

Lublin, 07 listopada 2022 r.

Dr hab. Robert Stryjecki
Katedra Zoologii i Ekologii Zwierząt
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

O C E N A

rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Bordiean
pt. „Wykorzystanie pozostałości biomasowych w hodowli owadów”

Podstawę do sporządzenia niniejszej recenzji stanowi pismo z dnia 03 października 2022 roku wystosowane przez Przewodniczącą Rady Naukowej Dyscypliny *rolnictwo i ogrodnictwo* w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim, prof. dr hab. Agnieszkę Pszczółkowską, informujące o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Bordiean.

Recenzja została przygotowana na podstawie otrzymanej wersji drukowanej rozprawy.

1. Wstęp

Problem z niedoborami żywności jest jednym z najważniejszych we współczesnym świecie. Problem ten narasta w związku z szybkim przyrostem populacji ludzkiej. Produkcja żywności w wielu rejonach świata jest niewystarczająca. Równoległym, i bardzo pilnym do rozwiązania problemem, jest właściwe wykorzystanie biomasy powstającej w procesie produkcji żywności. Odpady powstałe na różnych etapach produkcji żywności nie są w pełni wykorzystywane. Z takich odpadów można by odzyskać wiele składników pokarmowych, które są tak potrzebne w świetle kryzysu żywnościowego.

Poszukiwanie alternatywnych źródeł żywności staje się pilną potrzebą, wymuszoną aktualną sytuacją na rynku żywnościowym. Konieczne jest zwiększenie podaży biomasy, która mogłaby być wykorzystywana jako pasza dla zwierząt lub pokarm dla ludzi. Nadzieją na, chociażby częściowe, rozwiązanie problemów żywnościowych jest wykorzystanie owadów. Zagadnienie wykorzystanie owadów jako pokarmu nie jest nowe. Opracowania związane z tym tematem były prezentowane już w połowie XX w., jednak w ostatnich latach rozwijanie badań

przyczyniających się do wykorzystania owadów jako alternatywnego źródła białka wydaje się szczególnie istotne.

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy dwóch zarysowanych wyżej problemów, tj. racjonalnego wykorzystania biomasy powstałej w produkcji żywności oraz wykorzystania owadów jako źródła białka. Poruszana przez Doktorantkę tematyka jest bardzo aktualna w świetle wyzwań przed jakimi stoją producenci żywności.

Wskazane wyżej uwarunkowania w pełni uzasadniają potrzebę podjęcia badań prezentowanych w ocenianej w rozprawie doktorskiej.

2. Informacje o ocenianej rozprawie doktorskiej

2.1. Informacje ogólne

Praca doktorska powstała w ramach Interdyscyplinarnego Programu Doktoranckiego „Biogospodarka”, finansowanego przez Unię Europejską w ramach programu Europejskiego Funduszu Społecznego (nr. POWR.03.03.00-00-M141/16). Praca została wykonana w Katedrze Genetyki Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, pod kierunkiem dr. hab. Michała Zenona Krzyżaniaka, prof. UWM, oraz dr. hab. Stanisława Czachorowskiego, prof. UWM, z Katedry Ekologii i Ochrony Środowiska.

Podstawę ocenianej pracy doktorskiej stanowi cykl czterech artykułów opublikowanych w latach 2020-2022. Wszystkie prace zostały opublikowane w czasopismach indeksowanych w JCR. Współczynnik wpływu (Impact Factor) czasopisma Agriculture-Basel, w którym opublikowano trzy z czterech prac, wynosi 3.408 (5-cio letni IF = 3.459), a punktacja wg listy MNiSW wynosi 100 punktów. Drugie czasopismo – Insects, ma przypisany IF = 3.141 (5-cio letni IF = 3.268), a punktacja wg listy MNiSW wynosi także 100 punktów. Sumaryczny IF prezentowanego cyklu prac wynosi 13,365, a sumaryczna liczba punktów za te publikacje wynosi 400, co jest wartością bardzo dobrą.

Ponieważ nie ma potrzeby ponownej oceny poszczególnych publikacji, które już przeszły wnikliwy proces recenzyjny, należy skupić się spójności całego zestawu i ocenie autoreferatu rozprawy doktorskiej.

