prof. dr hab. Andrzej Bieganowski
Zakład Biogeochemii Środowiska Przyrodniczego
Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie

Lublin, 24/10/2022

Recenzja

rozprawy doktorskiej pt.: „Wykorzystanie pozostałości biomasowych w hodowli owadów" (Biomass residue utilisation in insect rearing) wykonanej przez mgr inż. Annę Bordiean na Wydziale Biologii i Biotechnologii oraz Wydziale Rolnictwa i Leśnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, pod kierunkiem promotorów dr hab. inż. Michała Krzyżaniaka, prof. UWM (reprezentującego dyscyplinę *rolnictwo i ogrodnictwo*) oraz dr hab. Stanisława Czachorowskiego, prof. UWM (reprezentującego dyscyplinę *biologia*).

Podstawa formalna opracowania recenzji

Pani Profesor Agnieszka Pszczółkowska, Przewodnicząca Rady Naukowej Dyscypliny *rolnictwo i ogrodnictwo* Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, pismem z dnia 14/10/2022 poinformowała mnie, że decyzją Rady zostałem powołany na recenzenta w przewodzie doktorskim mgr inż. Anny Bordiean.

Ocena celowości podjętych badań

Zagadnienia podjęte przez mgr inż. Anny Bordiean wpisują się w światowe trendy poszukiwania tzw. nowej żywności, jak i upowszechniania tzw. gospodarki cyrkularnej. Ten pierwszy aspekt (dotyczący nowej żywności) wynika z faktu, że decyzją zawartą w Rozporządzeniu Komisji (UE) 2017/893 z dnia 24 maja 2017 mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) został uznany za owada gospodarskiego przeznaczonego do produkcji paszy dla zwierząt gospodarskich a Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2022/169 z dnia 8 lutego 2022 r. zezwoliło na wprowadzenie na rynek mącznika młynarka (larw *Tenebrio molitor*) jako nowej żywności. Drugi aspekt (gospodarka cyrkularna) wynika z faktu, że Doktorantka jako paszę dla mącznika zastosowała odpady po produkcji rolniczej. Dlatego też uznaję, że **tematyka rozprawy doktorskiej jest bardzo aktualna i istotna zarówno z poznawczego jak i praktycznego punktu widzenia.** Cieszę się, że takie badania prowadzone są w ramach interdyscyplinarnych badań podejmowanych przez dwie Katedry Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Ocena formalna rozprawy doktorskiej

Przedłożona do oceny rozprawa ma formę zbioru czterech artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych. W artykułach tych Doktorantka jest pierwszą autorką w trzech pracach, z czego w jednej jest autorką korespondencyjną, a w czwartej pracy jest trzecią autorką. Prace składające się na rozprawę to:

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
2. Bordiean A., Krzyżaniak M., Stolarski M.J., Peni, D. (2020). Growth potential of yellow mealworm reared on industrial residues. Agriculture 10, 599

3. Bordiean A., Krzyżaniak M., Stolarski M.J. (2022). Bioconversion potential of agro-industrial byproducts by Tenebrio molitor - long-term results. Insects 13, 810
4. Krzyżaniak M., Aljewicz M., Bordiean A., Stolarski M.J. (2022). Yellow mealworm composition after convective and freeze drying - preliminary results. Agriculture 12, 149.

Tab. 1. Wskaźniki bibliometryczne publikacji stanowiących rozprawę doktorską.

Czasopismo	Journal Citation Reports		Scopus		Aktualna liczba punktów Ministerstwa
	IF z roku wydania	Liczba cytowań (bez autocytowań)**	CiteScore z roku wydania	Liczba cytowań (bez autocytowań)**	
Agriculture 2020, 10, 233	2,925	16 (13)	2,5	17 (13)	100 p.
Agriculture 2020, 10, 599	2,925	6 (4)	2,5	6 (4)	100 p.
Insects 2022, 13, 810	3,141*	0	3,1*	0	100 p.
Agriculture 2022, 12, 149	3,408*	1 (1)	3,1*	2 (1)	100 p.
Suma:	**12,399**	**23 (18)**	**11,2**	**25 (18)**	**400 p.**

* wartość z 2021 roku, ponieważ nie opublikowano nowszych danych
** wg stanu z dnia 23/10/2022

Przedstawione w Tab. 1 wskaźniki bibliometryczne świadczą, że czasopisma, w których mgr inż. Anna Bordiean opublikowała swoje prace, liczą się na arenie międzynarodowej (obydwa mieszczą się w pierwszym kwartylu). Szkoda tylko, że Doktorantka zdecydowała się na publikowanie prac w czasopismach jednego wydawnictwa (w tym 3 artykuły w tym samym czasopiśmie).

