

Lublin, 8.11.2022 r.

Dr hab. Katarzyna Golan, prof. uczelni  
Katedra Ochrony Roślin  
Zakład Entomologii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

### Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Anna Bordiean,

pt. „Biomass residue utilisation in insect rearing / Wykorzystanie pozostałości biomasowych w hodowli owadów”

Rozprawa doktorska wykonana została na Wydziale Rolnictwa i Leśnictwa w Katedrze Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców oraz na Wydziale Biologii i Biotechnologii w Katedrze Ekologii i Ochrony Środowiska pod kierunkiem dr hab. inż. Michała Zenona Krzyżaniaka, prof. UWM (dyscyplina rolnictwo i ogrodnictwo) oraz dr hab. Stanisława Czachorowskiego, prof. UWM z Katedry Ekologii i Ochrony Środowiska (dyscyplina biologia), Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

### Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzja w przewodzie doktorskim mgr inż. Anny Bordiean została mi powierzona na zlecenie Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (pismo z dnia 3.10.2022 podpisane przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny, prof. dr hab. Agnieszkę Pszczółkowską).

### Ocena celowości badań podjętych w rozprawie

Tematyka opiniowanej rozprawy doktorskiej dotyczy aktualnego zagadnienia związanego z problemem niedożywienia występującym na świecie. Pomimo, iż zjawisko to dotyka coraz większą część populacji ludzi, około jedna trzecia biomasy pochodzenia rolniczego, ważne źródło składników odżywczych, jest tracona z powodu nieefektywnego przechowywania lub ograniczeń technicznych. Jednym ze sposobów ograniczenia strat biomasy jest jej wykorzystanie jako paszy dla owadów. Wśród nich najczęściej hodowanym gatunkiem owadów w Europie jest *Tenebrio molitor* L. – mącznik młynarek, chrząszcz z rodziny Tenebrionidae. Ten polifagiczny i kosmopolityczny gatunek w siedliskach naturalnych występuje dosyć rzadko, zdecydowanie łatwiej znaleźć go można w przechowalniach produktów zbożowych i zbóż, gdzie jest typowym szkodnikiem. Jednakże, *T. molitor* może być wykorzystany jako żywy pokarm, suszony lub sproszkowany dla inwentarza żywego, zwierząt domowych oraz ryb. Owady to cenne źródło pokarmu dla ludzi, niedoceniane przez kulturę Zachodu, jednak od wieków znajdujące się w jadłospisie mieszkańców obu Ameryk (głównie Ameryki Południowej i Środkowej), Afryki i Azji. W swoim składzie posiadają wysoko przyswajalne białko i tłuszcze. Proteiny owadów są dobrym

źródłem aminokwasów. Mączki z owadów posiadają wysoką zawartość kwasów nienasyconych, tj. kwas oleinowy, linolowy i  $\alpha$ -linolenowy. Doceniając walory owadów jako źródła pokarmu i ich znaczenie w biokonwersji składników odżywczych z biomasy różnego pochodzenia w maju 2021 roku Komisja Europejska (Komitet ds. Roślin, Zwierząt, Żywności i Pasz) wydała pozytywną opinię w sprawie projektu aktu prawnego zezwalającego na wprowadzenie do obrotu suszu mącznika młynarka jako nowej żywności „novel food”. W lutym 2022 roku Rozporządzenie Wykonawcze Komisji Unii Europejskiej 2022/169 zezwoliło na wprowadzenie larw *T. molitor* jako nowej żywności. Po naukowej ocenie Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) jest to pierwsze zezwolenie na wprowadzenie owadów jako nowej żywności do obrotu w UE.

