent - inżynierjno techniczny 2015 - 2016

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Zwierzętach, Zakład Hodowli Bydła
Pracownik naukowo-badawczy zatrudniony na umowę zlecenie w ramach realizacji projektu: NN311 558840 pt.: Zawartość składników biologicznie czynnych w mleku w trakcie pełnej laktacji w powiązaniu z parametrami biochemicznymi krwi wysokowydajnych krów rasy PHF. 2011 - 2014

II. 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.)

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl sześciu, powiązanych tematycznie, oryginalnych prac naukowych, opublikowanych w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports* (JCR) o łącznej punktacji **IF: 10,98** i **MNiSW: 190 pkt.**

1. Tytuł osiągnięcia naukowego:

„Potencjał antyoksydacyjny mleka krów - czynniki ryzyka i ocena przydatności wybranych biomarkerów w nowoczesnej hodowli bydła mlecznego”

2. Spis publikacji wchodzących w skład osiągnięcia (autorzy, rok wydania, tytuły publikacji, nazwa wydawnictwa):

P1. PUPPEL K., KAPUSTA A., KUCZYŃSKA B., 2015: The etiology of oxidative stress in the various species of animals, a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95: 2179-2184.

35 pkt. MNiSW, IF* 1,714; liczba cytowań: 14**

Opracowanie wyników oraz przygotowanie pracy do druku. Pełniłem funkcję autora korespondencyjnego. Udział własny w powstaniu publikacji szacuję na 70%.

P2. PUPPEL K., SAKOWSKI T., KUCZYŃSKA B., GRODKOWSKI G., GOŁĘBIEWSKI M., BARSZCZEWSKI J., WROBEL B., BUDZIŃSKI A., KAPUSTA A., BALCERAK M., 2017: Degrees of Antioxidant protection: A 2-Year Study of the Bioactive Properties of Organic Milk in Poland. *Journal of Food Science*, 82(2): 523-528.

30 pkt. MNiSW, IF: 1,815; liczba cytowań: 4

Udział w badaniach i współautorstwo: formułowanie problemu badawczego, opracowanie i interpretacja wyników oraz przygotowanie pracy do druku. Udział własny w powstaniu publikacji szacuję na 60%.

P3. PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., NAŁĘCZ-TARWACKA T., SAKOWSKI T., GOŁĘBIEWSKI M., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., BUDZIŃSKI A., GRODZKI H., 2014: Effect of fish oil and linseed supplementation on the protein composition of milk from cows with different β -lactoglobulin phenotype. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94:1253-1257.

35 pkt. MNiSW, IF: 1,714; liczba cytowań: 5

Udział w badaniach i współautorstwo: formułowanie problemu badawczego, opracowanie i interpretacja wyników oraz przygotowanie pracy do druku. Pełniłam funkcję autora korespondencyjnego. Udział własny w powstaniu publikacji szacuję na 70%.

P4. PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., NAŁĘCZ-TARWACKA T., GOŁĘBIEWSKI M., SAKOWSKI T., KAPUSTA A., BUDZIŃSKI A., BALCERAK M., 2016: Effect of supplementation of cows diet with linseed and fish oil and different variants of β -lactoglobulin on fatty acid composition and antioxidant capacity of milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 2240-2248.

35 pkt. MNiSW, IF: 2,463; liczba cytowań: 12

Udział w badaniach i współautorstwo: formułowanie problemu badawczego, opracowanie i interpretacja wyników oraz przygotowanie pracy do druku. Pełniłam funkcję autora korespondencyjnego. Udział własny w powstaniu publikacji szacuję na 70%.

P5. PUPPEL K., SOLARCZYK P., KUCZYŃSKA B., MADRAS-MAJEWSKA B., 2017: Oleic acid as a biomarker for early diagnosis of elevated blood levels of non-esterified fatty acids and β -hydroxybutyric acid in the early stages of lactation in high-yielding Polish Holstein cows. *Animal Science Papers and Reports*, 35 (4): 387-396.

25 pkt. MNiSW, IF: 0,718; liczba cytowań: 0

Udział w badaniach i współautorstwo: formułowanie problemu badawczego, opracowanie i interpretacja wyników oraz przygotowanie pracy do druku. Pełniłam funkcję autora korespondencyjnego. Udział własny w powstaniu publikacji szacuję na 70%.

P6. PUPPEL K., BOGUSZ E., GOŁĘBIEWSKI M., NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., SŁÓSZARZ J., BUDZIŃSKI A., SOLARCZYK P., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., PRZYSUCHA T., 2018: Effect of dairy cow crossbreeding on selected performance traits and technological quality of milk in first generation crossbreds. *Journal of Food Science*, 83(1): 229-236.

30 pkt. MNiSW, IF 1,815; liczba cytowań: 1

Udział w badaniach i współautorstwo: formułowanie problemu badawczego, opracowanie i interpretacja wyników oraz przygotowanie pracy do druku. Udział własny w powstaniu publikacji szacuję na 60%.

Oświadczenia współautorów przedstawionych powyżej prac naukowych (P1-P6) wraz z określeniem ich indywidualnego udziału wykazano w załączniku nr VI

*Współczynnik Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy

**Liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW zgodna z rokiem ukazania się pracy

3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Biomarkery to wskaźniki biologiczne, których badanie pozwala na jakościową lub ilościową ocenę różnych stanów, zjawisk, czy cech biologicznych [Kowalczyk i wsp., 2018]. W ujęciu molekularnym, pojęcie biomarkerów dotyczy cech, które można zmierzyć za pomocą technik stosowanych w genetyce, proteomice oraz analityce. W przypadku hodowli bydła mlecznego znajdują one zastosowanie nie tylko w doskonaleniu parametrów użytkowych mleka, ale również w diagnostyce schorzeń metabolicznych, czy ocenie stabilności produktu.

Kwasy tłuszczowe (FA) to nie tylko wyznacznik jakości prozdrowotnej mleka, ale również i jakości technologicznej. Należące do rodziny ω -3 kwasy C18:3 n-3, C20:5 n-3, C22:6 n-3 oraz C18:2 n-6, C18:3 n-6, C20:3 n-6 z rodziny ω -6, a także C18:2 *cis*-9 *trans*-11, odznaczają się potencjalnymi właściwościami antyoksydacyjnymi oraz antykancerogennymi, a tym samym pozwalają na utrzymanie w organizmie człowieka równowagi między substancjami utleniającymi, a przeciwutleniaczami. **Dlatego też ważne jest zbadanie źródeł zmienności FA w mleku, które obejmują system utrzymania, rodzaj hodowli oraz ukierunkowane żywienie zwierząt.** Synteza kwasów tłuszczowych to cykl ośmiu enzymów: syntazy acylo-CoA, karboksylazy acylo-CoA, acylotransferazy, syntazy oraz reduktazy ketoacylowej, dehydratazy hydroksyacylowej, reduktazy enoilowej, tioesterazy oraz nośnika acylowego [Bauman i Grinari, 2003]. Enzymy elongazy wydłużają łańcuchy węglowe, a desaturazy wytwarzają dodatkowe wiązania podwójne, co prowadzi do powstania kwasów tłuszczowych wielonienasyconych o długości łańcucha liczącej \geq C20. Kwasy C18:2 n-6 i C18:3 n-3 dają początek rodzinom kwasów odpowiednio ω -6 i ω -3. Dzięki przemianom zachodzącym w retikulum plazmatycznym z C18:2 n-6 powstaje C18:3 n-6, który jest wydłużony do C20:3 n-6, a następnie do C20:4 n-6. W podobnym procesie z C18:3 n-3 powstaje C20:5 n-3, który jest konwertowany przez enzym Δ -6 desaturazę do C20:2 n-6. Kwas C20:4 n-6 powstaje w wyniku desaturacji i elongacji C18:2 n-6, a C20:5 n-3 w wyniku desaturacji i elongacji C18:3 n-3. W obu przypadkach enzym Δ -6 desaturaza odgrywa kluczowe znaczenie [Bauman i wsp., 1999]. Kwas C20:5 n-3 jest antagonistą kompetencyjnym względem C20:4 n-6. W związku z tym, dawka pokarmowa krów zawierająca znaczne ilości C18:2 n-3 powoduje zahamowanie syntezy C20:4 n-6 i

przeniesienie aktywności enzymów elongazy i desaturazy w kierunku kwasów z rodziny ω -3 [Jelińska, 2005].

Wysoka koncentracja nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) jest cechą charakterystyczną mleka krowiego, ponad połowę wszystkich kwasów tłuszczowych stanowią kwasy o tej konfiguracji. Kwasy tłuszczowe posiadające od 4. do 14. atomów węgla powstają w gruczole mlekowym w wyniku syntezy LKT (z octanów i hydroksybutyrynianów). Natomiast kwas C16:0 w 50% jest syntetyzowany *de novo* z tych samych prekursorów, a źródło pozostałych 50% stanowią lipidy pochodzące z krwi. Zmniejszony udział kwasu octowego w stosunku do propionowego obniża syntezę *de novo* kwasów tłuszczowych. Kwasy tłuszczowe o długości łańcucha > C18 dostarczane w dawce pokarmowej krów powodują zmniejszenie produkcji kwasu octowego i β -hydroksymasłowego oraz ograniczenie aktywności acetylo-CoA, a tym samym obniżenie koncentracji nasyconych kwasów tłuszczowych. W świetle przeprowadzonych badań żywieniowych SFA są czynnikiem etiologicznym wielu chorób, m.in. wpływają negatywnie na układ sercowo - naczyniowy. Kwasy C12:0, C14:0 i C16:0 mają właściwości aterogeniczne, natomiast C14:0, C16:0 i C18:0 charakteryzują się właściwościami trombogenicznymi [Ulbricht i Soughate, 1990]. **Dlatego też dążenie do obniżenia poziomu SFA w mleku krów powinno stanowić jeden z głównych celów postawionych przy pracach nad modyfikowaniem tłuszczu mlekowego krów.**

Procesy utleniania negatywnie wpływają na kształtowanie się jakości mleka, powodują m.in. skrócenie okresu przydatności do spożycia, pogorszenie smaku i jakości odżywczej [Havemose i wsp., 2006]. Jednak utlenianie białka zachodzi niezależnie od utleniania lipidów. Havemose i wsp. [2004] wykazali, że wyższe stężenie przeciwutleniaczy jest w stanie przedłużyć opóźnioną fazę utleniania białka, a tym samym ograniczając tworzenie się dityrozyny. Dlatego też, aby poprawić właściwości odżywcze i funkcjonalne mleka niezbędne jest zwiększenie poziomu bioaktywnych składników o właściwościach antyoksydacyjnych. **W związku z powyższym, istnieje potrzeba monitorowania zmian oksydacyjnych, z wykorzystaniem odpowiednich markerów.**

Dobór osobników do kojarzeń, to obok selekcji równie istotny etap prowadzonej pracy hodowlanej [Kowalczyk i wsp., 2018]. W celu przyspieszenia postępu hodowlanego, klasyczna selekcja coraz częściej wypierana jest przez markery molekularne, m.in. gen β -laktoglobuliny, uznawany za marker genetyczny jakości

technologicznej mleka [Sitkowska i wsp., 2009]. Frakcja białkowa mleka krowiego składa się z 6. głównych białek, do których zaliczyć należy: α -laktoalbuminę, β -laktoglobulinę, frakcję α S1-, α S2-, β - i κ -kazeiny. Stanowią one ok. 90% ogólnej zawartości białka całkowitego. Biosynteza białek determinowana jest przez pojedynczy *locus*. Gen α -laktoalbuminy zlokalizowany jest u bydła na 5. chromosomie, a β -laktoglobuliny na chromosomie 11. Natomiast regulacja syntezy laktoferyny zależy od rodzaju komórek wytwarzających to białko. Ilość laktoferyny zsyntetyzowanej w gruczole mlekowym jest kontrolowana przez prolaktynę [Green i Pastewka, 1978], podczas gdy jej produkcja w tkankach rozrodczych regulowana jest przez estrogeny [Pentecost i Teng, 1987; Walmer i wsp., 1992; Teng i wsp., 2002]. Polimorfizm β -laktoglobuliny warunkuje seria kodominujących alleli. Najczęściej identyfikowane są jej trzy warianty: AA, AB i BB [Barłowska, 2003; Mohammadi i wsp., 2013]. Wariant A β -LG różni się od wariantu B umiejscowieniem 2. aminokwasów: asparginy w pozycji 64. i waliny w pozycji 118., gdzie w przypadku wariantu B aminokwasy te zastąpione są odpowiednio przez glicynę i alaninę. Wolanciuk [2015] wykazała, że u rasy HF odmiany czarno-białej najwyższa frekwencja występuje u heterozygot AB (44,44%), a najmniej liczną grupę tworzą homozygoty AA (25,4%), przy frekwencji wynoszącej odpowiednio dla allelu A i B: 0,48 i 0,52. Wyniki przeprowadzonych badań pod względem polimorfizmu β -LG wskazały na ponad dwukrotnie większy udział w badanej populacji heterozygot β -LG_{AB} (0,47), niż homozygot β -LG_{AA} (0,24) i β -LG_{BB} (0,29) – a więc promowanie wśród hodowców allelu B β -LG, jako wyznacznika jakości technologicznej mleka. Należy podkreślić, że badanie związku markerów genetycznych z cechami użytkowymi ma nie tylko znaczenie teoretyczne, ale również aplikacyjne. **Nie należy jednak zapominać o interakcji genotyp-środowisko, ponieważ ona również w istotny sposób kształtuje jakość mleka.**

Poważnym problemem pojawiającym się w hodowli bydła mlecznego są schorzenia metaboliczne, m.in.: ketoza, porażenie poporodowe, podkliniczna oraz kliniczna kwasica, czy przemieszczenie trawieńca [Gołębiewski, 2017]. Ketoza jest jedną z najczęstszych chorób przemiany materii u bydła [Oetzel, 2007; Van der Drift i wsp., 2012]. Ciała ketonowe to grupa związków organicznych będących pośrednimi metabolitami tłuszczu. Należą do nich aceton (powstały w wyniku spontanicznej dekarboksylacji acetoctanu), kwas acetoctowy (w postaci anionu-acetoctanu) i kwas β -hydroksymasłowy (w postaci aniono- β -hydroksymasłanu; BHBA). W celu opanowania