2.2. Informacje i uwagi o poszczególnych częściach składowych rozprawy

Tytuł rozprawy

Tytuł rozprawy „Wykorzystanie pozostałości biomasowych w hodowli owadów”, jest niepełny. W tytule brakuje określenia o jaką biomasę chodzi. W streszczeniu pojawia się termin „biomasa pochodzenie rolnicze”. Takie właśnie określenie powinno znaleźć się w tytule

rozprawy. Użycie tego określenie podkreślałoby ponadto ukierunkowanie rozprawy na dyscyplinę naukową w której rozprawa ma się zawierać, czyli dyscyplinę „rolnictwo i ogrodnictwo”.

Zatem, tytuł rozprawy powinien brzmieć:

„Wykorzystanie pozostałości biomasowych pochodzenie rolniczego w hodowli owadów”.

W tytule angielskim znalazł się błąd literowy – w słowie „utilsation” brakuje litery „i” (powinno być „utilisation”).

Ocena układu rozprawy doktorskiej

Przedłożona do recenzji drukowana wersja rozprawy składa się z 41 stron numerowanych oraz stron nienumerowanych.

Struktura numerowanej części pracy jest następująca: streszczenie w języku angielskim, streszczenie w języku polskim, wykaz publikacji składających się na pracę doktorską. Następnie tekst jest podzielony na cztery numerowane rozdziały: 1. Wstęp, 2. Cel badań, 3. Materiał i metody, 4. Wyniki i dyskusja. Po numerowanych rozdziałach znajdują się nienumerowane rozdziały: „Konkluzje”, sekcja „Podziękowania”, informacja o finansowaniu badań oraz rozdział „Piśmiennictwo”.

Do otrzymanej wersji drukowanej rozprawy zostały dołączone cztery publikacje wchodzące w skład cyklu, a także oświadczenia Doktorantki i współautorów o wkładzie procentowym poszczególnych autorów w powstanie poszczególnych publikacji (strony nienumerowane).

Układ rozprawy jest prawidłowy i zawiera wszystkie niezbędne elementy (rozdziały) zazwyczaj stosowane w rozprawach doktorskich.

Streszczenie w języku angielskim i polskim

Streszczenie w sposób syntetyczny informuje czego dotyczy rozprawa. Przedstawia tło problemu uzasadniające potrzebę podjęcia badań, cel badań, oraz najważniejsze wyniki i wnioski.

Uwagi do tekstu:

1. Oczywiście, streszczenie nie może być za długie ale powinno być zrozumiałe samo w sobie w największym możliwym stopniu. W zaprezentowanym streszczeniu zabrakło wyjaśnienia skrótów używanych w tekście: WB, WS, CF, RM. Brak pełnych nazw utrudnia przyswojenie treści.

2. Można znaleźć zdania np. „Wyniki doświadczenia z wykorzystaniem różnych produktów ubocznych w żywieniu larw mącznika wykazały...” albo „Prowadzonych jest wiele badań

dotyczących wpływu różnych pasz i produktów ubocznych na jakość odżywczą mącznika i jego rozwój”. Jakich różnych produktów ubocznych? Należałoby zawsze precyzyjnie określać o jakie produkty chodzi.

3. Zdanie „Mącznik młynarek to chrząszcz z rodziny Coleoptera: Tenebrionidae” powinno brzmieć „Mącznik młynarek to chrząszcz z rodziny Tenebrionidae”.

4. Brak konsekwencji w podawaniu wartości parametru „aktywności wody” – czasami (a_w 0,49–0,55), a innym razem tylko (0,06–0,55).

Wstęp

Rozdział zajmuje dwie strony maszynopisu. Jest oparty na dobrze dobranym piśmiennictwie specjalistycznym i w sposób logiczny prowadzi czytelnika do celów badań i dalszych części rozprawy. Niewątpliwie wskazuje również na szeroką znajomość tematyki badawczej.

Uwagi do tekstu:

1. W tekście pojawia się zdanie „W świecie o rosnącej populacji rozwiązaniem może być również entomofagia”.

Termin „entomofagia jest użyty niewłaściwie. Entomofagia oznacza, owszem, spożywanie owadów przez ludzi, ale w kontekście kulturowym i biologicznym, a nie jako produkcję i wykorzystanie białka z owadów na skalę przemysłową.

2. Zdanie „Szacuje się, że na świecie entomofagię praktykuje ponad 2 miliardy ludzi [11], w tym ponad 2000 gatunków owadów [12]” powinno brzmieć: „Szacuje się, że na świecie entomofagię praktykuje ponad 2 miliardy ludzi [11], a jako pokarm jest wykorzystywanych ponad 2000 gatunków owadów [12]”.

