

Szczecin, dnia 3 marca 2025 roku

Dr hab. inż. Katarzyna Michałek, prof. ZUT
Katedra Fizjologii, Cytobiologii i Proteomiki
Wydział Biotechnologii i Hodowli Zwierząt

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Bełdowskiej

pt. „Odpowiedź jelitowa na stymulację prebiotykiem i postbiotykiem podanym *in ovo* w trakcie rozwoju embrionalnego” wykonanej w Katedrze Biotechnologii i Genetyki Zwierząt, Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich pod kierunkiem dr hab. inż. Aleksandry Dunisławskiej, prof. PBŚ oraz promotora pomocniczego dr inż. Marcina Barszcza

Podstawa formalna wykonania recenzji:

- pismo 3/RNCS.520.22.2024 z dnia 22 stycznia 2025 roku dr hab. inż. Jakuba Biesek, prof. PBŚ Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Zootechnika i Rybactwo Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich o wyznaczeniu mnie na recenzenta,
- przesłana rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Bełdowskiej w formie zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Podstawa prawna wykonania recenzji:

- art. 190 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (t. j. Dz. U. z 2024 poz. 157).

OCENENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Doskonalenie metod hodowli i zwiększenie efektywności produkcji drobiu nieodzownie związane są z ciągłym poszukiwaniem nowych rozwiązań. Zdrowie, w tym prawidłowe funkcjonowanie całego układu pokarmowego leżą u podstaw dobrostanu ptaków, który jest warunkiem właściwego wzrostu i produktywności drobiu. Minimalizacja oddziaływania negatywnych czynników w przemyśle drobiarskim nie tylko poprawia wydajność stada, wpływa również na konsumenta, który będzie spożywał mięso o wysokich standardach jakości i bezpieczeństwa. Pierwsze unijne ograniczenia dotyczące stosowania antybiotyków

w produkcji zwierzęcej wymusiły po 2006 roku konieczność wprowadzania nowych suplementów diety i dodatków do pasz. Podawanie różnych substancji bioaktywnych z zastosowaniem technologii *in ovo* jest nowoczesną techniką biomanipulacji zarodków kurzych, z którą związanych jest szereg możliwości. Stąd prowadzenie badań w tym zakresie, włączając analizę wpływu prebiotyków i postbiotyków administrowanych *in ovo* na odpowiedź immunologiczną oraz funkcjonowanie jelit i stabilizację ich mikrobioty są wysoce uzasadnione.

Nadesłana dokumentacja rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Beldowskiej obejmuje kolejno wstęp, wykaz artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji, uzasadnienie spójności tematycznej cyklu publikacji, hipotezę badawczą, cel i zakres badań, materiał i metody badań, wyniki, dyskusję, podsumowanie, bibliografię, streszczenie, kopie artykułów oraz oświadczenia autora i współautorów. Cykl spójnie tematycznie, recenzowanych prac opublikowanych w latach 2023 – 2024 został ujęty pod wspólnym tytułem „Odpowiedź jelitowa na stymulację prebiotykiem i postbiotykiem podanym *in ovo* w trakcie rozwoju embrionalnego”. Na cykl publikacji składają się:

- I. **Aleksandra Beldowska**, Marcin Barszcz, Aleksandra Dunisławska, State of the art in research on the gut-liver and gut-brain axis in poultry, *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2023, 14, 37 <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00853-0>
- II. **Aleksandra Beldowska**, Maria Siwek, Jakub Biesek, Marcin Barszcz, Anna Tuśnio, Kamil Gawin, Aleksandra Dunisławska, Impact of *in ovo* administration of xylo- and mannooligosaccharides on broiler chicken gut health, *Poultry Science*, 2024, 103, 12, 104261, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104261>
- III. Aleksandra Dunisławska, **Aleksandra Beldowska**, Olha Yatsenko, Maria Siwek, Effect of prebiotics administered during embryo development on mitochondria in intestinal and immune tissues of adult broiler chickens, *Poultry Science*, 2023, 102, 6, 102663, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102663>
- IV. **Aleksandra Beldowska**, Elżbieta Pietrzak, Jakub Biesek, Marcin Barszcz, Anna Tuśnio, Adrianna Konopka, Kamil Gawin, Aleksandra Dunisławska, The effect of sodium butyrate administered *in ovo* on the health status and intestinal response in broiler chicken, *Poultry Science*, 2024, 103, 10, 104108, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104108>

Sumaryczny wskaźnik oddziaływania (IF) publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej wynosi **19**, a punktacja Ministerstwa Edukacji i Nauki **620** punktów. Należy podkreślić, że wszystkie prace zostały poddane rzetelnej ocenie anonimowych recenzentów oraz starannej weryfikacji redakcyjnej w renomowanych czasopismach naukowych, co świadczy o ich wysokiej wartości merytorycznej. Przedstawione publikacje są współautorskie.