„głodu energetycznego” organizm krowy uwalnia zapasy zgromadzone w postaci tkanki tłuszczowej (lipoliza), zwiększając strumień wolnych kwasów tłuszczowych (NEFA) wpływających do wątroby. Nadmiar NEFA i niedobór glukozy prowadzi do zablokowania metabolicznego szlaku spalania tłuszczu [Puppel i Kuczyńska, 2016]. W tej sytuacji część kwasów tłuszczowych ulega estryfikacji, odkładając się w postaci tłuszczu w wątrobie, a część zostaje przekształcona w ciała ketonowe, które kumulowane są we krwi. Jako narzędzia diagnostyczne najczęściej stosowane są oznaczenia następujących metabolitów we krwi: NEFA: 0,25-0,6 mmol/L poziom optymalny, poziom $\geq 0,6$ mmol/L świadczy o ketozie; BHBA: 0,51-1,2 mmol/L poziom optymalny, poziom $\geq 1,2$ mmol/L świadczy o ketozie. Podczas ketogenezy dochodzi do mitochondrialnego β -utleniania długołańcuchowych kwasów tłuszczowych w wątrobie. Kwasy te są transportowane do mitochondriów za pośrednictwem palmitoilotransferazy karnitynowej, która jest regulowana przez stężenie malonylo-CoA [Foster, 2012]. Pierwszy etap ketogenezy polega na kondensacji dwóch cząsteczek acetylo-CoA z utworzeniem acetoacetyl-CoA. Trzecia cząsteczka acetylo-CoA jest przyłączona do 3-hydroksy-3-metyloglytarylo-CoA (HMG-CoA) przez mitochondrialną syntetazę HMG-CoA. Następnie HMG-CoA przekształca się w acetylooctan za pomocą liazы HMG-CoA. Z kolei acetoctan redukowany jest do kwasu β -hydroksymasłowego przez dehydrogenazę β -hydroksymasłanową zależną od NADH [Grabacka i wsp., 2016]. Wysokie stężenia ciał ketonowych zmniejszają szybkość β -utleniania kwasów tłuszczowych. Zmniejszona ekspresja dehydrogenazy 3-hydroksyacyl-CoA typu-2, spowodowana wysokim stężeniem acetylo-CoA w komórkach wątrobowych, powoduje zmniejszenie β -oksydacji kwasów tłuszczowych [Xu i wsp., 2008]. Ponadto wysoki poziom BHBA oraz NEFA indukuje stres oksydacyjny oraz apoptozę [Walsh i wsp., 2007; Ospina i wsp., 2010]. Dysproporcja między genetycznie określoną zdolnością do wysokiej produkcji mleka u krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej, a ograniczone pokrycie zapotrzebowania energetycznego może być przyczyną występowania zaburzeń metabolicznych. Negatywny bilans energetyczny wpływa na równowagę hormonalną organizmu oraz funkcjonowanie narządów, i pojawia się w trakcie tzw. „okresów przejściowych”. Termin „przejście” używany jest w celu podkreślenia stopnia zmian fizjologicznych oraz metabolicznych zachodzących w organizmie krowy. Należy podkreślić, że sposób w jaki są one diagnozowane i wykrywane jest niezwykle ważny, ponieważ są ściśle związane z wystąpieniem zmian chorobowych, a w dalszej kolejności z kształtowaniem się parametrów użytkowych mleka i wskaźników rozrodu – a więc czynnikami, które znacząco kształtują opłacalność

produkcji. **W związku z powyższym istotna jest diagnostyka ketozy, ponieważ jej szybkie wykrycie zmniejsza ryzyko wystąpienia pozostałych zaburzeń metabolicznych.**

W prowadzonej pracy hodowlanej zdarza się, że mimo uzyskanego postępu fenotypowego poprawa jednej cechy może pociągać za sobą pogorszenie drugiej. Może to wynikać z faktu wystąpienia ujemnej korelacji genetycznej, albo/lub depresji inbredowej, będącej efektem kojarzeń krewniaczych. W przypadku bydła mlecznego, szczególnie rasy holsztyńsko-fryzyjskiej, wzrost poziomu inbredu związany jest nie tylko z podwyższeniem śmiertelności nowourodzonych cieląt, ale ma również duży wpływ na ilość i jakość pozyskiwanego mleka, oraz obniża poziom wskaźników rozrodu [Heins i Hansen, 2012; Buckley i wsp., 2014]. Wzrastający poziom inbredu nie pozwala w pełni wykorzystać efektu postępu hodowlanego. Dlatego też doskonałą alternatywą staje się krzyżowanie międzyrasowe, ponieważ wydłuża długość użytkowania zwierząt, poprawia parametry rozrodu oraz ogranicza występowanie zaburzeń metabolicznych [Lucy, 2001; Weigel i Barlass, 2003; Funk, 2006; Heins i wsp., 2010; Kądrowska i Gołębiowski, 2013; Buckley i wsp., 2014; Dezetter i wsp., 2015]. Ponadto, stały wzrost zimbredowania populacji holsztyńsko-fryzyjskiej (około +0,2% rocznie) wskazuje, że krzyżowanie międzyrasowe w przyszłości będzie niezbędne dla większości producentów mleka na świecie. **Należy jednak podkreślić, że efekt heterozji jest przeciwstawny do skutków depresji inbredowej, pod warunkiem odpowiedniego doboru ras do rozrodu.**

W ciągu ostatnich 50 lat odnotowano duży postęp produkcyjny i genetyczny w hodowli bydła mlecznego, a uzyskanie wydajności sięgającej powyżej 9000 kg mleka za laktację nie stanowi problemu. Jednakże prowadzona praca hodowlana wpłynęła negatywnie na zdrowie zwierząt, czy kształtowanie się jakości mleka. Zatem przed hodowcami bydła mlecznego pojawiły się nowe wyzwania, związane z inbreдем, schorzeniami metabolicznymi krów, czy ogólną krytyką dotyczącą mleka m.in. z wysoką zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych. Dlatego też, wyznaczenie nowych celów hodowlanych jest bardzo potrzebne, a podstawowym rozwiązaniem jest "przedefiniowanie hodowli". Nowoczesna hodowla powinna być ukierunkowana na jakość produktu, zdrowotność i dobrostan zwierząt, ponieważ to gwarantuje opłacalność produkcji.

Mając na uwadze powyższe określono następujące cele naukowe:

- Określenie zmian w stopniu ochrony antyoksydacyjnej mleka krów rasy polskiej holszyńsko-fryzyjskiej, oraz wybranie markerów obrazujących te zmiany.
- Zbadanie źródeł zmienności kwasów tłuszczowych w mleku, które obejmują genetykę populacji, system produkcji oraz ukierunkowane żywienie zwierząt.
- Poprawa dobrostanu krów rasy polskiej holszyńsko-fryzyjskiej, poprzez wybranie markera szybkiego diagnozowania schorzeń metabolicznych, bez konieczności analizowania próbek krwi.
- Określenie, które rasy są komplementarne przy krzyżowaniu międzyrasowym. Ponadto określenie, który układ genotypowy poprawia parametry użytkowe, technologiczne oraz potencjał antyoksydacyjny mleka.

Opisane zagadnienia związane bezpośrednio z analizą jakości mleka oraz hodowlą bydła mlecznego mają charakter zarówno badań podstawowych, jak i aplikacyjnych i zostały przedstawione w sześciu poniższych oryginalnych pracach naukowych będących przedmiotem osiągnięcia naukowego 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.) pt: **„Potencjał antyoksydacyjny mleka krów - czynniki ryzyka i ocena przydatności wybranych biomarkerów w nowoczesnej hodowli bydła mlecznego”**:

P1. PUPPEL K., KAPUSTA A., KUCZYŃSKA B., 2015: The etiology of oxidative stress in the various species of animals, a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95: 2179-2184.

Stres oksydacyjny u krów mlecznych jest konsekwencją braku równowagi między oksydantami, a biologiczną zdolnością do szybkiej detoksykacji reaktywnych produktów pośrednich, lub naprawy wyrządzonych szkód w komórkach organizmu [Sies, 1997]. Właściwości przeciwutleniające mleka wynikają z obecności enzymów antyoksydacyjnych, m.in.: dysmutazy nadtlenkowej, peroksydazy glutationowej selenozależnej, reduktazy glutationowej, oraz laktoferyny, kazeiny, laktoperoksydazy, β -laktoglobuliny, C18:2 *cis*-9 *trans*-11, oraz kwasów tłuszczowych z rodziny ω -3. Z kolei typowe antyutleniacze egzogenne - dostarczane wraz z pożywieniem lub w postaci specjalnie dobranych suplementów to: α -retinol, α -tokoferol oraz karotenoidy. Głównym źródłem α -retinolu, α -tokoferolu oraz β -karotenu w tłuszczu mlekowym jest pasza, dlatego też ukierunkowane żywienie powoduje zwiększenie poziomu antyoksydantów egzogennych [Puppel i wsp., 2013]. β -karoten przejawia właściwości antyoksydacyjne, wygasza działanie wolnych rodników w wyniku przenoszenia wolnych elektronów lub poprzez tworzenie z nimi aduktów [Sies i wsp., 1995]. Ponadto β -karoten nie traci aktywności antyoksydacyjnej poprzez degradację do produktów o długim łańcuchu rozpadu [Mueller i Volker, 2011]. Innym ważnym przeciwutleniaczem w mleku jest α -tokoferol, którego aktywność zapobiega peroksydacji lipidów, poprzez wychwytywanie tlenu singletowego, rodników hydroksylowych oraz utlenianie cholesterolu LDL [Diplock, 1981; Bendich, 1990; Chew i wsp., 1993].

Można wyróżnić cztery główne grupy czynników stresogennych: fizyczne, chemiczne, biologiczne i psychologiczne. Biologiczne czynniki stresogenne uwarunkowane są błędami popełnianymi w trakcie układania dawek pokarmowych, oraz ich złym zbilansowaniem. Wskazuje się przy tym na bezpośredni związek między nadmiarem wolnych rodników, a obniżeniem odporności zwierząt i ich podatnością na choroby. **Mając na uwadze powyższe, zwiększenie poziomu antyoksydantów jest korzystne z punktu widzenia dobrostanu zwierząt i kształtowania się jakości potencjału antyoksydacyjnego mleka.**

P2. PUPPEL K., SAKOWSKI T., KUCZYNSKA B., GRODKOWSKI G., GOŁEBIEWSKI M., BARSZCZEWSKI J., WROBEL B., BUDZINSKI A., KAPUSTA A., BALCERAK M., 2017: Degrees of Antioxidant protection: A 2-Year Study of the Bioactive Properties of Organic Milk in Poland. *Journal of Food Science*, 82(2): 523-528.

WPROWADZENIE, CEL NAUKOWY I ZAKRES BADAŃ

Stosunek molowy między przeciwutleniaczami, a utleniaczami służy do oceny stopnia ochrony antyoksydacyjnej (DAP) [Pizzoferrato i wsp., 2007]. Produkty utleniania cholesterolu spożywane w ramach naszej diety są głównym czynnikiem etiologicznym chorób układu krążenia i miażdżycy [Leonarduzzi i wsp., 2002]. Należy podkreślić, że negatywne oddziaływanie cholesterolu uzależnione jest od stopnia ochrony antyoksydacyjnej danego produktu [Cannas i wsp., 2008].

Celem doświadczenia było określenie zmian w stopniu ochrony antyoksydacyjnej mleka krów rasy PHF w ekologicznym systemie produkcji w zależności od sezonu żywienia i zastosowanej dawki pokarmowej. Jak również potwierdzenie hipotezy, że TAS oraz DAP mogą być uznawane za markery diagnozowania zmian o charakterze antyoksydacyjnym. Należy podkreślić, że wskaźnik DAP został po raz pierwszy użyty w prezentowanym doświadczeniu, jako parametr obrazujący zmiany antyoksydacyjne mleka krów rasy PHF.

Materiał do badań stanowiło 800. próbek mleka pobranych od krów rasy PHF w trakcie dwóch sezonów żywienia: PS- sezon pastwiskowy oraz IDS- sezon zimowy. Dodatkowo w trakcie sezonu letniego wprowadzona została grupa PSCG- gdzie krowy oprócz pastwiska otrzymywały 4 kg/d kiszzonego ziarna kukurydzy.

OTRZYMANE WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Najniższa koncentracja α - tokoferolu wykazana została w IDS, a najwyższa w PSCG. Podobna zależność odnotowana została w przypadku kształtowania się poziomu α -retinolu. Koncentracja β -karotenu w mleku była niższa w IDS i PSCG, w porównaniu z PS (0,34 vs. 0,82 vs. 0,94 mg/L). Dane uzyskane dla IDS (stężenie: α -retinolu, α -tokoferolu, β -karotenu oraz poziom DAP) wykazały najniższe wartości, w porównaniu z PS i PSCG. Badania wykazały wysoko istotne statystycznie różnice w kształtowaniu się poziomu w/w witamin i DAP między IDS i PSCG.

Laktoferyna w mleku odgrywa kluczową rolę w mechanizmie obronnym gruczołu mlekowego w okresie laktacji. Wysokie stężenie laktoferyny w mleku ekologicznym wskazuje na rolę potencjalnego środka antymikrobiologicznego w surowcu [Kuczyńska i

wsp., 2012]. Zmiany w zawartości lizozymu i laktoferyny, ze względu grupę żywieniową przedstawiały się następująco: IDS > PS > PSCG. Wykazano statystycznie istotne różnice w kształtowaniu się zawartości laktoferyny i lizozymu między grupami.

Mleko pochodzące od krów wypasanych na pastwisku charakteryzowało się wyższym stężeniem ω -3 FA i C18:2 *cis*-9 *trans*-11, w porównaniu z mlekiem krów, które miały ograniczony dostęp do pastwiska, a dawka pokarmowa zbilansowana była w oparciu o kiszonki. Podczas, gdy średnia zawartość tłuszczu była zbliżona w PS i PSCG, poziom kwasów tłuszczowych ω -3 był wyraźnie wyższy w PSCG. Wykazana tendencja wykazana została również w przypadku sumy CLA (C18:2 *cis*-9 *trans*-11 + C18:2 *trans*-10 *cis*-12). Dlatego też można stwierdzić, że wyższe poziomy MUFA i PUFA w mleku PS i PSCG były efektem zwiększonej podaży PUFA, redukcji biowodornienia w żwaczu i zwiększonej aktywności enzymu Δ -9 desaturazy. Badania wykazały, że zawartość MUFA w tłuszczu mlekowym była skorelowana z PUFA, a w mniejszym stopniu zależna od podaży jednonienasyconych kwasów tłuszczowych.

Całkowity status antyoksydacyjny (TAS) umożliwia określenie poziomu związków przeciwutleniających w mleku, jak również ogólnego stanu systemu, który zapobiega procesowi utleniania [Kapusta i wsp., 2018]. TAS wykazywał następującą tendencję w mleku: IDS < PS < PSCG.

Peroksydacja lipidów jest wolnorodnikowym procesem utleniania wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (zwiększenie poziomu UFA w mleku może stymulować powstawanie tego procesu), i bierze swój początek w fosfolipidach, które najbogatsze są w PUFA [Puppel i wsp., 2013b]. W mleku związki przeciwutleniające to α -tokoferol i β -karoten, a docelową cząsteczką utleniającą jest cholesterol. DAP wykazał następującą tendencję w mleku: IDS < PS < PSCG.