3. Zdanie „Alternatywnie, stosowanie składników (tłuszczu) z owadów jest dopuszczalne w akwakulturze kilku gatunków (świerszcz pospolity, świerszcz pasmowy, świerszcz polny, mącznik pospolity, mącznik pospolity, mucha czarna i mucha pospolita), choć z pewnymi ograniczeniami, z uwzględnieniem przepisów [14]” powinno brzmieć: „Alternatywnie, stosowanie składników (tłuszczu) z kilku gatunków owadów (świerszcz pospolity, świerszcz pasmowy, świerszcz polny, mącznik pospolity, mącznik pospolity, mucha czarna i mucha pospolita), jest dopuszczalne w akwakulturze, choć z pewnymi ograniczeniami, z uwzględnieniem przepisów [14]”.

Cel badań

Rozdział obejmuje pięć punktów z odniesieniami do poszczególnych publikacji wykorzystanych w rozprawie doktorskiej. Przedstawione cele są jasne i wynikają z zarysowania

problematyki przedstawionej we wstępie. Szkoda, że w tym rozdziale zabrakło jakieś hipotezy badawczej (lub hipotez).

Material i metody

Rozdział jest podzielony na kilka podrozdziałów opisujących zróżnicowaną metodykę, wynikającą z charakteru opracowywanego materiału (praca przeglądowa, praca badawcza).

Metodologia pracy przeglądowej (Publikacja 1) jest jasna i zrozumiała.

Metodologie eksperymentów w zakresie hodowli owadów (Publikacja 2 i 3) oraz eksperymentu z suszeniem owadów (Publikacja 4) są opisane bardzo dokładnie, z wszelkimi szczegółami pozwalającymi zapoznać się z procedurą przeprowadzonych badań.

Uwagi do tekstu:

Na tle dość długiego opisu metodyki (sześć stron maszynopisu wraz z tabelami i rycinami) zaskakuje dość skąpy opis zastosowanych metod (testów) statystycznych (sekcja 3.4. Analizy statystyczne). To tylko 6 wierszy tekstu. Nie ma podanych ważnych informacji: czy dane wyjściowe były testowane pod kątem normalności rozkładów oraz jednorodności wariancji? Czy testy były parametryczne czy nieparametryczne? Zastosowanie testu Tukey'a jako testu post-hoc sugeruje, iż dane miały rozkład normalny i zastosowano testy parametryczne, ale należałoby to wyraźnie zaznaczyć w metodyce.

Wyniki i dyskusja

To najdłuższy rozdział w rozprawie, zajmujący 14 stron (wraz z tabelami i rycinami). Rozdział jest podzielony na cztery podrozdziały, zgodne z tematyką prezentowaną w czterech publikacjach będących podstawą rozprawy doktorskiej.

W podrozdziale „4.1. Badania nad mącznikiem młynarkiem w Europie” Doktorantka prezentuje przegląd publikacji związanych z *Tenebrio molitor* (Publikacja 1). Analizy wykazały, że liczba artykułów związanych z tą tematyką znacząco wzrosła po roku 2015, co wskazuje na zwiększone zainteresowanie tym gatunkiem owada jako źródłem białka.

W podrozdziale 4.2. są przedstawione wyniki badań dotyczących zastosowania różnych produktów powstających w produkcji rolniczej i przemysłowej wykorzystywanych do karmienia larw mącznika i ich wpływu na przyrost masy larw (Publikacja 2). Do opracowania wyników zastosowano dwa wskaźniki: współczynnik konwersji paszy (FCR) oraz efektywność konwersji paszy spożytej (ECI). Przedstawione badania miały charakter wstępny. Eksperyment wykazał, że masa larw mącznika najszybciej wzrastała w przypadku hodowli owadów na otrębach pszennych. Stwierdzono także, że owady mają lepszy współczynnik wykorzystania paszy w porównaniu z innymi (dużymi) zwierzętami hodowlanymi.

Podrozdział 4.3 dotyczy podobnych zagadnień, jednak wyniki opierają się na dłuższym okresie badań i większym materiale badawczym (Publikacja 3). Oceniane były takie parametry jak: przeżywalność larw, okres potrzebny do przepoczwarczenia, masa końcowa larw. Oceniane były także, podobnie jak w poprzednim podrozdziale, wskaźniki FCR i ECI. Głównymi konkluzjami były stwierdzenia że: 1) FCR larw hodowanych na dietach o najwyższej zawartości białka był najniższy w porównaniu z larwami hodowanymi na dietach o mniejszej zawartości białka, 2) nieodpowiednia lub niewystarczająco pożywna dieta jest spożywana przez owady w większej ilości, ale z mniejszą wydajnością.