W dwóch pracach oryginalnych oraz jednej pracy przeglądowej doktorantka jest pierwszym autorem. Współautorzy potwierdzili w oświadczeniach wiodący udział mgr inż. Agaty Bełdowskiej w przygotowaniu publikacji (Załącznik nr 3). Wkład autorski Doktorantki obejmował m.in.: przeprowadzenie stymulacji *in ovo*, zebranie materiału biologicznego, wykonanie analiz molekularnych, analizę danych, opracowanie statystyczne, przygotowanie manuskryptu i jego korekta po recenzjach. Przedstawiony udział świadczy iż, Dyplomantka bardzo dobrze opanowała umiejętność prowadzenia badań naukowych, w tym realizację eksperymentu, analizę laboratoryjną oraz właściwą interpretację uzyskanych wyników.

Jak wymieniono powyżej, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych opatrzone „Wstępem”, który obejmuje 4 strony. Doktorantka w sposób zwięzły i przejrzysty wprowadziła w zagadnienia związane z tematyką rozprawy. Zwróciła uwagę na ważne aspekty przemysłu drobiarskiego, w tym poprawę wydajności produkcji poprzez utrzymanie stanu równowagi symbiotycznej pomiędzy mikrobiotą, a przewodem pokarmowym ptaków. Przypomina, że nieprawidłowe funkcjonowanie jelit negatywnie wpływa na trawienie i wchłanianie składników odżywczych. Doktorantka podkreśla, że częstym problemem może być nadmiar składników odżywczych w jelicie grubym i związana z tym obfitość niekorzystnych drobnoustrojów. Pani mgr inż. Agata Bełdowska przybliżyła technologie *in ovo* i jej znaczenie w modulowaniu odpowiedzi układu odpornościowego i składu mikrobioty u kurcząt. Kolejno omawia mikroorganizmy jelitowe oraz główne narządy zaangażowane w regulację odpowiedzi immunologicznej u ptaków. Wymienia i omawia działanie stosowanych u drobiu suplementów diety (probiotyki, prebiotyki, kwasy tłuszczowe i naturalne ekstrakty roślinne). Zwraca uwagę na fakt, że jelita współdziałają z innymi organami wewnętrznymi, w tym wątrobą i mózgiem. Szczegółowy opis obecnego stanu wiedzy na temat wzajemnych oddziaływań przewodu pokarmowego, mikrobioty jelitowej, wątroby i mózgu u drobiu zawarty jest w pierwszej z czterech prac zawartych w zbiorze publikacji. Publikacja przeglądowa numer 1 (Bełdowska i wsp. 2023) wraz ze wstępem bardzo dobrze wprowadzają w kolejno realizowane prace badawcze. Analiza dostępnej literatury pozwoliła Doktorantce na właściwe sformułowanie hipotezy badawczej, określenie celu i zakresu badań. Pani mgr inż. Agata Bełdowska wyznaczyła również 5 celów szczegółowych. Wszystkie cele badawcze osiągnięto poprzez realizację doświadczeń nr 1 i 2, a postawioną hipotezę potwierdzono.

W rozdziale „Materiał i metody badań” przedstawiono kolejno: kryteria oceny wpływu czynników doświadczalnych na mikrobiotę jelitową, kryteria oceny funkcjonowania jelita biodrowego i ślepego, podanie prebiotyków XOS i MOS *in ovo* (eksperyment nr 1), pomiar pH



oraz analizę krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, względną obfitość bakterii wskaźnikowych i analizę ekspresji genów, analizę kopi mitochondrialnego DNA i ekspresje genów mitochondrialnych. Przedstawiono również podanie maślanu sodu *in ovo* w 12 dobie inkubacji jaj (eksperyment nr 2), analizę biochemiczną krwi, względną obfitość bakterii wskaźnikowych oraz względną analizę ekspresji genów, stężenie SCFA oraz morfologię jelit. Na uwagę zasługują starannie zaplanowane doświadczenie, zwięzły opis prowadzonych badań oraz ogrom wykonanej pracy.