OMÓWIENIE WYKORZYSTANIA WYNIKÓW

Uzyskane wyniki wskazują, że uzupełnienie dawki pokarmowej o kiszzone ziarno kukurydzy poprawiło zdolność antyoksydacyjną i stopień ochrony antyoksydacyjnej. Wartości DAP i TAS były na najwyższym poziomie, gdy pastwisko stanowiło podstawę żywienia krów. Jednakże, wykazano, że dodatek kiszzonego ziarna kukurydzy wpływa na zwiększenie stopnia ochrony antyoksydacyjnej. Dlatego też, żywienie letnie w ekologicznym systemie produkcji powinno uwzględniać również dodatki energetyczne. Wyższe wartości DAP i TAS oznaczają większą stabilność produktu, i możliwość przedłużenia opóźnionej fazy utleniania białka, a tym samym

możliwe jest opóźnienie tworzenia się dityrozyny. Peroksydacja lipidów prowadzi do niekorzystnych zmian wartości odżywczej mleka, a wyższy poziom zarówno stopnia ochrony antyoksydacyjnej, jak i całkowitego potencjału antyoksydacyjnego zapewniają lepszą stabilność i jakość produktu. **Dlatego DAP i TAS powinny być traktowane jako biomarkery zmian antyoksydacyjnych mleka.**

P3. PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., NAŁĘCZ-TARWACKA T., SAKOWSKI T., GOŁĘBIEWSKI M., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., BUDZIŃSKI A., GRODZKI H., 2014: Effect of fish oil and linseed supplementation on the protein composition of milk from cows with different β -lactoglobulin phenotype. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94: 1253-1257.

WPROWADZENIE, CEL NAUKOWY I ZAKRES BADAŃ

Wyniki badań dotyczące polimorfizmu białek mleka coraz częściej wprowadza się do pracy hodowlanej, jako dodatkowe parametry selekcyjne. Dotyczy to przede wszystkim wariantów genetycznych dwóch genów: κ -kazeiny i β -laktoglobuliny (β -LG). Badania wykazały, że mleko pozyskiwane od krów o genotypie BB i AB, w porównaniu z krowami o genotypie AA, odznacza się krótszym o 10-30% czasem koagulacji oraz większą o 20-100% zwięzłością powstałego skrzepu.

Problem bilansowania energii w dawce pokarmowej dla wysokowydajnych krów rasy PHF związany jest z obniżeniem pobrania suchej masy w początkowej fazie laktacji. Zaistniała sytuacja wymusza na hodowcach podniesienie poziomu energii w dawce pokarmowej, a najprostszym rozwiązaniem jest stosowanie tłuszczu chronionego. Dodatki tłuszczowe stanowiące >3% s.m dawki mogą powodować zaburzenia w trawieniu żwaczowym włókna i syntezy mikrobiologicznej białka. Jednakże udział w dawce < 3% s.m. zmniejsza ryzyko wystąpienia zaburzeń metabolicznych, oraz poprawia gospodarkę hormonalną. Efekt lipidowej suplementacji na zawartość poszczególnych składników frakcji białkowej nie jest tak dobrze poznany i opisany, jak w przypadku frakcji tłuszczowej mleka krowiego. Casper i wsp. [1990] oraz Kim i wsp. [1990] wykazali, że dodatki tłuszczowe wprowadzone do diety krów mogą wpływać na obniżenie koncentracji białka ogólnego w mleku.

Celem doświadczenia było określenie wpływu interakcji genu β -laktoglobuliny x dawka pokarmowa na kształtowanie się poziomu frakcji białkowej mleka krowiego. Należy podkreślić, że określenie wpływu interakcji genu β -laktoglobuliny i zastosowanej dawki pokarmowej (mieszanina oleju rybiego i nasion lnu)

na kształtowanie się profilu białkowego jest nowym zagadnieniem stanowiącym doskonale uzupełnienie istniejącego stanu wiedzy. Dodatkowo tematyka związana z określeniem wpływu dodatków tłuszczowych na kształtowanie się profilu białkowego nie była wcześniej podejmowana przez inne zespoły badawcze.

Doświadczenie przeprowadzono na 60. krowach rasy PHF. Wyselekcjonowane ze stada podstawowego krowy znajdowały się w zbliżonym przedziale wiekowym (wieloródki- 2. laktacja), charakteryzowały się podobną wydajnością ($21,5 \pm 2,5$ kg) i fazą laktacji (110 ± 21 d). Dodatkowym kryterium przy wyborze krów do doświadczenia była polimorficzna forma β -LG. Na potrzeby doświadczenia stworzono 3. grupy po 20 krów, ze względu na posiadaną polimorficzną formę β -LG: AA, AB, BB.

Doświadczenie żywieniowe podzielone zostało na dwa okresy: wstępny (trwający 7. dni, podczas którego wprowadzana była stopniowo suplementacja dodatkami tłuszczowymi) oraz właściwy - trwający 21. dni, podczas którego, każdej krowie indywidualnie podawane były suplementy (FOL) w postaci oleju rybiego – 150 g/dzień/szt. i nasion lnu – 250 g/dzień/szt. (razem wymieszane). Próbkę mleka pobierano 2-dwukrotnie: w pierwszym dniu eksperymentu (próba kontrolna CTL) i po 21. dniach suplementacji.

OTRZYMANE WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badania wykazały negatywny wpływ zastosowanej suplementacji na kształtowanie się poziomu kazeiny, indeksu kazeinowego i liczby kazeinowej. Odwrotna zależność wykazana została w przypadku kształtowania się koncentracji lizozymu i laktoferyny. W pobraniu kontrolnym stężenie lizozymu wynosiło $6,8 \mu\text{g/L}$, ale po 21. dniach suplementacji uległo podwyższeniu o 144%, do poziomu $16,6 \mu\text{g/L}$. W przypadku laktoferyny wykazany został wzrost koncentracji o 45,5% w porównaniu z pobraniem kontrolnym.

Badania wykazały, że wariant β -LG_{BB} po 21. dniowym okresie suplementacji FOL związany był z najwyższą liczbą kazeinową oraz koncentracją kazeiny. Również w przypadku wariantu β -LG_{BB} wykazana została najwyższa koncentracja α -laktoalbuminy (wyższy poziom 5,3% niż β -LG_{AA} i o 22,6% niż β -LG_{AB}). Występowały również różnice w kształtowaniu się liczby komórek somatycznych (LKS) ze względu na polimorficzną formę β -LG. Najwyższa jakość cytologiczna mleka wykazana została w przypadku krów posiadających wariant β -LG_{BB} (o 33,3% niższy poziom w porównaniu z wariantem β -LG_{AA} i o 51,6% z β -LG_{AB}).

Laktoferyna (LF) jest najważniejszym białkiem serwatkowym mleka krowiego, posiada wiele funkcji, jednak główna jej rola związana jest z naturalnym systemem obronnym organizmu [Yoo i wsp., 1997; Madureira i wsp., 2007]. Najwyższy poziom LF po 21. dniowym okresie suplementacji FOL wykazano w mleku krów posiadających genotyp β -LG_{BB} (wyższy poziom o 44,8 % w porównaniu z wariantem β -LG_{AA} i o 76,4 % z β -LG_{AB}).

Lizozym (LZ) jest jednym z najważniejszych komponentów nieswoistych mechanizmów immunologicznych [Aimutis, 2004]. Charakteryzuje się on właściwościami bakteriobójczymi: powoduje lizę czyli uszkodzenie ścian komórkowych bakterii Gram (+) tj. *Pseudomonas fluorescens*, *Cl. butyricum*, *Cl. tyrobutyricum*, *Micrococcus*, *Bacillus cereus*, *Str. faecalis* i częściowo bakterii Gram (-). Przecinając wiązanie 1,4-glikozydowe między kwasem N-acetylmuraminowym i N-acetyloglukozaminą pobudza w ten sposób komórki do produkcji interferonu, ponadto obniża poziom wolnych rodników [Kuczyńska i wsp., 2012]. Wariant β -LG_{AB} po 21. dniowym okresie suplementacji FOL związany był z najwyższą koncentracją LZ: wykazano wyższy poziom o 17,9% w porównaniu z genotypem β -LG_{AA} i o 48,06 % z β -LG_{BB}.

OMÓWIENIE WYKORZYSTANIA WYNIKÓW

Suplementacja mieszaniną oleju rybiego i nasion lnu miała pozytywny wpływ na kształtowanie się poziomu białek serwatkowych w mleku krowim po 21. dniowym okresie suplementacji. Należy podkreślić, że stężenia LZ i LF uległy podwyższeniu, odpowiednio o 144% i 45,5%, w stosunku do poziomów kontrolnych. Koncentracja laktoferyny, α -laktoalbuminy i bydlęcej albuminy serum była istotnie wyższa w mleku krów posiadających wariant β -LG_{BB}, w porównaniu z wartościami uzyskanymi dla wariantów β -LG_{AA} i β -LG_{AB}. **Wykazano, że fenotypowy efekt oddziaływania β -LG na wydajność i poziom bioaktywnych składników frakcji białkowej jest zmienny i uzależniony od interakcji β -LG x dawka pokarmowa. Wykazano negatywny wpływ zastosowanej suplementacji na kształtowanie się poziomu kazeiny, indeksu kazeinowego i liczby kazeinowej, a więc parametrów kształtujących jakość technologiczną mleka. Dodatkowo β -LG to nie tylko wyznacznik jakości technologicznej mleka, jest to również czynnik kształtujący poziom bioaktywnych składników frakcji białkowej mleka krów rasy PHF.**

P4. PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., NAŁĘCZ-TARWACKA T., GOŁĘBIEWSKI M., SAKOWSKI T., KAPUSTA A., BUDZIŃSKI A., BALCERAK M., 2016: Effect of supplementation of cows diet with linseed and fish oil and different variants of β -lactoglobulin on fatty acid composition and antioxidant capacity of milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 2240-2248.

WPROWADZENIE, CEL NAUKOWY I ZAKRES BADAŃ

Interakcje obserwuje się, gdy pewne wartości fenotypowe objawiają się tylko i wyłącznie w sytuacji występowania ściśle określonych warunków środowiskowych. Dlatego też należy uwzględnić interakcje między polimorficzną formą β -laktoglobuliny a zastosowaną dawką pokarmową w żywieniu krów mlecznych, tak aby określić w sposób prawidłowy zmiany zachodzące w składzie chemicznym mleka.

Celem doświadczenia było określenie wpływu interakcji β -laktoglobuliny x dawka pokarmowa na kształtowanie się potencjału antyoksydacyjnego mleka. Należy podkreślić, że określenie wpływu interakcji genu β -laktoglobuliny i zastosowanej dawki pokarmowej (mieszanina oleju rybiego i nasion lnu) na kształtowanie się potencjału antyoksydacyjnego mleka jest nowym zagadnieniem stanowiącym doskonałe uzupełnienie istniejącego stanu wiedzy.

Doświadczenie przeprowadzono na 30. krowach rasy PHF. Wyselekcjonowane ze stada podstawowego krowy znajdowały się w zbliżonym przedziale wiekowym (wieloródki- 2. laktacja), charakteryzowały się podobną wydajnością ($21,1 \pm 1,5$ kg) i fazą laktacji (170 ± 28 d). Dodatkowym kryterium przy wyborze krów do doświadczenia była polimorficzna forma β -LG. Na potrzeby doświadczenia stworzono 3. grupy po 10 krów, ze względu na posiadaną polimorficzną formę β -LG: AA, AB, BB.

Doświadczenie żywieniowe podzielone zostało na dwa okresy: wstępny (trwający 7. dni, podczas którego wprowadzana była stopniowo suplementacja dodatkami tłuszczowymi) oraz właściwy - trwający 21. dni, podczas którego, każdej krowie indywidualnie podawane były suplementy (FOL) w postaci oleju rybiego – 150 g/dzień/szt. i nasion lnu – 250 g/dzień/szt. (razem wymieszane). Próbkę mleka pobierano 2-dwukrotnie: w pierwszym dniu eksperymentu (próba kontrolna CTL) i po 21. dniach suplementacji.

OTRZYMANE WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wykazano, że koncentracja: C18:1 *trans*-11, C18:1 *cis*-9, C18:2 *cis*-9 *trans*-11, C18:2 *trans*-10 *cis*-12, C20:5 n-3 w tłuszczu mlekowym po 21. dniowym okresie suplementacji ze względu na polimorficzną formę β -LG przedstawiała się następująco:

β -LG_{BB} > β -LG_{AA} > β -LG_{AB}. Wariant β -LG_{BB} związany był z najwyższą koncentracją kwasu C18:1 *trans*-11: o 230% wyższy poziom w porównaniu z β -LG_{AA} i o 284% z β -LG_{AB}.

Zmiany w zawartości C14:0 oraz C16:0, jak również wskaźników AI i TI w tłuszczu mlekowym po 21. dniowym okresie suplementacji ze względu na polimorficzną formę β -LG przedstawiały się następująco: β -LG_{AA} < β -LG_{AB} < β -LG_{BB}.

Badania wykazały, że wariant β -LG_{AA} związany był z redukcją nasycenia kwasów tłuszczowych. Ponadto, allel B β -LG związany był z wyższą koncentracją kwasów tłuszczowych syntetyzowanych *de novo* (C14:0, C16:0, C16:1), oraz niższym poziomem C18:0 i C18:2 n-6. Obniżona zdolność do transportu i metabolizmu kwasów C18:0 i C18:2 n-6, jak również zdolność do reagowania na większą podaż tłuszczu dostarczanego w diecie w postaci suplementów była związana z allelem B β -LG. Natomiast u krów z allelem A badania wykazały znacznie niższą koncentrację kwasów syntetyzowanych *de novo*, co świadczy o tym, że energia potrzebna do syntezy tych kwasów tłuszczowych przeniesiona była w kierunku syntezy laktozy i białka ogólnego. Dlatego też, mleko krów z allelem A β -LG charakteryzowało się wyższą koncentracją tych składników.

Badania wykazały, że po 21. dniowym okresie suplementacji wariant β -LG_{AB} związany był z najwyższą koncentracją: witaminy A (o 45% wyższy poziom w porównaniu z wariantem β -LG_{AA} i o 24% z wariantem β -LG_{BB}), witaminy E (o 66% wyższy poziom w porównaniu z wariantem β -LG_{AA} i o 47% z wariantem β -LG_{BB}) oraz TAS (o 10% wyższy poziom w porównaniu z wariantem β -LG_{AA} i o 15% w porównaniu z β -LG_{BB}).

OMÓWIENIE WYKORZYSTANIA WYNIKÓW

Wykazano, że fenotypowy efekt oddziaływania genu β -LG na wydajność i poziom bioaktywnych składników frakcji lipidowej jest zmienny i uzależniony od interakcji β -LG x dawka pokarmowa. **Wykazano, że wariant β -LG_{AA} związany był z redukcją poziomu nasyconych kwasów tłuszczowych, i dlatego to on powinien być promowany w pracy hodowlanej jako jeden z czynników redukujących poziom nasycenia tłuszczu mlekowego.**

P5. PUPPEL K., SOLARCZYK P., KUCZYŃSKA B., MADRAS-MAJEWSKA B., 2017: Oleic acid as a biomarker for early diagnosis of elevated blood levels of non-esterified fatty acids and β -hydroxybutyric acid in the early stages of lactation in high-yielding Polish Holstein cows. *Animal Science Papers and Reports*, 35 (4): 387-396.

WPROWADZENIE, CEL NAUKOWY I ZAKRES BADAŃ

Profil kwasów tłuszczowych mleka jest ściśle związany z bilansem energetycznym krów mlecznych, a kwasy tłuszczowe mogą być uznawane za biomarkery dla diagnozowania ketozy i ujemnego bilansu energetycznego [Gross i wsp., 2011]. Szlak syntezy kwasów tłuszczowych obejmuje następujące etapy: aktywacja (karboksylacja acetylo-CoA), wydłużenie (szlak malonyl-CoA), kondensacja, redukcja, odwodnienie i kolejna redukcja [Suburu i wsp., 2014]. Karboksylaza acetyl-CoA jest regulowana przez hormony [Volpe i Marasa, 1975] i odgrywa zasadniczą rolę w syntezie i degradacji kwasów tłuszczowych [Berg i wsp., 2002]. NEFA uwolnione z lipolizy to głównie C16:0, C18:0 i C18:1 *cis*-9, z dalszą możliwą konwersją C18:0 do C18:1 *cis*-9 w gruczole mlekowym poprzez działanie enzymu Δ 9-desaturazy [Hostens i wsp., 2012].