Podrozdział 4.4. dotyczy wpływu różnych metod suszenia na cechy larw mącznika. Stosowano dwie metody suszenia (suszenie konwekcyjne i liofilizacja), z różnymi modyfikacjami temperatury oraz czasu blanszowania i suszenia. Oceniano następujące parametry: wilgotność, aktywność wody, białko, tłuszcz surowy, włókno surowe i popiół. Stwierdzono statystycznie istotne różnice we wszystkich analizowanych laboratoryjnie parametrach w zależności od wariantu doświadczenia.

Uwagi do tekstu:

Informacje przedstawione w podrozdziale 4.1. stanowią dobre uzasadnienie podjęcia tematu ocenianej rozprawy doktorskiej. Jednocześnie są bardzo dobrym wprowadzeniem do kolejnych podrozdziałów, prezentujących wyniki przeprowadzonych badań.

Podrozdziały 4.2-4.4 stanowiące część badawczą pracy są dobrze opracowane. Uzupełnieniem obszernego tekstu są czytelne tabele i ryciny. Wyniki własne są dyskutowane z dobrze dobraną i aktualną literaturą. Na uwagę zasługuje fakt, iż wyniki uzyskane przez Doktorantkę nie zawsze pokrywają się z wynikami innych autorów, zatem wnoszą nową wiedzę do omawianego zagadnienia.

Wnioski

Rozdział „Wnioski” zajmuje 1,5 strony maszynopisu, jest więc dość obszerny. W rozdziale znajdują się cztery akapity, odpowiadające zagadnieniom poruszonym w czterech publikacjach stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej.

Doktorantka w sposób zwięzły, precyzyjny i bardzo informacyjny przedstawia najważniejsze elementy ujęte w publikacjach i tekście rozprawy. Zwraca zatem uwagę na wzrost zainteresowania mącznikiem młynarkiem, co wynika ze stosunkowo łatwej hodowli tego gatunku owada, ale także zdolności do przetwarzania produktów (pasz) niskoenergetycznych w produkty spożywcze o wysokiej wartości (Publikacja 1).

Głównym wnioskiem z pierwszej pracy badawczej (Publikacja 2) jest stwierdzenie, że najlepszą pożywką dla larw mączników były otręby pszenne – larwy karmione otrębami osiągały największą suchą masę. Najmniej korzystna była pożywka z wykorzystaniem słonecznika wierzbowego. To stwierdzenie wskazuje, że najlepszą pożywką dla mączników, pochodzącą z produkcji rolniczej, jest biomasa powstała w trakcie przetwarzania zbóż.

Badania długoterminowe (Publikacja 3) potwierdziły przydatność wykorzystania otrąb pszennych w hodowli larw mącznika – na tej diecie larwy uzyskiwały najwyższą końcową świeżą i suchą masę. Badania długoterminowe wykazały również, że pożywka ze słonecznika wierzbowego nie była wystarczająca pod względem odżywczym i skutkowała długim okresem stadium larwalnego, niską świeżą i suchą masą larw, a także powolnym przyrostem masy larw.

Głównym wnioskiem z badań nad sposobami obróbki larw mącznika (Publikacja 4) było stwierdzenie, że blanszowanie hamuje procesy enzymatyczne, które prowadzą do brązowienia, co sprawia, że larwy mają jaśniejszy kolor, a takie właśnie larwy są wybierane przez konsumentów.

Piśmiennictwo

Spis literatury obejmuje 47 pozycji. Wszystkie pozycje to prace anglojęzyczne. Prace cytowane w rozprawie to artykuły opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych. Na uwagę zasługuje fakt, że w wykorzystanym piśmiennictwie przeważają najnowsze publikacje – prace z lat 2017-2022. Literatura jest dobrze dobrana, ściśle związana z tematyką rozprawy. Dobór prac świadczy o szerokim rozeznaniu Doktorantki w prezentowanej tematyce.