W kolejnym rozdziale „Wyniki” mgr inż. Agata Bedłowska przejrzyście przedstawiła wyniki przeprowadzonych dwóch eksperymentów. Doktorantka dołączyła również schemat prowadzonych doświadczeń oraz cyklu publikacyjnego, który ułatwia „odnalezienie” uzyskanych wyników w poszczególnych pracach wchodzących w skład ocenianego opracowania. W rozdziale „Dyskusja”, który obejmuje blisko 4 strony Doktorantka logicznie omówiła wyniki z poszczególnych prac w odniesieniu do aktualnej literatury. Kolejno konfrontuje otrzymane rezultaty w wynikami innych autorów, przedstawia słuszne spostrzeżenia i właściwą interpretację.

Rozprawa doktorska jest zakończona rozdziałem „Podsumowanie”, w którym doktorantka potwierdza postawioną hipotezę badawczą oraz formułuje 6 wniosków. Za najważniejsze osiągnięcia w pracy uważam wykazanie, że stymulacja *in ovo* prebiotykami XOS4 i MOS3 powoduje zmiany w ekspresji genów, w tym tych związanych z odpowiedzią układu odpornościowego, że podanie *in ovo* prebiotyków XOS4, MOS3 i MOS4 stymuluje rozwój korzystnych drobnoustrojów w jelitach kurcząt, że stymulacja XOS3, XOS4, MOS3 i MOS4 wpływają na mitochondria komórkowe w migdałkach jelita ślepego oraz błonie śluzowej jelita ślepego. Na uwagę zasługują również stwierdzenia, że stymulacja *in ovo* maślanem sodu powoduje zmiany w niektórych analizowanych parametrach, a jego dawka 0,3% ma najwyższy potencjał w kierunku poprawy i/lub utrzymania zdrowotności jelit.

Zamieszczona na końcu rozprawy doktorskiej „Bibliografia” liczy 74 pozycje, które ściśle korespondują z podjętą tematyką badawczą. Wszystkie cytowane prace są anglojęzyczne, jedynie zalecenia żywieniowe i wartości pasz dla drobiu opublikowano w języku polskim.

Rozprawę doktorską Pani mgr inż. Agaty Bedłowskiej oceniam bardzo wysoko. Stwierdzam, że Doktorantka ma ugruntowaną wiedzę z zakresu prowadzonych badań, umiejętności prowadzenia badań oraz interpretacji i konfrontowania rezultatów z wynikami innych autorów. Z obowiązku recenzenta wymieniam poniżej drobną sugestie, która nie umniejsza wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej i nie wpływa na jej pozytywną ocenę. Po przeczytaniu całości autoreferatu czuję pewien niedosyt, bowiem Dyplomantka nie



skomentowała jakie są perspektywy i realne możliwości związane z wdrożeniem uzyskanych wyników w codziennej praktyce hodowlanej. Nie wskazała również czy jest potrzeba prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. Jeśli tak, to jakie w następnej kolejności należałoby podjąć działania naukowe?

WNIOSEK KOŃCOWY

Stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Bełdowskiej pt. „Odpowiedź jelitowa na stymulację prebiotykiem i posbiotykiem podanym *in ovo* w trakcie rozwoju embrionalnego”, wykonana w Katedrze Biotechnologii i Genetyki Zwierząt, Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, pod kierunkiem dr hab. inż. Aleksandry Dunisławskiej, prof. PBS oraz promotora pomocniczego dr inż. Marcina Barszcza, odpowiada warunkom określonym w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (t.j. Dz. U. z 2024 poz.157) i może być podstawą do nadania stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie zootechnika i rybactwo.

Przedstawiam zatem Wysokiej Radzie Naukowej Dyscypliny Zootechnika i Rybactwo Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich wniosek o dopuszczenie mgr inż. Aleksandry Bełdowskiej do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora. Jednocześnie mając na uwadze wysoką wartość naukową uzyskanych wyników, oryginalny i nowatorski temat badawczy zwracam się z prośbą o wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej

Dr hab. inż. Katarzyna Michałek, prof. ZUT