Celem doświadczenia było zweryfikowanie hipotezy badawczej, że kwas oleinowy (C18:1 *cis*-9) może być wykorzystywany jako marker wczesnego diagnozowania podwyższonego poziomu NEFA oraz BHBA we krwi w początkowym stadium laktacji u wysokowydajnych krów rasy PHF. Na podkreślenie zasługuje fakt, że były to pierwsze badania umożliwiające prawidłowe zweryfikowanie postawionej hipotezy badawczej.

Próbki siary/mleka, krwi do analiz laboratoryjnych pobrano od 120 krów (wieloródek) w cotygodniowych odstępach (7. pobrań): pobranie 1. - krowy były między 4. i 7. dniem laktacji; 2. - krowy były między 8. a 14. dniem laktacji; 3. - krowy były między 15. a 21. dniem laktacji; 4. - krowy były między 22. a 28. dniem laktacji; 5. - krowy były między 29. a 35. dniem laktacji; 6. - krowy były między 36. a 42. dniem laktacji; 7. - krowy były między 43. a 49. dniem laktacji.

OTRZYMANE WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Najwyższe stężenie NEFA we krwi wykazano w pierwszym tygodniu laktacji - 0,98 mmol/L. Następnie poziom NEFA stabilizował się do 7. tygodnia laktacji, kiedy osiągnął najniższy poziom (0,49 mmol/L). Podobną zależność wykazano również w przypadku BHBA, którego poziom we krwi uległ obniżeniu z 0,9 do 0,6 mmol/L w 3. tygodniu laktacji. Uzyskane wyniki badań własnych wyraźnie wskazują, że przez cały

czas trwania eksperymentu u większości krów wykazano ponadnormatywne stężenie NEFA ($\geq 0,6$ mmol/L). Uzyskane wyniki badań własnych potwierdzają korelacje między zawartością kwasu oleinowego, a NEFA i BHBA. **Badania wykazały, że najwyższy poziom NEFA i BHBA, odpowiednio 1,573 i 1,116 mmol/L związany był z najwyższą koncentracją kwasu C18:1 *cis*-9 wynoszącą ≥ 24 g/100g tłuszczu.**

OMÓWIENIE WYKORZYSTANIA WYNIKÓW

Wykazano, że kwas oleinowy może być wykorzystywany, jako marker wczesnego diagnozowania ponadnormatywnego poziomu NEFA i BHBA w początkowym okresie laktacji u wysokowydajnych krów rasy PHF. Aparaty analityczne wyposażone w Fourier Transform Spectrometer (FTIR) umożliwiają oznaczenie takich parametrów jak: tłuszcz, białko, laktoza oraz kwasy tłuszczowe: C18:1 *cis*-9, MUFA, PUFA, SFA w bardzo krótkim czasie. Ograniczenie częstotliwości oraz ilości pobierania krwi do analiz laboratoryjnych, a zastąpienie ich standardową analizą mleka wykorzystaniem techniki FTIR wpłynie na poprawę dobrostanu poprzez zredukowanie ilości czynników stresogennych, jak również wpłynie na szybszą diagnostykę schorzeń metabolicznych.

P6. PUPPEL K., BOGUSZ E., GOŁĘBIEWSKI M., NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., SŁÓSZARZ J., BUDZIŃSKI A., SOLARCZYK P., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., PRZYSUCHA T., 2018: Effect of dairy cow crossbreeding on selected performance traits and technological quality of milk in first generation crossbreds. *Journal of Food Science*, 83(1): 229-236.

WPROWADZENIE, CEL NAUKOWY I ZAKRES BADAŃ

Heterozja (gr. *hetérōsis* – przekształcenie, wigor) według powszechnie przyjętej definicji to zjawisko polegające na zwiększeniu wartości fenotypowej cech ilościowych pierwszego pokolenia mieszańców w odniesieniu do homozygotycznych rodziców. Efekty heterozji są przeciwstawne do skutków depresji inbredowej, jeśli rasy do krzyżowania są odpowiednio dobrane. Dlatego też, początkiem programu krzyżowania powinien być odpowiedni dobór ras, które powinny być komplementarne.

Celem doświadczenia było porównanie efektu heterozji, w odniesieniu do parametrów użytkowych pokolenia F1, uzyskanego w wyniku zastosowania krzyżowania krów rasy PHF z buhajami innych ras w typie mlecznym lub kombinowanym. Należy podkreślić, że były to pierwsze badania umożliwiające porównanie potencjału antyoksydacyjnego mleka siedmiu różnych genotypów krów w

tych samych warunkach środowiskowych. Dodatkowo tematyka związana z kształtowaniem się potencjału antyoksydacyjnego mleka mieszańców nie była wcześniej podejmowana przez inne zespoły badawcze.

Doświadczenie przeprowadzono na siedemdziesięciu krowach mlecznych (faza laktacji: 150 ± 21 d, wieloródki: 2 laktacja, wydajność: $22,05 \pm 3,34$ kg/d), które podzielone zostały na 7. grup (10. krów na grupę) według ich genotypu: PHF – rasa polska holsztyńsko-fryzyjska; PHFxNO - mieszańce F1 bydła PHF i normandzkiego; PHF x NR - mieszańce F1 bydła PHF i norweskiego czerwonego; PHFxRE - mieszańce F1 bydła PHF i duńskiego czerwonego; PHFxBS - mieszańce F1 bydła PHF i brown swiss; PHFxMO - mieszańce F1 bydła PHF i rasy montbeliarde; PHFxSM - mieszańce F1 bydła PHF i rasy simentalskiej.

OTRZYMANE WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Najwyższa wydajność - 27,97 kg wykazana została u PHFxMO, a najniższa u PHFxNO - 18,93 kg. Mleko pochodzące od mieszańców PHFxNO, PHFxNR, PHFxBS oraz PHFxSM charakteryzowało się wyższą koncentracją białka i tłuszczu, w porównaniu do wartości uzyskanych dla rasy PHF. Natomiast najwyższą procentową zawartością tłuszczu charakteryzowało się mleko mieszańców PHFxMO, a najwyższym udziałem kazeiny w białku ogólnym mleko PHFxBS (81%). Badania wykazały, że krzyżowanie międzyrasowe w istotny sposób wpłynęło na kształtowanie się wydajności mlecznej krów oraz poziomu parametrów użytkowych mleka.

Najniższe zawartości kwasu laurynowego, mirystynowego i palmitynowego wykazano u mieszańców PHFxRE, odpowiednio: 2,11 g/100 g tłuszczu, 7,63 g/100 g tłuszczu i 32,66 g/100 g tłuszczu. Badania wykazały, że genotyp krów w istotny sposób kształtował poziom C12:0, C14:0 i C16:0 w tłuszczu mlekowym.

Ponad 60% wszystkich nienasyconych kwasów C18:1 w mleku krowim stanowi kwas C18:1 *trans*-11 (TVA). Należy podkreślić, że jest to jedyny z rodziny kwasów o konfiguracji *trans*, któremu przypisuje się właściwości prozdrowotne [Ellen i Elgersma, 2004]. Najwyższą zawartość TVA wykazano u PHFxNR (6,42 g/100 g tłuszczu), a najniższą u PHFxNO (0,79 g/100 g tłuszczu). Dla porównania zawartość TVA u rasy PHF kształtowała się na poziomie 1,61 g/100 g tłuszczu - wykazano prawie 6-krotnie niższy poziom względem PHFxNR. Najwyższa koncentracja kwasu C18:1 *cis*-9 wykazana została w mleku mieszańców PHFxRD - 23,88 g/100 g tłuszczu.

Badania wykazały, że zawartość C18:2 n-6 w tłuszczu mlekowym u mieszańców PHF×MO (2,02 g/100 g tłuszczu) była o 30% wyższa niż u krów rasy PHF. Z kolei zawartość C18:3 n-3 była wyższa o 145% u PHF×NR (0,59 g/100 g tłuszczu), w porównaniu z wartościami uzyskanymi dla rasy PHF.

Najwyższą zawartość kwasów C20:4 n-6, C22:5 n-3 i C22:6 n-3 stwierdzono w mleku PHF×NR. Podsumowując, najbardziej korzystne (czyli najwyższe) stężenia MUFA i PUFA wykazano w mleku mieszańców PHF i ras czerwonych skandynawskich: NR i RE.

Najwyższe stężenia lizozymu, laktoferyny, α -laktalbuminy i β -laktoglobuliny wykazano u mieszańców PHF×NR: odpowiednio: 10,46 μ g/L, 0,7 g/L, 1,52 g/L i 4,95 g/L.

OMÓWIENIE WYKORZYSTANIA WYNIKÓW

Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka prezentując wyniki oceny użytkowości mlecznej i rozplodowej krów, nie podaje genotypu grupy krów określonych jako mieszańce międzyrasowe (MM). W związku z powyższym, istnieje potrzeba badania wybranych parametrów u tej grupy krów. **Spośród siedmiu analizowanych genotypów bydła, najkorzystniejsze efekty objawiające się poprawą parametrów użytkowych i jakości technologicznej mleka wykazane zostały w przypadku mieszańców pochodzących z krzyżowań krów PHF z rasami czerwonymi skandynawskimi: NR, RE i NO. Wykazano, że efekt heterozji był większy i dawał lepsze efekty, gdy między rasami był duży odstęp genetyczny.**

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wyznaczenie nowych celów hodowlanych jest bardzo potrzebne, a podstawowym rozwiązaniem jest "przedefiniowanie hodowli". Rozpatrując kierunki doskonalenia bydła w przyszłości, powstaje pytanie: jaki kierunek powinny przyjąć ewentualne zmiany strategii doskonalenia bydła mlecznego ?. Opisane zagadnienia w dziele pt: **„Potencjał antyoksydacyjny mleka krów - czynniki ryzyka i ocena przydatności wybranych biomarkerów w nowoczesnej hodowli bydła mlecznego”** są odpowiedzią na to pytanie. Nowoczesna hodowla bydła mlecznego powinna być ukierunkowana na jakość produktu, zdrowotność i dobrostan zwierząt. A niezbędnymi narzędziami do jej realizacji powinny być biomarkery m.in.: DAP, TAS, gen β -LG i kwas oleinowy, ponieważ:

- Peroksydacja lipidów prowadzi do niekorzystnych zmian wartości odżywczej mleka, a wyższy poziom zarówno stopnia ochrony antyoksydacyjnej, jak i całkowitego potencjału antyoksydacyjnego zapewniają lepszą stabilność i jakość produktu. Dlatego DAP i TAS powinny być traktowane jako biomarkery zmian oksydacyjnych mleka (**P2**).
- Fenotypowy efekt oddziaływania β -LG na wydajność i poziom bioaktywnych składników frakcji białkowej oraz tłuszczowej jest zmienny i uzależniony od interakcji wariant genetyczny β -LG x dawka pokarmowa (**P3, P4**).
- Wariant β -LG_{AA} związany był z redukcją poziomu nasyconych kwasów tłuszczowych, i dlatego to on powinien być promowany w pracy hodowlanej jako jeden z czynników redukujących poziom nasycenia tłuszczu mlekowego (**P4**).
- Gen β -LG to nie tylko marker genetyczny determinujący jakość technologiczną mleka, jest to również czynnik kształtujący poziom bioaktywnych składników frakcji białkowej oraz tłuszczowej mleka krów rasy PHF (**P3, P4**).
- Kwas oleinowy może być wykorzystywany, jako marker wczesnego diagnozowania podwyższonego poziomu NEFA i BHBA w początkowym okresie laktacji u wysokowydajnych krów rasy PHF (**P5**).
- Efekt heterozji był większy i dawał lepsze efekty, gdy między rasami był duży odstęp genetyczny. Spośród 7. analizowanych genotypów bydła, najkorzystniejsze efekty objawiające się poprawą parametrów użytkowych i potencjału antyoksydacyjnego mleka wykazane zostały w przypadku mieszańców pochodzących z krzyżowań krów rasy PHF z rasami czerwonymi skandynawskimi: norweską czerwoną, duńską czerwoną oraz normandzką (**P6**).

METODY ANALITYCZNE

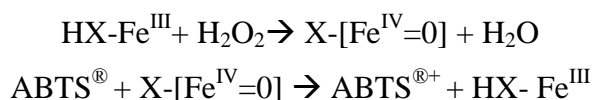
W pobranych materiale biologicznym zostały oznaczone następujące parametry:

- Podstawowy skład chemiczny mleka (12 parametrów, m.in.: tłuszcz, białko, laktoza, kazeina, mocznik) przy wykorzystaniu aparatu Milko-Scan FT 120 (**P2, P3, P4, P5, P6**).
- Liczba komórek somatycznych - tys./cm³ (LKS) przy wykorzystaniu aparatu Somacount 150 firmy Bentley (**P2, P3, P4, P5, P6**).
- Oznaczanie poziomu witamin rozpuszczalnych w tłuszczu i β -karotenu wykonano za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z odwróconym układzie faz

RP-HPLC Agilent 1100 (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) i kolumny Zorbax Eclipse XDB C8 (**P2, P4**).