2.3. Pozostałe informacje i uwagi o ocenianej rozprawie doktorskiej

Podstawą ocenianej rozprawy doktorskiej są cztery publikacje. Trzy prace zostały opublikowane w piśmie *Agriculture-Basel*, a czwarta – w piśmie *Insects*. Według załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych z dnia 1 grudnia 2021 r., oba tytuły czasopism przyporządkowane są m.in. do dyscypliny naukowej *rolnictwo i ogrodnictwo*. Niezależnie od profilu wymienionych czasopism, w mojej własnej ocenie treść rozprawy doktorskiej kwalifikuje Panią mgr inż. Annę Bordiean do ubiegania się o stopień doktora nauk rolniczych w zakresie dyscypliny naukowej *rolnictwo i ogrodnictwo*.

Tematyka rozprawy doktorskiej jest przedstawiona w sposób kompleksowy i wielowątkowy. Wyniki badań własnych i dobrze poprowadzona dyskusja z wykorzystaniem najnowszej literatury świadczy o dużej ogólnej wiedzy teoretycznej Doktorantki w zakresie

dyscypliny naukowej *rolnictwo i ogrodnictwo* oraz kompetencjach do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki stanowią rozwiązanie problem naukowego dotyczącego wykorzystania rolno-przemysłowych produktów ubocznych w żywieniu mącznika młynarka. Badania przedstawione w rozprawie doktorskiej nie tylko wnoszą wkład w wiedzę na temat wykorzystania odpadów pochodzenia rolniczego w hodowli owadów, ale mają także charakter aplikacyjny. Przykładem praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań może być opracowanie technologii przetwarzania larw mącznika w taki sposób, aby zawierały one najwięcej składników pokarmowych oraz były atrakcyjne dla konsumenta. Zatem, przedstawioną rozprawę można uznać także za oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej.

3. Ocena indywidualnego wkładu kandydata w powstanie rozprawy doktorskiej

Wszystkie prace będące podstawą ocenianej rozprawy doktorskiej zostały zrealizowane w zespołach kilku autorów. W trzech publikacjach Doktorantka jest pierwszym autorem, w tym w jednej z tych prac – także autorem korespondencyjnym. W czwartej pracy doktorantka jest trzecim autorem (na czworo autorów).

Według informacji zamieszczonych w artykułach w sekcjach „Author Contributions”, a także deklaracji złożonych przez samą Panią mgr inż. Annę Bordiean, Doktorantka była odpowiedzialna lub współodpowiedzialna za następujące elementy cząstkowe składające się na efekt finalny w postaci publikacji:

Praca nr 1: metodologia, przeprowadzenie badań, opracowanie danych, przygotowanie manuskryptu, jego edycja i korekta, przygotowanie rycin (udział całkowity w przygotowaniu publikacji 55%).

Praca nr 2: opracowanie danych, analizy, przeprowadzenie badań, przygotowanie rycin, przygotowanie manuskryptu, jego edycja i korekta, (udział całkowity w przygotowaniu publikacji 70%).

Praca nr 3: koncepcja pracy, metodologia, walidacja, analizy, przeprowadzenie badań, przygotowanie manuskryptu, jego edycja i korekta, (udział całkowity w przygotowaniu publikacji 70%).

Praca nr 4: opracowanie danych, analizy, przeprowadzenie badań, przygotowanie manuskryptu i jego edycja (udział całkowity w przygotowaniu publikacji 30%).

Na podstawie powyższego zestawienia należy stwierdzić, że udział Doktorantki w przygotowaniu publikacji był znaczący. Ten wysoki udział w powstaniu prac uprawnia Panią

mgr inż. Annę Bordiean do przedstawienia cyklu czterech publikacji jako swojej rozprawy doktorskiej.

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując, uważam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Bordiean jest wartościowym wkładem w poznanie zagadnienia wykorzystania odpadów pochodzenia rolniczego w hodowli owadów. Należy podkreślić fakt opublikowania artykułów składających się na niniejszą rozprawę doktorską w wysoko indeksowanych czasopismach naukowych, co niewątpliwie zwiększa zasięg uzyskanej wiedzy. Świadczy to także bardzo dobrze o możliwościach i kompetencjach naukowych Doktorantki.

Stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 marca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (tekst jednolity: Dz. U. z 2022 r. poz. 547 ze zm.) stawiane rozprawom doktorskim. Wnioskuje zatem o dopuszczenie Pani mgr inż. Anny Bordiean do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Robert Stryjecki

Dr hab. Robert Stryjecki