Z licznych doniesień literaturowych wynika, że mącznik młynarek jest szeroko testowanym gatunkiem owada, zarówno jako pasza dla zwierząt gospodarskich, główny składnik żywności lub jeden ze składników produktów żywnościowych również w diecie człowieka. Jego szeroki polifagizm umożliwia biokonwersję składników z biomasy różnego pochodzenia, co ma istotne znaczenie dla środowiska naturalnego. Jak wykazano na parametry demograficzne m.in. behawior, płodność, śmiertelność, tempo rozwoju oraz długość trwania oraz wielkość ciała poszczególnych stadiów rozwojowych i zawartość składników odżywczych *T. molitor* w dużym w dużym stopniu wpływają warunki środowiskowe, w tym pokarm. Z tego powodu niezwykle aktualne wydają się badania koncentrujące się na poszukiwaniu alternatywnych rodzajów pasz, które pozytywnie oddziaływałyby na rozwój i właściwości mącznika młynarka, a jednocześnie pomogłyby zredukować wyprodukowaną i niewykorzystaną biomasę pochodzenia rolniczego i przemysłowego.

Według mojej opinii, zagadnienia poruszane w przedstawionej do recenzji rozprawie doktorskiej, których celem jest między innymi poszukiwanie nowych źródeł wysokiej jakości pokarmu oraz troska o środowisko naturalne są aktualne, o dużym znaczeniu poznawczym jak i praktycznym, a temat uznaję za niezwykle trafny i interdyscyplinarny.

### **Ocena formalna rozprawy doktorskiej**

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Anna Bordiean ma formę monotematycznego zbioru czterech artykułów naukowych. Wszystkie prace zostały opublikowane w renomowanych czasopiśmie indeksowanych w bazie Journal Citation Reports: trzy prace opublikowano w Agriculture (IF = 3,408 z 2021 roku; IF z ostatnich 5 lat = 3,459), jedną pracę w Insects (IF = 3,139 z 2021 roku; IF z ostatnich 5 lat = 3,285).

Na rozprawę doktorskiej mgr inż. Anny Bordiean składają się publikacje naukowe:

1. Bordiean A., Krzyżaniak M., Stolarski M.J., Czachorowski S., Peni D. 2020. Will yellow mealworm become a source of safe proteins for Europe? Agriculture 10, 233; <https://doi.org/10.3390/agriculture10060233> (IF=3,408; 100 pkt.)
2. Bordiean A., Krzyżaniak M., Stolarski M.J., Peni D. 2020. Growth potential of yellow mealworm reared on industrial residues. Agriculture 10 (12), 599; <https://doi.org/10.3390/agriculture10120599> (IF=3,408/ 100 pkt.).

3. Bordiean A., Krzyżaniak M., Stolarski M.J. 2022. Bioconversion potential of agro-industrial byproducts by *Tenebrio molitor* – long-term results. *Insects* 13 (9), 810; <https://doi.org/10.3390/insects13090810> (IF 3,139/ 100 pkt.).
4. Krzyżaniak M., Aljewicz M., Bordiean A., Stolarski M.J. 2022. Yellow mealworm composition after convective and freeze drying - preliminary results. *Agriculture* 12, 149. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020149> (IF=3,408/100 pkt.).

W ujęciu numerycznym prace te posiadają łączny współczynnik oddziaływania  $IF = 13,363$  co stanowi 400 punktów według listy czasopism MNiSW. Wskaźniki biometryczne czasopism, w których opublikowane są prace Doktorantki są wysokie, zarówno pod kątem wskaźnika IF, jak również liczby punktów z listy Ministerstwa. Czasopisma te mają również uznanie na arenie międzynarodowej. Jedyny zarzut może dotyczyć faktu, że wszystkie czasopisma należą do tego samego wydawnictwa (MDPI). Dodatkowo, należy podkreślić imponujące osiągnięcia mgr inż. Anna Bordiean. Jej dorobek publikacyjny to 9 artykułów naukowych, a współczynnik h-index dorobku naukowego Doktorantki wynosi: 6, liczba cytowań osiągnięć naukowych bez autocytowań wynosi: 63 wg bazy Scopus; 62 wg bazy Web of Science.