- Oznaczanie zawartości białek serwatkowych wykonano za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z odwróconym układzie faz RP-HPLC Agilent 1100 (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) i kolumny Jupiter C18 300A (Phenomenex, Torrance, CA, USA) (**P2, P3, P4, P6**).
- Oznaczanie polimorficznych form β -laktoglobuliny za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z odwróconym układzie faz RP-HPLC Agilent 1100 (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) i kolumny Jupiter C18 300A (Phenomenex, Torrance, CA, USA) (**P3, P4**).
- Oznaczanie zawartości kwasów tłuszczowych wykonano przy wykorzystaniu chromatografu gazowego Agilent 7890 GC (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) i kolumny Varian Select FAME. Metylacja kwasów tłuszczowych została przeprowadzona metodą trans-estryfikacji (EN ISO 5509) (**P2, P4, P5, P6**).
- Oznaczanie poziomu cholesterolu wykonano za pomocą chromatografu gazowego Agilent 7890A (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) i kolumny BP-5. (**P2**)
- Całkowity potencjał antyoksydacyjny (TAS) według aplikacji RANDOX (**P2**):

HX-Fe^{III} - metmioglobina, X- [Fe^{IV} = 0] - ferryloglobina, ABTS[®] - 2,2-azino-di [3-etylobenzotiazolinosulfonian] (materiały RANDOX). mmol/L definiuje stężenie TAS



- DAP (stopień ochrony antyoksydacyjnej) - obliczony na podstawie stosunku molowego między przeciwutleniaczami i utleniaczami według Pizzoferato i wsp. (2007) (**P2**):

LITERATURA

- AIMUTIS W.R., 2004: Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *Journal of Nutrition*, 989-995.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Vol. 1. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- BARŁOWSKA J., 2003: Polimorfizm białek mleka w różnych grupach genetycznych krów z regionu środkowo-wschodniej Polski. *Przegląd Hodowlany*, 27–37.
- BAUMAN D.E., GRIINARI J.M., 2003: Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annual Review of Nutrition*, 23: 203-227.
- BAUMAN D.E., BAUMGARD L.H., CORL B.A., GRIINRI J.M., 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *The American Society of Animal Science*, 1-15.
- BENDICH A., 1990: Antioxidant micronutrients and immune responses. *Annals of the New York Academy Sciences*, 587: 168–179.
- BERG J.M., TYMOCZKO J.L., STRYER L., 2002: Biochemistry. 5th edition. New York: W H Freeman; Section 22.5, Acetyl Coenzyme A Carboxylase Plays a Key Role in Controlling Fatty Acid Metabolism . Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK22381/>.
- BUCKLEY F., LOPEZ-VILLALOBOS N., HEINS B.J., 2014: Crossbreeding: implications for dairy cow fertility and survival. *Animal*, 8 (1): 122-133.
- CANNAS A., PAULINA G., DIAS FRANCESCONI A.H., 2008: Dairy goats feeding and nutrition. In: Pulina G, editor. Wallingford, Oxon, UK: CAB International.
- CASPER D.P., SCBINGOETHE D.J., EISENBEIIZ W.A., 1990: Response of early lactation cows to diets that vary in ruminal degradability of carbohydrates and amount of fat. *Journal of Dairy Science*, 73: 425-428.
- CHEW B.P., WONG T.S., MICHAL J.J., 1993: Uptake of orally administered β -carotene by blood plasma, leukocytes, and lipoproteins in calves. *Journal of Animal Science*, 710–730.
- DEZETTER C., LECLERC H., MATTALIA S., BARBAT A., BOICHARD D., DUCROCQ V., 2015: Inbreeding and crossbreeding parameters for production and fertility traits in Holstein, Montbéliarde, and Normande cows. *Journal of Dairy Science*, 98(7): 4904-4913.
- DIPLOCK A.T., 1981: The role of vitamin E and selenium in the prevention of oxygen-induced tissue damage. In: Spallholz JE, Martin JL, Ganther HE editors. Selenium in biology and medicine. Hartford, CT: AVI Publishing. p 303.
- ELLEN G., ELGERSMA A., 2004: Letter to Editor: Plea for using the term n-7 fatty acids in place of C18:2 cis-9, trans 11, an C18:1 trans 11 on their trivial names rumenic acid and vaccenic acid rather than the generic term conjugated linoleic acids. *Journal of Dairy Science*, 87: 131.
- FOSTER D.W., 2012: Malonyl-CoA: the regulator of fatty acid synthesis and oxidation. *Journal of Clinical Investigation*, 6: 1958–1959.
- FUNK D.A., 2006: Major advances in globalization and consolidation of the artificial insemination industry. *Journal of Dairy Science*. 89: 1362-1368.
- GOŁĘBIEWSKI M., 2017: Badanie przydatności zmodyfikowanej oceny kondycji krów mlecznych w zarządzaniu ich stadem ze szczególnym uwzględnieniem parametrów produkcyjnych, funkcjonowania układu rozrodczego oraz zdrowia zwierząt. *Treatises and Monographs*, Warsaw University of Life Sciences, Warsaw, Poland.
- GRABACKA M., PIERZCHALSKA M., DEAN M., REISS K., 2016: Regulation of ketone body metabolism and the role of PPAR α . Desvergne B, ed. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(12): 2093. doi:10.3390/ijms17122093.
- GREEN M.R., PASTEWKA J.V., 1978: Lactoferrin is a marker for prolactin response in mouse mammary explants. *Endocrinology*, 103: 1510–1513.
- GROSS J., VAN DORLAND H.A., BRUCKMAIER R.M., SCHWARZ F.J., 2011: Milk fatty acid profile related to energy balance in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, (78): 479-488.
- HAVEMOSE M.S., WEISBJERG M.R., BREDIE W.L.P., NIELSEN J.H., 2004: Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. *International Dairy Journal*, 14: 63–570.
- HAVEMOSE M.S., WEISBJERG M.R., BREDIE W.L.P., POULSEN H.D., NIELSEN J.H., 2006: Oxidative stability of milk influenced by fatty acids, antioxidants, and copper derived from feed. *Journal of Dairy Science*, 89:1970–80.
- HEINS B.J., HANSEN L.B., 2012. Short communication: Fertility, somatic cell score, and production of Normande \times Holstein, Montbéliarde \times Holstein, and Scandinavian Red \times Holstein crossbreds versus pure Holsteins during their first 5 lactations. *Journal of Dairy Science*, 95(2), 918-924.

- HEINS B.J., HANSEN L.B., HAZEL A.R., SEYKORA A.J., JOHNSON D.G., LINN J.G., 2010. Birth traits of pure Holstein calves versus Montbeliarde-sired crossbred calves. *Journal of Dairy Science*, 93(5), 2293-2299.
- HOSTENS M., FIEVEZ V., LEROY J.L., VAN RANST J., VLAEMINCK B., OPSOMER G., 2012: The fatty acid profile of subcutaneous and abdominal fat in dairy cows with left displacement of the abomasum. *Journal of Dairy Science*, 95: 3756–3765.
- JELIŃSKA M., 2005. Kwasy tłuszczowe - czynniki modyfikujące procesy nowotworowe. *Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego*, <http://www.farm.amwaw.edu.pl/~axzimni/biuletyn/>
- KĄDROWSKA A., GOŁĘBIEWSKI M., 2013: Krzyżowanie międzyrasowe bydła mlecznego. <http://www.farmer.pl/produkcja-zwierzecz/bydlo-i-mleko/krzyzowanie-miedzyrasowe-bydla-mlecznego,42929.html>.
- KAPUSTA A., KUCZYŃSKA B., PUPPEL K., 2018a: Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak of lactation. *PLOS One*, 13(3): e0193512. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193512>.
- KIM Y.K., SCBINGOETHE D.J., CASPER D.P., LUDEM F.C., 1990: Lactational response of dairy cows to diets containing added fat from extruded soybeans and Megalec. *Journal of Dairy Science*, 73: 243 (Abstr.)
- KOWALCZYK M., SZABELAK A., DYLEWSKA M., JAKUBCZAK A., 2018: Markery molekularne wykorzystywane w selekcji zwierząt hodowlanych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 592: 37–49.
- KUCZYŃSKA B., PUPPEL K., GOŁĘBIEWSKI M., KORDYASZ M., GRODZKI H., BRZOZOWSKI P., 2012: Comparison of fat and protein fractions of milk constituents of Montbeliarde and Polish Holstein – Friesian cows originated from the selected farm in Poland. *Acta Veterinaria Brno*, 81: 139-144.
- LEONARDUZZI G., SOTTERO B., POLI G., 2002: Oxidized products of cholesterol: dietary and metabolic origin, and proatherosclerotic effect: a review. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13: 700–710.
- LUCY M.C., 2001: Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it all end? *Journal of Dairy Science*, 84: 1277-1293.
- MADUREIRA A.R., PEREIRA C.I., GOMES A.M., PINTADO M.E., MALCATA F.X., 2007: Bovine whey proteins—overview on their main biological properties. *Food Research International*, 40 (10): 1197-1211.
- MOHAMMADI Y., ASLAMINEJAD A.A., NASSIRI M.R., KOSHKOIEH A.E., 2013. Allelic polymorphism of κ -casein, β -lactoglobulin and leptin genes and their association with milk production traits in Iranian Holstein cattle. *Journal of Cell and Molecular Research*, 5 (2): 75-80.
- MUELLER L., VOLKER B., 2011: Antioxidant activity of β -carotene compounds in different in Vitro Assays. *Molecules*, 16: 1055–1069; doi:10.3390/molecules16021055.
- OETZEL G.R., 2007: Herd-level ketosis – diagnosis and risk factors. In ‘Proceedings of the 40th annual conference of bovine practitioners. Vancouver, Canada; <https://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/2nutr/ketosis.pdf>.
- OSPINA P.A., NYDAM D.V., STOKOL T., OVERTON T.R., 2010: Associations of elevated nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science*, 93:1596–1603.
- PENTECOST B.T., TENG C.T., 1987: Lactotransferrin is the major estrogen inducible protein in mouse uterine secretions. *The Journal of Biological Chemistry*, 262: 10134–10139.
- PIZZOFERRATO L., MANZI P., MARCONI S., FEDELE V., CLAPS S., RUBINO R., 2007: Degree of antioxidant protection: a parameter to trace the origin and quality of goat’s milk and cheese. *Journal of Dairy Science*, 90: 4569–74.
- PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., 2016: Metabolic profiles of cow’s blood; a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 4321-4328.
- PUPPEL K., BOGUSZ E., GOŁĘBIEWSKI M., NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., SŁÓSZARZ J., BUDZIŃSKI A., SOLARCZYK P., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., PRZYSUCHA T., 2018: Effect of dairy cow crossbreeding on selected performance traits and technological quality of milk in first generation crossbreds. *Journal of Food Science*, 83(1): 229-236.
- PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., NAŁĘCZ-TARWACKA T., GOŁĘBIEWSKI M., SAKOWSKI T., KAPUSTA A., BUDZIŃSKI A., BALCERAK M., 2016: Effect of supplementation of cows diet with linseed and fish oil and different variants of β -lactoglobulin on fatty acid composition and antioxidant capacity of milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 2240-2248.

- PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., NAŁĘCZ-TARWACKA T., GRODZKI H., 2013: Influence of linseed variety on fatty acids profile in cow milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 2276-2280.
- PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., NAŁĘCZ-TARWACKA T., SAKOWSKI T., GOŁĘBIEWSKI M., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., BUDZIŃSKI A., GRODZKI H., 2014: Effect of fish oil and linseed supplementation on the protein composition of milk from cows with different β -lactoglobulin phenotype. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94:1253-1257.
- PUPPEL K., NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., GOŁĘBIEWSKI M., KORDYASZ M., 2013: Effect of different fat supplements on the antioxidant capacity of cows' milk. *Archiv Tierzucht*, 56(17): 178-190.
- PUPPEL K., SAKOWSKI T., KUCZYŃSKA B., GRODKOWSKI G., GOŁĘBIEWSKI M., BARSZCZEWSKI J., WROBEL B., BUDZIŃSKI A., KAPUSTA A., BALCERAK M., 2017: Degrees of Antioxidant protection: A 2-Year Study of the Bioactive Properties of Organic Milk in Poland. *Journal of Food Science*, 82(2): 523-528.
- PUPPEL K., SOLARCZYK P., KUCZYŃSKA B., MADRAS-MAJEWSKA B., 2017: Oleic acid as a biomarker for early diagnosis of elevated blood levels of non-esterified fatty acids and β -hydroxybutyric acid in the early stages of lactation in high-yielding Polish Holstein cows. *Animal Science Papers and Reports*, 35 (4): 387-396.
- SIES H., STAHL W., 1995: Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62: 1315–21.
- SITKOWSKA B., WIŚNIEWSKA E., NEJA W., 2009: Genotyp beta-laktoglobuliny i kappa-kazeiny a użyteczność mleczna w laktacji maksymalnej. *Zeszyty Naukowe nr. 252 – Zootechnika*, 37: 109-116.
- SUBURU J., SHI L., WU J., WANG S., SAMUEL M., THOMAS M.J. et al, 2014: Fatty acid synthase is required for mammary gland development and milk production during lactation. *American Journal of Physiology. Endocrinology and metabolism American Physiological Society*, 306(10): 1132–1143.
- TENG C.T., BEARD C., GLADWELL W., 2002: Differential expression and estrogen response of lactoferrin gene in the female reproductive tract of mouse, rat and hamster. *Biology of Reproduction*, 67: 1439–1449.
- VAN DER DRIFT S.G.A., HOUWELING M., SCHONEWILLE J.T., TIELENS A.G.M., JORRITSMA R., 2012: Proteins and fat mobilization and associations with β -hydroxybutyrate concentration in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95: 4911-4920.
- VOLPE J.J., MARASA J.C., 1975: Hormonal regulation of fatty acid synthetase, acetyl-CoA carboxylase and fatty acid synthesis in mammalian adipose tissue and liver. *Biochimica et Biophysica Acta*, 380(3): 454-72.
- WALMER D.K., WRONA M.A., HUGHES C.L., NELSON K.G., 1992: Lactoferrin expression in the mouse reproductive tract during the natural estrous cycle: Correlation with circulating estradiol and progesterone. *Endocrinology*, 131: 1458–1466.
- WALSH R.B., WALTON J.S., KELTON D.F., LEBLANC S.J., LESLIE K.E., DUFFIELD T.F., 2007: The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90: 2788–2796.
- WEIGEL K.A., BARLASS K.A., 2003. Results of a producer survey regarding crossbreeding on US dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 86, 4148-4154.
- WOLANCIUK A., 2015. Związek wariantów genetycznych β -laktoglobuliny i κ -kazeiny z wydajnością i składem chemicznym mleka krów czterech ras. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 11 (1): 21-32.
- XU C., WANG Z., LIU G.W., LI X.B., XIE G.H., XIA C. et al, 2008: Metabolic characteristic of the liver of dairy cows during ketosis based on comparative proteomics. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21: 1003–1010.
- YOO Y.C., WATANABE S., WATANABE R., HATA K., SHIMAZAKI K.I., AZUMA I., 1997: Bovine lactoferrin and lactoferricin, a peptide derived from bovine lactoferrin, inhibit tumor metastasis in mice. *Japanese Journal of Cancer Research*, 88 (2): 184-190.

b. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

Od początku swojej działalności naukowej do chwili obecnej związana jestem z zespołem badawczym dr hab. Beaty Kuczyńskiej, prof. SGGW z Katedry Szczegółowej Hodowli Zwierząt Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW w Warszawie, zespołem dr hab. Tomasza Sakowskiego, prof. PAN z Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu, oraz z zespołem dr Jakuba Cieślaka z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Praca w tak znakomitych zespołach badawczych umożliwiła mi nawiązanie współpracy z wiodącymi europejskimi jednostkami naukowymi, co zaowocowało szeregiem publikacji w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Moja działalność naukowo-badawcza w okresie pracy zawodowej związana była z następującą tematyką badań:

1. Analiza wzajemnych zależności między poszczególnymi komponentami potencjału antyoksydacyjnego a miernikami obrazującymi zmiany o charakterze oksydacyjnym u wysokowydajnych krów rasy PHF

Celem projektu NN311 558840 „Zawartość składników biologicznie czynnych w mleku w trakcie pełnej laktacji w powiązaniu z parametrami biochemicznymi krwi wysokowydajnych krów rasy PHF” było zbadanie zależności między zawartością bioaktywnych składników frakcji białkowej i tłuszczowej mleka, a wybranymi parametrami obrazującymi status zdrowotny wysokowydajnych krów rasy PHF. W ramach realizacji projektu powstało szereg prac naukowych o charakterze nie tylko badań podstawowych, ale również i aplikacyjnych.

Badania Kapusty i wsp. [2018a] wykazały, że stres oksydacyjny wpływa negatywnie na kształtowanie się potencjału antyoksydacyjnego mleka. Istnieje wyraźna zależność między fazą laktacji, a kształtowaniem się poziomu enzymatycznych i nieenzymatycznych antyoksydantów w osoczu oraz mleku, u wysokowydajnych krów rasy PHF. Ponadto dysmutaza nadtlenkowa stanowi pierwszą linię obrony przed reaktywnymi formami tlenu, ponieważ katalizuje rozpad anionorodnika nadtlenkowego do nadtlenku wodoru. Wykazano, że przy najniższym stężeniu dysmutazy nadtlenkowej (≤ 200 U/L), enzymy takie jak: peroksydaza glutationowa oraz reduktaza glutationowa w osoczu, wykazały najwyższą aktywność, odpowiednio: 448,48 U/L i 64,61 U/L. Ponadto wzrost stężenia di-aldehydu malonowego (MDA) w mleku obniża jakość biologiczną

mleka, a markerem obrazującym zmiany oksydacyjne jest zarówno DAP, jak i MDA [Kapusta i wsp., 2018b].

Zwiększenie zawartości poziomu antyoksydantów w mleku możliwe jest do osiągnięcia w wyniku: wprowadzenia do diety krów suplementacji w postaci tłuszczów pochodzenia zwierzęcego oraz roślinnego, czy prowadzenie tradycyjnego systemu żywienia (pastwisko). Dodatki paszowe stosowane w żywieniu bydła spełniają funkcje osłonowe, oraz działają jako regulatory przemiany materii. W konsekwencji przyczyniają się do wzrostu odporności zwierząt narażonych na stres (w momencie odsadzenia, zmiany dawki pokarmowej, czy transportu), zwiększają absorpcję niezbędnych składników odżywczych oraz podwyższają stopień ochrony antyoksydacyjnej mleka [Sakowski i wsp., 2015]. Wprowadzenie suplementów bogatych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe do dawki podstawowej krów mlecznych może negatywnie wpływać na cechy organoleptyczne mleka, poprzez zmiany zachodzące w zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych. W związku z powyższym, suplementacja dodatkami bogatymi w wielonienasycone kwasy tłuszczowe należące do rodziny ω -3 i ω -6 (olej rybi, nasiona lnu) wskazuje na właściwości pro-oksydacyjne procedury i wymusza jednocześnie stosowanie α -tokoferolu, jako dodatkowego antyutleniacza [Puppel i wsp., 2013a].

Główną cechą tłuszczu mlekowego przeżuwaczy jest wysoki udział nasyconych kwasów tłuszczowych, stanowiących ponad 60% wszystkich FA. Dlatego też dążenie do obniżenia poziomu SFA w mleku krów, a tym samym obniżenie wskaźników AI oraz TI, powinno stanowić jeden z głównych celów postawionych przy pracach nad modyfikowaniem tłuszczu mlekowego krów. Kwasy tłuszczowe o długości łańcucha $>$ C18 ograniczają syntezę kwasu octowego i β -hydroksymasłowego oraz inhibują aktywności acetyloCoA. Dlatego też, obniżenie zawartości SFA w tłuszczu mlekowym w wyniku zastosowanej suplementacji w postaci oleju rybiego [Puppel i wsp., 2013a], czy nasion lnu [Puppel i wsp., 2013b] było efektem ograniczenia syntezy *de novo* nasyconych kwasów tłuszczowych przez C18:2 n-6 i C18:3 n-3, których źródłem były dodatki tłuszczowe. Zawarte w codziennej diecie tłuszcze i wchodzące w ich skład kwasy tłuszczowe, zwłaszcza wielonienasycone, odgrywają istotną rolę inhibitorów w przypadku procesów kancerogennych. Należące do rodziny ω -3 i ω -6 kwasy tłuszczowe, a także C18:2 *cis*-9 *trans*-11 odznaczają się potencjalnymi właściwościami antyoksydacyjnymi oraz antykancerogennymi, a tym samym pozwalają na utrzymanie w organizmie człowieka równowagi pomiędzy substancjami utleniającymi, a przeciwutleniaczami. Suplementacja krów mlecznych nasionami lnu [Puppel i wsp., 2013b],

olejem rybim [Puppel i wsp., 2013b], a także mieszaniną oleju rybiego i nasion lnu [Puppel i wsp., 2012a] wpłynęła na zwiększenie aktywności enzymów elongazy i Δ -9 dezaturazy, co w konsekwencji związane było ze zwiększeniem koncentracji C18:2 n-6, C18:3 n-3, C18:1 *trans*-11, C20:5 n-3, C22:6 n-3 oraz C18:2 *cis*-9, *trans*-11 w tłuszczu mlekowym. Jednakże, mleko pierwiastek po 21. dniowym okresie suplementacji charakteryzowało się wyższą zawartością C18:1 *trans*-11, C18:2 *cis*-9, *trans*-11, α -retinolu, α -tokoferolu i β -laktoglobuliny, w porównaniu do mleka wieloródek, w którym wykazano wyższy poziom laktoferyny, C20:5 n-3 i β -karotenu. W związku z powyższym, można stwierdzić, że wiek krów znacząco wpływa na kształtowanie się potencjału antyoksydacyjnego mleka [Puppel i wsp., 2012b]. Ponadto wykazano, że odmiana nasion lnu kształtuje poziom bioaktywnych składników zarówno frakcji tłuszczowej, jak i białkowej [Puppel i wsp., 2013b]. Dlatego też przy wyborze nasion lnu należy brać pod uwagę nie tylko ich formę (gniecione, rolowane, całe) i ilość, ale także i odmianę.

Kuczyńska i wsp. [2015] wykazali, że niskie stężenie β -karotenu w osoczu skorelowane jest ze zwiększoną częstotliwością występowania infekcji wymienia. Możliwe jest zwiększenie zawartości β -karotenu w tłuszczu mlekowym w wyniku manipulacji żywieniowych. Wprowadzenie nasion lnu do dawki pokarmowej krów skutkowało zwiększeniem poziomu β -karotenu o 70% względem grupy kontrolnej. Dodatkowo wykazana została redukcja poziomu LKS z 125 tys/ml do 76 tys/ml [Puppel i wsp., 2013a]. Karotenoidy zwiększają aktywność limfocytów oraz stymulują fagocytozę dlatego też, powinno się rozważyć monitorowanie oraz zwiększenie poziomu β -karotenu w dawce pokarmowej krów, jako potencjalnego czynnika antybakteryjnego poprawiającego jakość cytologiczną.

Skład chemiczny mleka krowiego jest wypadkową działania zarówno czynników genetycznych, jak i środowiskowych. Szereg moich prac dotyczyła również wpływu czynników genetycznych na kształtowanie się potencjału antyoksydacyjnego mleka. Wykazano, że krowy rasy montbeliarde charakteryzowały się wyższą jakością cytologiczną mleka oraz korzystniejszym profilem kwasów tłuszczowych. Z kolei krowy rasy polskiej holszyńsko-fryzyjskiej odznaczały się korzystniejszym profilem białkowym [Kuczyńska i wsp., 2012]. Podsumowując, wykazano istotny wpływ rasy krów na kształtowanie się poziomu bioaktywnych składników frakcji białkowej oraz tłuszczowej mleka. Celem innej pracy było określenie wpływu kraju pochodzenia krów rasy holszyńsko-fryzyjskiej na kształtowanie się poziomu bioaktywnych składników frakcji białkowej [Kuczyńska i wsp., 2013]. Doświadczenie przeprowadzono na 20. krowach

pochodzących z Polski, oraz 30. importowanych ze Szwecji i Niemiec. Najwyższy poziom β -laktoglobuliny wykazany został w mleku krów pochodzących ze Szwecji, podczas gdy w mleku krów pochodzących z Polski zaobserwowano najwyższy poziom α -laktoalbuminy, laktoferyny i laktoperoksydazy. Wykazano, że pochodzenie zwierząt determinuje skład frakcji białkowej.

W swoich badaniach analizowałam również wpływ czynników środowiskowych na kształtowanie się potencjału antyoksydacyjnego siary. W ramach realizowanego projektu ERA NET Susan „**Increasing productivity, resource efficiency and product quality to increase the economic competitiveness of forage and grazing based cattle production systems**” powstała praca dotycząca wpływu poziomu produkcji (niski poziom produkcji LI vs. wysoki poziom produkcji HI) na kształtowanie się poziomu immunostymulujących składników siary krów rasy PHF [Wąsowska i Puppel, 2018]. Badania wykazały, że 100% próbek pochodzących z LI charakteryzowało się zawartością IgG > 50 g/L w pierwszym pobraniu (max. do 6 h po wycieleniu)- a więc spełniało wymagania odnośnie jakości immunologicznej siary. W przypadku HI- 47% prób nie spełniało tych wymagań. Dodatkowo, siara krów LI charakteryzowała się wyższą zawartością: laktoferyny, lizozymu, α -laktoalbuminy oraz β -laktoglobiny. Dlatego należy stwierdzić, że wydajność nieprzekraczająca 5500 kg mleka w okresie laktacji jest kluczowym etapem w pracy hodowlanej, gwarantującym odpowiedni poziom ochrony immunologicznej cielętom.

Kolejna praca dotyczyła wpływu stosowania syntetycznego β -karotenu oraz kiszonki z dyni w dawce krów zasuszonych na kształtowanie się poziomu bioaktywnych składników siary [Halik i wsp., 2019]. Krowy rasy simentalskiej (40 szt., będące cztery tygodnie przed planowanym wycieleniem) podzielone zostały na cztery grupy: grupa kontrolna (I) otrzymywała kiszonkę z traw oraz kiszonkę z kukurydzy. Grupa II dodatkowo otrzymywała 400 mg/dzień/krowę syntetycznego β -karotenu, w grupie, III 40% s.m kiszonki z kukurydzy zastąpiono kiszonką z dyni, a w grupie IV 60% s.m kiszonki z kukurydzy zastąpiono kiszonką z dyni. Wykazano, że zawartość α -karotenu, β -karotenu i violaksantyny była istotnie wyższa w grupie IV, niż w grupie I. Natomiast zawartość luteiny była wyższa w grupie IV, niż w grupach I i II. Grupy III i IV charakteryzowały się wyższym stężeniem immunoglobulin IgG, w stosunku do grupy I. Uzyskane wyniki wskazują, że stosowanie kiszonki z dyni w końcowym etapie zasuszenia krów mlecznych wpływa na zwiększenie właściwości antyoksydacyjnych siary.

Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. V: A2, A5, A6, A9, A13, A15, A19, A21, A23, A25, A27, D.1.18, D.1.21, D.1.30:

- A.2.** HALIK G., ŁOZICKI A., KOZIORZĘBSKA A., ARKUSZEWSKA E., **PUPPEL K.**, 2019: Effect of the diets with pumpkin silage and synthetic β -carotene on the carotenoid, immunoglobulin and bioactive protein content and fatty acid composition of colostrums. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103 (1): 1-7.
- A.5.** KAPUSTA A., KUCZYŃSKA B., **PUPPEL K.***, KAMASZEWSKI M., 2018: The relationship between initial phase of lactation and the content of enzymatic and non-enzymatic components in plasma and milk of PHF cows. *Animal Science Papers and Reports*, 36 (2): 149-158.
- A.6.** KAPUSTA A., KUCZYŃSKA B., **PUPPEL K.***, 2018: Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak of lactation. *PLOS One*, 13(3): e0193512. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193512>.
- A.9.** WAŚOWSKA E., **PUPPEL K.***, 2018: Changes in the content of immunostimulating components of colostrum obtained from dairy cows at different level of production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(13): 5062-5068.
- A.13.** **PUPPEL K.***, KUCZYŃSKA B., 2016: Metabolic profiles of cow's blood; a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 4321-4328.
- A.19.** **PUPPEL K.***, KUCZYŃSKA B., NAŁĘCZ-TARWACKA T., GRODZKI H., 2013b: Influence of linseed variety on fatty acids profile in cow milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 2276-2280.
- A.21.** **PUPPEL K.**, NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., GOŁĘBIEWSKI M., KORDYASZ M., 2013a: Effect of different fat supplements on the antioxidant capacity of cows' milk. *Archiv Tierzucht*, 56(17): 178-190.
- A.23.** **PUPPEL K.***, NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., GOŁĘBIEWSKI M., KORDYASZ M., GRODZKI H., 2012: The age of cows as a factor shaping the antioxidant level during a nutritional experiment with fish oil and linseed supplementation for increasing the antioxidant value of milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92: 2494-2499.
- A.25.** KUCZYŃSKA B., **PUPPEL K.**, GOŁĘBIEWSKI M., KORDYASZ M., GRODZKI H., BRZOZOWSKI P., 2012: Comparison of fat and protein fractions of milk constituents of Montbeliarde and Polish Holstein – Friesian cows originated from the selected farm in Poland. *Acta Veterinaria Brno*, 81: 139-144.
- A.27.** **PUPPEL K.***, NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B., GOŁĘBIEWSKI M., GRODZKI H., 2012: Influence of combined supplementation of cows' diet with linseed and fish oil on the thrombogenic and atherogenic indicators of milk fat. *Animal Science Papers and Reports*, 30 (4): 317-328.
- D.1.18.** KUCZYŃSKA B., KAPUSTA A., **PUPPEL K.**, NAŁĘCZ-TARWACKA T., BUDZIŃSKI A., GOŁĘBIEWSKI M., CZUB M., GRODZKI H., 2015: Relationships between milk β -carotene concentrations and the cytological quality of cow's milk. *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW. Animal Science*, 54 (1): 45-49.
- D.1.21.** SAKOWSKI T., METERA E., **PUPPEL K.**, KUCZYŃSKA B., 2015: Dodatki paszowe poprawiające skład chemiczny mleka i status metaboliczny krów w gospodarstwach ekologicznych i niskonakładowych. Współczesne problemy w produkcji mleka i wołowiny : XXIII Szkoła Zimowa Hodowców Bydła, Zakopane, 16-19.03.2015/ [red. nauk. Zygmunt Gil, Grzegorz Skrzyński, Krzysztof Adamczyk]. - Kraków : Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, 45-51. ISBN 978-83-926689-1-6.
- D.1.30.** KUCZYŃSKA B., **PUPPEL K.**, GOŁĘBIEWSKI M., SZEWCZUK M., 2013: Comparison of the nutritional value and technological suitability of milk of Holstein-Friesian cows from Poland and imported from Sweden and Germany. *Acta Scientiarum Polonorum, Zootechnica*, 12 (3): 49-60.