W trzech publikacjach wchodzących w skład dysertacji Doktorantka jest pierwszym autorem, w tym w jednej autorem korespondencyjnym, w czwartej jest wykazana jako trzeci autor. Dołączone oświadczenia Doktorantki oraz współautorów wskazują na jej wiodącą rolę w opracowaniu koncepcji i hipotezy badawczej, zaplanowaniu i realizacji części badawczej i eksperymentalnej, analizie uzyskanych wyników oraz w przygotowaniu i edycji manuskryptu do publikacji.

Zebrane publikacje poprzedzone są spisem treści, streszczeniem w języku angielskim i polskim, wstępem połączonym z przeglądem literatury, w którym Autorka uzasadnia celowość podjętego tematu, opisuje badany materiał i stosowane metody oraz zwięźle przedstawia otrzymane wyniki połączone z dyskusją, a następnie kończy tę część rozprawy w postaci wniosków. Jako ostatni rozdział załączone jest piśmiennictwo w ilości 47 cytowanych odnośników literaturowych, kopie prac naukowych składających się na rozprawę doktorską oraz oświadczenia współautorów prac stanowiących podstawę recenzowanego doktoratu. Należy podkreślić, że wszystkie części opiniowanej dysertacji doktorskiej są przygotowane starannie, pod względem językowym, jak i graficznym, a tematyka przedstawionej mi do oceny rozprawy doktorskiej w pełni reprezentuje dyscyplinę rolnictwo i ogrodnictwo.

**Podsumowując stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymogi formalne określone w art. 187 ust. 3 oraz ust. 4 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. 2018, poz. 1668 z późn. zm.).**

#### **Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej**

Autorka dysertacji dobrze zaplanowała i zrealizowała postawione cele jakimi była ocena możliwości wykorzystania różnych rodzajów biomasy pochodzenia rolniczego i przemysłowego w hodowli mącznika młynarka, wraz z uwzględnieniem różnych mieszanek paszowych z pozostałości

biomasowych, jak również określenie wpływu różnych metod suszenia mącznika młynarka na jego cechy fizyko-chemiczne. Artykuły, które wchodzą w skład pracy doktorskiej stanowią cykl powiązanych tematycznie badań rozwiązujących problem naukowy. Rezultaty badań wnoszą istotny wkład do postępu dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo w zakresie badań nad wykorzystaniem pozostałości biomasowych w chowie i przetwarzaniu larw mącznika młynarka. Owad ten jest w stanie przetwarzać substraty pochodzenia rolniczego i przemysłu rolno-spożywczego w produkty spożywcze i paszowe o wysokiej wartości. Uzyskane przez Doktorantkę wyniki badań oprócz wartości poznawczych mają też aspekt aplikacyjny, o niezwykle aktualnych przesłaniach, wpisują się w strategię Unii Europejskiej „European Green Deal” czyli m.in. biogospodarkę o obiegu zamkniętym, krótkie łańcuchy dostaw oraz biokonwersję składników odżywczych z biomasy.

Układ publikacji tworzących dysertację jest przemyślany i zazwyczaj konsekwentny. Rozpoczyna się artykułem przeglądowym, który przedstawia aktualny stan i kierunki wiedzy dotyczący hodowli, wykorzystania i znaczenia mącznika młynarka w Europie. Kolejne dwie publikacje z cyklu, to prace oceniające przydatność mieszanek paszowych na bazie produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego w hodowli *T. molitor* i ich wpływ na badane cechy demograficzne i populacyjne. Trzy pierwsze prace charakteryzują się przemyślanym układem i konsekwentnym rozwijaniem głównego tematu rozprawy. Ostatnia publikacja to analiza i ocena metod i parametrów suszenia mącznika pod kątem przygotowania tych owadów jako pokarmu dla ludzi. Wyniki przeprowadzonych badań mogą być w praktyce wykorzystane w hodowli i przetwarzaniu larw mączlika, jednak według mojej opinii tematyka czwartej publikacji nie jest w pełni związana z głównym tematem dysertacji.