* Autor korespondencyjny

2. Zastosowanie transkryptomiki, epigenomiki i proteomiki w analizie ekspresji genów kształtujących potencjał antyoksydacyjny mleka klaczy

W ramach realizowanego projektu SONATA 03/D/NZ9/05337 „**Poszukiwanie genetycznego podłoża zmienności cech o złożonym uwarunkowaniu u koni z wykorzystaniem nowoczesnych metod genomiki strukturalnej i funkcjonalnej. Charakterystyka genomiczna składu mleka klaczy należących do wybranych ras koni**” kierowanego przez dr inż. Jakuba Cieślaka powstały cztery prace dotyczące wpływu polimorfizmu białek na ekspresję oraz ich asocjacje z wybranymi bioaktywnymi składnikami mleka klaczy. W pracy Cieślak i wsp. [2015] wykazano związek polimorficznych wariantów genu i białka α -laktoalbuminy z poziomem ekspresji genu α S1 kazeiny na etapie transkryptu i białka. Jak również, wykazano przydatność komórek somatycznych mleka klaczy jako źródła transkryptów do analiz poziomu ekspresji genów w gruczole mlekowym. W kolejnej pracy opisano 7. nowych polimorfizmów typu SNP w regionach 5'-flankujących genów LYZ i LTF. Wskazano, że niektóre z polimorfizmów w obrębie genu LYZ mogą być zasocjowane z poziomem jego transkryptu [Cieślak i wsp., 2016]. W pracy Cieślak i wsp. [2017] wskazano, że polimorfizm białka α -S2 kazeiny może wpływać na poziom ekspresji genu CSN1S2, mierzony zarówno na etapie transkryptu, jak i białka. Dodatkowo wykryto 2. wcześniej nieopisane polimorfizmy typu InDel w regionach 5'-flankujących genów kazeinowych CSN1S1, CSN1S2, CSN2, CSN3 [Cieślak i wsp., 2018].

W swoich badaniach analizowałam również potencjał antyoksydacyjny mleka klaczy. Badania wykazały, że mleko klaczy stanowiło bogate źródło witamin rozpuszczalnych w tłuszczach, zwłaszcza cholekalcyferolu, α -tokoferolu oraz menachinonu-7 [Kęszycka i wsp., 2015]. Natomiast profil białek serwatkowych charakteryzował się wysokim udziałem lizozymu (11,6%), laktoferyny (14,6%) i immunoglobulin (15,8%) [Kęszycka i wsp., 2013]. Przedstawione wyniki potwierdzają, że mleko klaczy stanowi cenne źródło bioaktywnych składników.

Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. V: A1, A11, A12, A14, A18, A22:

- A.1. CIESLAK J., WODAS L., BOROWSKA A., PAWLAK P., CZYZAK-RUNOWSKA G., WOJTOWSKI J., PUPPEL K., KUCZYNSKA B., MACKOWSKI M., 2019: 5'-flanking variants of equine casein genes (CSN1S1, CSN1S2, CSN2, CSN3) and their relationship with gene expression and milk composition. *Journal of Applied Genetics*, 60 (1): 71-78.

- A.11. CIEŚLAK J., WODAS L., BOROWSKA A., SADOCH J., PAWLAK P., PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., MACKOWSKI M., 2017: Variability of lysozyme and lactoferrin bioactive protein concentrations in equine milk in relation to *LYZ* and *LTF* gene polymorphisms and expression. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97: 2174-2181.
- A.12. CIEŚLAK J., PAWLAK P., WODAS Ł., BOROWSKA A., STACHOWIAK A., PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., ŁUCZAK M., MARCZAK Ł., MAĆKOWSKI M., 2016: Characterization of equine *CSN1S2* variants considering genetics, transcriptomics, and proteomics. *Journal of Dairy Science*, 99(2):1277-1285.
- A.14. CIEŚLAK J., MAĆKOWSKI M., CZYŻAK-RUNOWSKA G., WÓJTOWSKI J., PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., PAWLAK P., 2015: Screening for the most suitable reference genes for gene expression studies in equine milk somatic cells. *PlosOne*, 10(10):DOI 10.1371/journal.pone.0139688.
- A.18. MARKIEWICZ-KĘSZYCKA M., WÓJTOWSKI J., CZYŻAK-RUNOWSKA G., KUCZYŃSKA B., PUPPEL K., KRZYŻEWSKI J., STRZAŁKOWSKA N., JÓŻWIK A., BAGNICKA E., 2014: Concentration of selected fatty acids, fat soluble vitamins and beta-carotene in late lactation mares' milk. *International Dairy Journal*, 38: 31-36.
- A.22. MARKIEWICZ-KĘSZYCKA M., WÓJTOWSKI J., KUCZYŃSKA B., PUPPEL K., CZYŻAK-RUNOWSKA G., BAGNICKA E., STRZAŁKOWSKA N., JÓŻWIK A., KRZYŻEWSKI J., 2013: Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mares' milk. *International Dairy Journal*, 31: 62-64.

3. Czynniki kształtujące poziom bioaktywnych składników tkanki mięśniowej

W ramach grantów wewnętrznych finansowanych przez Panią Dziekan Wydziału Nauk o Zwierzętach prof. dr hab. Wandę Olech Piasecką zrealizowane zostały badania dotyczące kształtowania się poziomu bioaktywnych składników i możliwości podwyższenia potencjału antyoksydacyjnego tkanki mięśniowej.

Karnozyna ma szeroki wachlarz działań biologicznych. Zmniejsza toksyczność jonów metali (działanie chelatujące), reaktywnych form tlenu (działanie antyoksydacyjne) i drobnocząsteczkowych aldehydów (działanie antyglukacyjne). Natomiast anseryna to metylowa pochodna karnozyny. Jest to dipeptyd składający się z reszty β -alaniny i L-(N-metylo) histydyny. Występuje głównie w mięśniach szkieletowych i mózgu, a w organizmach ssaków pełni rolę antyoksydantu. Łukasiewicz i wsp. [2018a] wykazali, 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 koncentracja karnozyny kształtowała się na poziomie 2,30–3,47 mg/g tkanki, a anseryny 1,31-1,65 mg/g tkanki. Dodatkowo wykazano, że koncentracja karnozyny jest niższa 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 jelenia [Łukasiewicz i wsp., 2018b].

Realizowane przez nasz zespół badawczy badania dotyczyły również kształtowania się jakości dziczyzny. Tusze dzika europejskiego (*Sus scrofa strofa*) podzielono na trzy grupy, w zależności od masy: ≤ 30 kg (G1), 31-45 kg (G2) i > 45 kg (G3). Analiza statystyczna potwierdziła, że masa tuszy znacząco wpływa na zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny ω -3. W grupie G3 koncentracja kwasu C22:5 n-3 była dwukrotnie niższa, niż w grupie G1 [Batorska i wsp., 2018]. Badania wykazały, że jakość mięsa kształtowana jest przez ciężar tuszy, a lepsze parametry jakościowe wykazane zostały w tuszach o niższej masie.

Kolejna praca dotyczyła wpływu stosowania różnych dawek β -alaniny podawanej w mieszankach paszowych na kształtowanie się zawartości anseryny i karnozyny w mięsie szybko rosnących kurcząt Hubbard Flex [Łukasiewicz i wsp., 2015]. Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ podawania β -alaniny z mieszankami paszowymi na kształtowanie się zawartości anseryny w mięśniach piersiowych (0,701 vs. 0,806 mg/g) oraz karnozyny w mięśniach nóg (0,520 vs. 0,529 mg/g). Ponadto, w wyniku obróbki termicznej wykazano wysokoistony wzrost koncentracji anseryny, zarówno w mięśniach piersiowych, jak i mięśniach nóg.

Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. V: A3, A7, A8, A15

- A.3.** BATORSKA M., WIĘCEK J., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., PUPPEL K., SŁÓSZARZ J., GOŁĘBIEWSKI M., KUCZYŃSKA B., POPCZYK B., REKIEL A., BALCERAK M., 2018: The effect of carcass weight on chemical characteristics and fatty acid composition of *Longissimus dorsi* and *Semimembranosus* muscles of European wild boar (*Sus scrofa scrofa*) meat. *Canadian Journal of Animal Science* 98 (3): 557-564.
- A.7.** ŁUKASIEWICZ M., PUPPEL K.*, BALCERAK M., SŁÓSZARZ J., GOŁĘBIEWSKI M., KUCZYŃSKA B., BATORSKA M., WIĘCEK J., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., POPCZYK B., 2018a: Variability of Anserine and Carnosine concentration in the wild boar (*Sus scrofa scrofa*) meat. *Animal Science Papers and Reports*, 36 (2): 185-192.
- A.8.** ŁUKASIEWICZ M., PUPPEL K.*, SŁÓSZARZ J., GOŁĘBIEWSKI M., KUCZYŃSKA B., BATORSKA M., WIĘCEK J., KUNOWSKA-SŁÓSZARZ M., POPCZYK B., BALCERAK M., 2018b: Influence of age and sex on the content of bioactive peptides and the fatty acid profile of venison (*Cervus elaphus*). *Animal Science Papers and Reports*, 36 (4): 371-381.
- A.15.** ŁUKASIEWICZ M., PUPPEL K., KUCZYŃSKA B., KAMASZEWSKI M., NIEMIĘC J., 2015: β -Alanine as a factor influencing the content of bioactive dipeptides in muscles of Hubbard Flex chickens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(12): 2562-2565.

* Autor korespondencyjny

4. Czynniki kształtujące potencjał antyoksydacyjny mleka ekologicznego

W ramach realizowanego projektu „**BIOŻYWNOŚĆ –Podzadanie nr 2.6 - Wzbogacanie mleka o wybrane składniki bioaktywne w gospodarstwach niskonakładowych i ekologicznych**” powstały dwie prace dotyczące czynników kształtujących potencjał antyoksydacyjny mleka ekologicznego. Jednym z głównych problemów ekologicznych stad mlecznych jest zapewnienie krowom o wysokim potencjale produkcyjnym paszy pokrywającej zapotrzebowanie na składniki pokarmowe, przy zachowaniu standardów ekologicznych odnośnie składu dawki. Dysproporcja między zapotrzebowaniem, a możliwościami jego pokrycia powoduje obciążenie metaboliczne organizmu [Puppel i Kuczyńska, 2016]. W gospodarstwach konwencjonalnych ujemny bilans energii występuje zwykle w początkowym okresie laktacji i związany jest z szybkim wzrostem wydajności zwierząt przy ograniczonej zdolności pobrania pasz. Ze względu na sezonowe zmiany składu dawki pokarmowej i jakości pasz, w gospodarstwach ekologicznych można się spodziewać wystąpienia deficytu energetycznego także w innych fazach laktacji. Sakowski i wsp. [2012] wykazali istotną pozytywną korelację między poziomem kwasu β -hydroksymasłowego, a wydajnością krów. Kwas β -hydroksymasłowy był ujemnie skorelowany z fazą laktacji i poziomem nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku. Ponadto wykazana została ujemna korelacja między dzienną wydajnością mleka, a stężeniem aminotransferazy alaninowej we krwi. W kolejnej pracy określono wpływ fazy laktacji na kształtowanie się profilu metabolicznego wysokowydajnych krów w ekstensywnym systemie produkcji [Sakowski i wsp., 2015]. W trakcie realizacji doświadczenia pobrano 272 próbki mleka od krów, które znajdowały się w jednej z następujących faz laktacji: 5-30 dzień laktacji; 60-90 dzień laktacji (szczyt laktacji); 120-150 dzień laktacji; powyżej 250 dnia laktacji. Wykazano, że faza laktacji w istotny sposób kształtowała koncentrację laktoferyny, α -tokoferolu oraz β -karotenu w mleku krów w trakcie sezonu pastwiskowego. Najwyższą koncentrację laktoferyny wykazano w początkowym okresie laktacji, podobna zależność dotyczyła kwasu β -hydroksymasłowego. Najwyższą aktywność aminotransferazy alaninowej i wolnych kwasów tłuszczowych wykazana została w końcowej fazie laktacji. Wyniki badań potwierdzają, że również w przypadku systemu ekstensywnego, wysoka produktywność jest ściśle związana ze wzrostem zapotrzebowania krów na energię. Uzyskane wartości dla wskaźników profilu metabolicznego uzyskane dla czterech faz

laktacji znajdowały się na niższym poziomie względem wartości uzyskiwanych przez krowy w intensywnym systemie produkcji. W związku z powyższym, można stwierdzić, że system ekologiczny to nie tylko wyższy pod względem wartości biologicznej produkt finalny, ale również zdrowe zwierzę (bez zaburzeń metabolicznych).

W gospodarstwach ekologicznych okres żywienia pastwiskowego krów przekracza niejednokrotnie 180 dni, podczas gdy w tradycyjnych trwa zazwyczaj nie dłużej niż 140 dni. Celem doświadczenia było zbadanie, czy przedłużenie okresu pastwiskowego w ekologicznym systemie produkcji wpływa pozytywnie na kształtowanie się poziomu laktoferyny i lizozymu- dwóch białek serwatkowych charakteryzujących się właściwościami antymikrobiologicznymi [Kuczyńska i wsp., 2012]. Wykazano, że mleko ekologiczne pochodzące z późnego okresu pastwiskowego charakteryzowało się wyższym stężeniem białek serwatkowych, w porównaniu z mlekiem konwencjonalnym, w tym β -laktoglobuliny (4,12 vs. 2,68 g/L), laktoferyny (334,99 vs. 188,02 mg/L) i lizozymu (15,68 vs. 12,56 μ g/L). Jednakże mleko konwencjonalne pochodzące z wczesnego okresu zimowego charakteryzowało się wyższą koncentracją laktoferyny (249,5 vs. 185,27 mg/L) i lizozymu (16,63 vs. 13,22 μ g/L). Wyniki wskazują na istotne różnice w kształtowaniu się bioaktywnych białek serwatkowych w zależności od systemu produkcji i sezonu żywienia. Ponadto przedłużenie sezonu pastwiskowego w gospodarstwach ekologicznych wpływa negatywnie na kształtowanie się poziomu bioaktywnych składników mleka w późniejszym okresie. Dlatego też, wydłużenie sezonu pastwiskowego nie powinno być rekomendowane.

Celem kolejnej pracy było określenie wpływu sezonu żywienia oraz rasy krów, na kształtowanie profilu kwasów tłuszczowych mleka. Badania przeprowadzono w certyfikowanym gospodarstwie ekologicznym, w którym utrzymywane były krowy dwóch ras: brown swiss i polskiej holszyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. Wykazano, że w sezonie letnim, mleko pochodzące od krów rasy PHF wyróżniało się wyższą koncentracją: C18:1 *cis*-9, C18:2 *n*-6, C18:1 *trans*-11 i C18:2 *cis*-9 *trans*-11. Natomiast w sezonie zimowym w mleku krów rasy BS wykazano wyższą koncentrację C4:0, C18:1 *trans*-11 i C18:2 *cis*-9 *trans*-11, w porównaniu do mleka krów rasy PHF [Kuczyńska i wsp., 2011].

Publikacje wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. V: A24, A25, D.1.1, D.1.24:

A.24. KUCZYŃSKA B., PUPPEL K., METERA E., GOŁĘBIEWSKI M., SAKOWSKI T., SŁONIEWSKI K., 2012: Differences in whey proteins content between cow's milk collected in

- late pasture and early indoor feeding season from conventional and organic farms in Poland. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92: 2899-2904.
- A.25. SAKOWSKI T., KUCZYŃSKA B., PUPPEL K., METERA E., SŁONIEWSKI K., BARSZCZEWSKI J., 2012: Relationships between physiological indicators in blood and yield as well as chemical composition of milk obtained from organic dairy cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(14): 2905-2912.
- D.1.1. KUCZYŃSKA B., PUPPEL K., METERA E., KLIŚ P., GRODZKA A., SAKOWSKI T., 2011: Fatty acid composition of milk from Brown Swiss and Holstein-Friesian black and white cows kept in a certified organic farm. *Annals of Warsaw University of Life Sciences*, 49: 61-67.
- D.1.24. SAKOWSKI T., PUPPEL K., GOŁĘBIEWSKI M., KUCZYŃSKA B., METERA E., GRODKOWSKI G., 2015: Influence of lactation stage on selected blood parameters and biological value of cow milk during pasture season in organic system of production. *Annals of Warsaw University of Life Sciences - SGGW. Animal Science*, 54 (1): 95-104.

5. Ocena poziomu dobrostanu bydła mlecznego utrzymywanego w ekologicznym systemie produkcji na podstawie wskaźników behawioralnych

Dobrostanu zwierząt jest jednym z priorytetów zapewnienia tzw. bezpieczeństwa żywności (Siódmy Program Ramowy UE, 2011–2014). Dobrostan to stan harmonii zwierzęcia z otaczającym go środowiskiem, zarówno pod względem etologicznym, jak i fizjologicznym. Określono pięć podstawowych warunków zapewnienia dobrostanu, które nazywane są „pięcioma wolnościami”. W ramach realizacji projektu „**CORE Organic Plus - Towards preventive health management in native dual-purpose cattle adapted to organic pasture based production systems via novel breeding strategies based on novel trait recording**” skupiono się na trzeciej wolności: wolne od bólu, ran, chorób- przez zapewnienie właściwej opieki, możliwie szybkiej diagnozy i skutecznego leczenia. Coraz częściej w dużych stadach bydła mlecznego wprowadza się urządzenia oparte na akcelerometrach. Wspomagają one hodowcę w zarządzaniu stadem i pomagają obniżyć koszty, poprzez wczesne wykrywanie chorób zwierząt i problemów żywieniowych [Grodzowski i wsp., 2018]. Badania wykazały, że krowy u których zdiagnozowano kliniczną lub subkliniczną postać *mastitis* zdecydowanie mniej czasu spędzały na pobieraniu paszy i przeżuwanie (odpowiednio o 177 i 99 min, w porównaniu do sztuk zdrowych). Natomiast krowy ze zdiagnozowanymi kulawiznami, krócej o około 100 min pobierały paszę, a średnio o około 120 min dłużej odpoczywały. Dlatego też można stwierdzić, że sensory pomagają we wczesnym diagnozowaniu schorzeń, a tym samym wpływają na dobrostan krów mlecznych.

Uzyskane wyniki zaprezentowano na trzech międzynarodowych konferencjach:

- D.2.5.** SAKOWSKI T., PUPPEL K., GRODKOWSKI G., 2018: Bioactive properties of organic milk in Poland. Book of abstracts of the 69th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (24), Dubrovnik, Croatia, 27-31 August 2018, str. 183.
- D.2.9.** GRODKOWSKI G., SAKOWSKI T., PUPPEL K., BAARS T., 2017: Die Nutzung von Bewegungssensoren zur Verhaltens und Gesundheitskontrolle von Kühen auf Weideflächen”, XVII Polsko-Niemiecka Konferencja Naukowa, Balice 26-27.06.2017, str. 264-268.
- D.2.10.** GRODKOWSKI G., SAKOWSKI T., PUPPEL K., VAN MEURS K., BAARS T., 2017: Validation of an electronic herd control system for grazing dairy cows. Book of Abstracts of the 68th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (23), Tallinn, Estonia, 28 August - 1 September 2017, str. 172.

Publikacja wg Wykazu osiągnięć naukowo-badawczych, Zał. V: A4

- A.4.** GRODKOWSKI G., SAKOWSKI T., PUPPEL K., BAARS T., 2018: Various possibilities of using automatic herd control system on dairy farms - a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98: 5181-5188.

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)	4	13	Nie dotyczy
3	Doniesienia i abstrakty	4	Nie dotyczy	
4	Publikacje popularno-naukowe w czasopismach nie znajdujących się na liście MNiSW	8	Nie dotyczy	
5	Łącznie	16	13	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	6	190	10,98
2	Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	26	770	41,66
3	Monografie i publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie, o której mowa w punkcie II.A. (JCR)	32	254	Nie dotyczy
4	Doniesienia i abstrakty	22	Nie dotyczy	
5	Publikacje popularno-naukowe w czasopismach nie znajdujących się na liście MNiSW	21	Nie dotyczy	
6	<u>Łącznie</u>	86	1214	52,654

PODSUMOWANIE DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ

Całkowita liczba publikacji łącznie z listy A i B MNiSW: **68 (1227 pkt. MNiSW)**

- liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora: **64 (1214 pkt. MNiSW)**
- liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora z wyłączeniem prac stanowiących osiągnięcie naukowe: **58 (1024 pkt. MNiSW)**

Liczba publikacji z listy Web of Science: **32 (960 pkt. MNiSW)**

- liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora: **32 (960 pkt. MNiSW)**
- liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora z wyłączeniem prac stanowiących osiągnięcie naukowe: **26 (770 pkt. MNiSW)**

Sumaryczny IF: **52,654**

- IF po uzyskaniu stopnia doktora: **52,654**
- IF po uzyskaniu stopnia doktora z wyłączeniem prac stanowiących osiągnięcia naukowe: **41,66**

Liczba cytowań i publikacji według bazy Web of Science: **167** (stan na dzień 18.02.2019)

Indeks Hirscha według bazy Web of Science: **9** (stan na dzień 18.02.2019)

Liczba publikacji z listy B MNiSW: **36 (267 pkt. MNiSW)**

→ liczba publikacji po uzyskaniu stopnia doktora: **32 (254 pkt. MNiSW)**

Prace popularno-naukowe: **29** (21 po uzyskaniu stopnia doktora)

Doniesienia i abstrakty: **26** (22 po uzyskaniu stopnia doktora)

W **10.** pracach oryginalnych z listy A MNiSW jestem pierwszym autorem odpowiedzialnym za stworzenie koncepcji badań, dobór metod badawczych, realizację badań oraz opracowanie wyników. W **9.** pracach oryginalnych z listy A MNiSW jestem drugim autorem. Natomiast w **8.** pracach oryginalnych z listy A MNiSW jestem autorem korespondencyjnym, 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 (**13 pkt. MNiSW**) oraz z wyłączeniem prac stanowiących osiągnięcie naukowe (**190 pkt. MNiSW, IF 10,98**) mój dorobek naukowy wynosi **1054 pkt. MNiSW, IF 41,66.**

III. DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA

Pracę na stanowisku nauczyciela akademickiego podjęłam na Wydziale Nauk o Zwierzętach w czerwcu 2016 r. Przygotowanie dydaktyczne zdobyłam podczas stacjonarnych studiów doktoranckich 2005-2009, w trakcie uczęszczania na zajęcia pt. „Pedagogika z psychologią” oraz „Prowadzenia zajęć dydaktycznych”.

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

ZOOTECHNIKA

- a. *Hodowla bydła*, Kierunek Zootechnika, Studia stacjonarne, oraz niestacjonarne I° (ćwiczenia).
- b. *Produkcja mleka i mięsa*, Kierunek Zootechnika, Studia stacjonarne I° (ćwiczenia i wykłady).
- c. *Propedeutyka zootechniczna*, Kierunek Zootechnika, Studia stacjonarne oraz niestacjonarne I° (wykłady).
- d. *Towaroznawstwo produktów pochodzenia zwierzęcego*, Kierunek Zootechnika, Studia stacjonarne I° (wykłady, ćwiczenia).
- e. *Analiza instrumentalna*, Kierunek Zootechnika, Studia stacjonarne II° (ćwiczenia).
- f. *Modyfikowanie wartości odżywczej produktów pochodzenia zwierzęcego*, Kierunek Zootechnika, Studia stacjonarne II° (wykłady).

BIOINŻYNIERIA ZWIERZĄT

- a. *Techniki diagnostyczne*, Kierunek Bioinżynieria, Studia stacjonarne I° (ćwiczenia).
- b. *Wstęp do biologii i bioinżynierii zwierząt użytkowych*, Kierunek Bioinżynieria, Studia stacjonarne I° (ćwiczenia).
- c. *Analiza surowców pochodzenia zwierzęcego*, Kierunek Bioinżynieria, Studia stacjonarne II° (wykłady, ćwiczenia).
- d. *Postęp biologiczny w hodowli zwierząt*, Kierunek Bioinżynieria, Studia stacjonarne II° (wykłady, ćwiczenia) – koordynator przedmiotu.

WYDZIAŁ MEDYCYNY WETERYNARYJNEJ

- a. *Chów i hodowla zwierząt*, Kierunek Weterynaria, Studia stacjonarne I° (ćwiczenia).

Jestem koordynatorem oraz 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 Towarzystających i Dzikich, Studia niestacjonarne II° (wykłady).

BIOINŻYNIERIA ZWIERZĄT

- a. *Modern trends in animal breeding*, Kierunek Bioinżynieria II° (wykłady).

STUDIA DOKTORANCKIE realizowane na Wydziale Nauk o Zwierzętach

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

W ramach realizowanych zajęć opracowałam materiały dydaktyczne dotyczące chowu i hodowli bydła:

NAŁĘCZ-TARWACKA T., KUCZYŃSKA B, GOŁĘBIEWSKI M, **PUPPEL K.**, 2015:

Rozdział 1: Ocena kondycji (BCS), jako narzędzie w zarządzaniu stadem bydła mlecznego. Wyniki badań naukowych w produkcji zwierzęcej i możliwości zastosowania w praktyce: praca zbiorowa/pod red. Bożeny Ginalskiej - Radom: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu, 5-8. ISBN 978-83-63411-51-0.

KUCZYŃSKA B., GOŁĘBIEWSKI M., NAŁĘCZ-TARWACKA T., **PUPPEL K.**, 2015: Rozdział 2: Charakterystyka zaburzeń i chorób metabolicznych w wysokowydajnym stadzie krów mlecznych rasy PHF. Wyniki badań naukowych

w produkcji zwierzęcej i możliwości zastosowania w praktyce: praca zbiorowa/pod red. Bożeny Ginalskiej - Radom: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu, 9-18. ISBN 978-83-63411-51-0.

KUCZYŃSKA B., **PUPPEL K.**, 2011: Rozdział 5 - Ocena jakości mleka w Metody chowu i hodowli bydła. praca zbiorowa/pod red. prof. hab. Henryka Grodzkiego. *Wydawnictwo SGGW*, 109-130.

PUPPEL K., 2011: Rozdział 15 - Zajęcia terenowe w Metody chowu i hodowli bydła. Praca zbiorowa / pod red. prof. hab. Henryka Grodzkiego. *Wydawnictwo SGGW*, 359-368.

PRZYSUCHA T. i wsp., 2018: Mięśne użytkowanie bydła. Praca zbiorowa/pod red. Przysucha T., Gołębiowski M., Słószarz J. *Wydawnictwo SGGW*, ISSN: 978-83-7583-791-9. [aut.: PAULINA ABRAMOWICZ, MAREK BALCERAK, PIOTR BRZOSOWSKI, MARCIN GOŁĘBIEWSKI, HENRYK GRODZKI, BEATA KUCZYŃSKA, MAŁGORZATA KUNOWSKA-SŁÓSZARZ, TOMASZ PRZYSUCHA, **KAMIŁA PUPPEL**, JAN SŁÓSZARZ, KAROLINA WNEK].

Brałam również udział w przygotowaniu programów telewizyjnych:

- PUPPEL K., 2017: *Słowa eliksir życia*, Telewizja Mazowsze (09.11.2017).
- PUPPEL K., 2016: *Dobrostan krów*. TVR (15.05.2016).
- PUPPEL K., 2012: *Znęcanie się to nie tylko bicie*. TVN (01.03.2012).

Wykonałam recenzje artykułów naukowych dla następujących czasopism:

- *Iranian Journal of Applied Animal Science* (1 pozycja).
- *Journal of Dairy Science* (3 pozycje).
- *Livestock Science* (1 pozycja),
- *Journal of Dairy Research* (1 pozycja).
- *Small Ruminant Research* (3 pozycje).
- *Net Journal of Agricultural Science* (1 pozycje).
- *Journal of the Science of Food and Agriculture* (3 pozycje).

Ponadto, byłam recenzentem projektu badawczego dla:

- ETH Zurich (*Swiss Federal Institute of Technology*; 2017).
- ALMA (*Alberta Livestock and Meat Agency Ltd*; 2017).

Pracę na stanowisku nauczyciela akademickiego podjęłam na Wydziale Nauk o Zwierzętach w czerwcu 2016 r., i od tego momentu byłam promotorem **11. prac magisterskich** i **16. prac inżynierskich**. Wykonałam recenzje **22. prac inżynierskich**.

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

mgr inż. Aleksandra Kapusta:

promotor główny: dr hab. Beata Kuczyńska, prof. SGGW

promotor pomocniczy: dr inż. Kamila Puppel

data otwarcia przewodu: 21.03.2017

data obrony: 30.11.2018

mg inż. Arkadiusz Budziński:

promotor główny: dr hab. Beata Kuczyńska, prof. SGGW

promotor pomocniczy: dr inż. Kamila Puppel

data otwarcia przewodu: 24.01.2017

oraz **2. prac doktorskich** realizowanych w Instytucie Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu

mgr inż. Grzegorz Grodkowki:

promotor główny: dr hab. Tomasz Sakowski, prof. PAN

promotor pomocniczy: dr inż. Kamila Puppel

data otwarcia przewodu: 31.05.2017

mgr inż. Magdalena Stachelek:

promotor główny: dr hab. Tomasz Sakowski, prof. PAN

promotor pomocniczy: dr inż. Kamila Puppel

data otwarcia przewodu: 08.03.2019

Uczestniczyłam 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.**

IV. DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA

DODATKOWE FUNKCJE

- Członek Komisji ds. Jakości Kształcenia na Wydziale Nauk o Zwierzętach Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego (od 2017).
- Członek Rady Wydziału (od 2018).
- Opiekun Roku studentów studiów niestacjonarnych I^o, rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019 na kierunku Zootechnika.

Ponadto, jestem osobą odpowiedzialną w **Katedrze Szczegółowej Hodowli Zwierząt** Wydziału Nauk o Zwierzętach za:

- Przygotowywanie planów zamówień publicznych na dany rok kalendarzowy.
- Prowadzenie dokumentacji z przychodu i rozchodu substancji niebezpiecznych.
- Jestem członkiem zespołu spisowego przeprowadzającego „*Spis z Natury*”.

Ponadto, jestem członkiem następujących towarzystw naukowych i organizacji:

- Society of Chemical Industry; membership number: 73255 (od 2017).
- Komitet Naukowy Fundacji Promovendi (od 2017).
- Associate Editor in Bioinfo Publications - No. E004537F25 (od 2016).

V. NAGRODY I WYRÓŻNIENIA

1. Dyplom uznania przyznany uchwałą Rady Wydziału Nauk o Zwierzętach Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego za wyróżniającą pracę doktorską. 02.03.2012.
2. Dyplom uznania JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia dydaktyczne. 01.10.2012.
3. Dyplom uznania JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. 01.10.2013.
4. Dyplom uznania JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. 01.10.2014.
5. Dyplom uznania JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w

Warszawie za osiągnięcia naukowe. 01.10.2015.

6. Zespołowa Nagroda I stopnia JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie za osiągnięcia naukowe. 01.10.2017.

Warszawa, *29.01.2015*

Kamila Puppel
.....

Dr inż. Kamila Puppel