Doceniając wysoką wartość naukową ocenianej pracy chciałabym podzielić się nielicznymi uwagami dotyczącymi opracowania. Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anna Bordiean jest przygotowana z dbałością o stronę językową i edytorską. W całej pracy Doktorantka posługuje się precyzyjnym językiem naukowym oraz swobodnie porusza się w terminologii dotyczącej prezentowanych zagadnień. Jednak, według mojej opinii w pracy powinien zostać wyraźnie zaznaczony cel główny, stanowiący problem do rozwiązania (w oparciu o temat dysertacji), a następnie wyodrębnione cele szczegółowe, które bardzo dobrze wpisywałyby się w kolejne publikacje wchodzące w skład opracowania. W przedstawionym mi do oceny opracowaniu ten fragment pracy nie jest wyraźnie podkreślony.

Z załam zauważam, iż najsłabszą stroną dysertacji są wnioski, które podobnie jak cel badań odnoszą się do poszczególnych publikacji. W mojej opinii powinny zostać uszczegółowione i wyodrębnione jako oddzielne punkty oraz odnosić się do wyników dysertacji jako komplementarnych badań, co czyniłoby je znacznie bardziej czytelnymi i podkreśliłoby wagę uzyskanych przez Doktorantkę efektów badań naukowych. Jednakże, uwagi te nie umniejszają osiągnięć naukowych Doktorantki i wartości merytorycznej dysertacji, stanowią jedynie moją osobistą opinię.

Po lekturze przedłożonej mi do recenzji rozprawy nasunęły mi się pytania powiązane z praktyczną stroną eksperymentu, a mianowicie: czy i jakie problemy napotykała Doktorantka w trakcie hodowli *T. molitor* oraz jakiego rodzaju mieszanki paszowe mają najlepszą perspektywę do zastosowania na skalę komercyjną?

Podsumowując, przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Anny Bordiean, pt. „Biomass residue utilisation in insect rearing / Wykorzystanie pozostałości biomasowych w hodowli owadów” jest interesującym, oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego, cechuje się również interdyscyplinarnością oraz znaczącą wartością praktyczną uzyskanych wyników. Włączone do dysertacji publikacje naukowe stanowią opracowanie powiązane tematycznie. Doktorantka na podstawie precyzyjnie zaplanowanych oraz starannie przeprowadzonych analizy literatury oraz eksperymentów dotyczących larw mącznika młynarka (*Tenebrio molitor* L.) oceniła i umiejętnie podsumowała możliwości wykorzystania różnych rodzajów biomasy pochodzenia rolniczego i przemysłowego w hodowli mącznika młynarka, wraz z uwzględnieniem różnych mieszanek paszowych z pozostałości biomasowych oraz wpływ różnych metod suszenia mącznika młynarka na jego cechy fizyko-chemiczne. Sposób przeprowadzenia dyskusji otrzymanych rezultatów przez mgr inż. Annę Bordiean, dowodzi jej szerokiej wiedzy i dogłębnego opanowania tematu w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo oraz potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Tym samym rozprawa spełnia wymagania określone w art. 187 ust. 1 oraz ust. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.).

#### Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Anny Bordiean, pt. „Biomass residue utilisation in insect rearing / Wykorzystanie pozostałości biomasowych w hodowli owadów” wykonana na Wydziale Rolnictwa i Leśnictwa w Katedrze Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców oraz na Wydziale Biologii i Biotechnologii w Katedrze Ekologii i Ochrony Środowiska pod kierunkiem dr hab. inż. Michała Zenona Krzyżaniaka, prof. UWM (dyscyplina rolnictwo i ogrodnictwo) oraz dr hab. Stanisława Czachorowskiego, prof. UWM z Katedry Ekologii i Ochrony Środowiska (dyscyplina biologia) jest oryginalnym i wartościowym osiągnięciem naukowym, w pełni mieści się w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo oraz spełnia wymagania określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.). Wniosuję do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Bordiean i dopuszczenie jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dr hab. Katarzyna Golan, prof. uczelni