Na uwagę zasługuje fakt, że prace stanowiące rozprawę doktorską mgr inż. Anna Bordiean zostały już dostrzeżone przez środowisko. Ilość cytowań wcześniejszych artykułów (nie liczę tych nowszych opublikowanych w 2022 roku, ponieważ czas jaki upłyną od ich ukazania się jest zbyt krótki, żeby można było wyciągać wnioski) jest imponująca.

Przy okazji chciałbym zwrócić uwagę na ogólny dorobek Doktorantki. Mam świadomość, że przy ocenie rozprawy doktorskiej nie jest to brane pod uwagę, ale pozwala osadzić doktorat mgr inż. Anny Bordiean w szerszym kontekście. Według obu liczących się baz (Web of Science i Scopus) Doktorantka opublikowała w sumie 9 artykułów, cytowanych w sumie 62 razy według Web of Science (bez autocytowań) oraz 63 razy według Scopus (także bez autocytowań), a jej indeks H wynosi 6. Biorąc pod uwagę, że pierwsze prace ukazały się w 2019 roku dorobek ten należy uznać za wyróżniający się.

W przedłożonej do recenzji rozprawie doktorskiej, poza wspomnianymi powyżej publikacjami, znalazł się syntetyczny opis oryginalnego rozwiązania problemu naukowego (w języku angielskim) poprzedzony streszczeniami w języku angielskim i polskim oraz deklaracje Doktorantki oraz pozostałych współautorów dotyczące ich wkładu do każdej z tych publikacji. Z deklaracji tych wynika, że wkład mgr inż. Anny Bordiean był wiodący. I pomijam tu zadeklarowany udział procentowy, gdyż ten sposób wyrażenia udziału współautorów uznaję za niemiarodajny. Istotne dla mnie jest zakres prac wskazany w tych deklaracjach.

Jak już wspomniałem praca jest interdyscyplinarna. Promotorzy reprezentowali dwie dyscypliny: *rolnictwo i ogrodnictwo* oraz *biologię*. Z pisma pani prof. Agnieszki Pszczółkowskiej wynika, że przewód doktorski realizowany jest w dyscyplinie *rolnictwo i ogrodnictwo*. Przywołując

informacje, które przedstawiłem w rozdziale „Ocena celowości podjętych badań" uznaję, że tematyka rozprawy doktorskiej w pełni mieści się w dyscyplinie *rolnictwo i ogrodnictwo*.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe informacje stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymagania formalne określone w art. 187 ust. 3 oraz ust. 4 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668 z późn. zm.).

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Po zapoznaniu się z całością pracy mogę stwierdzić, że artykuły stanowiące rozprawę są powiązane tematycznie, a poprzez to spełniają wymagania ustawy. Jednakże w mojej ocenie mgr inż. Anna Bordiean przygotowując opis rozwiązania problemu naukowego mogła znacznie jaśniej przedstawić cel całości koncepcji (mam tu na myśli cel rozprawy doktorskiej a nie cele poszczególnych prac stanowiących elementy składowe tej rozprawy) oraz wnioski (także dla całości rozprawy) tak, by nie było konieczności domyślać się tego.

Mam także dwie uwagi natury ogólnej:

- w mojej ocenie tytuł jest zbyt ogólny. Całość rozprawy koncentruje się tylko na jednym owadzie tj. na mączniku młynarku (*Tenebrio molitor*). Natomiast użycie w tytule sformułowania „pozostałości po hodowli owadów" sugeruje, że Doktorantka prowadziła badania dotyczące większej liczby gatunków;
- O ile w trzech pierwszych publikacjach badania dotyczyły hodowli mącznika młynarka, to w czwartej pt. "Yellow mealworm composition after convective and freeze drying - preliminary results" Doktorantka skupiła się na ocenie sposobów przygotowania tego owada jako pożywienia dla ludzi. Takie ukierunkowanie pracy wymyka się z głównego celu, jaki został określony w tytule tj. wykorzystana biomasy odpadowej po produkcji owadów. Odnoszę wrażenie, że praca ta została włączona do rozprawy doktorskiej, mówiąc kolokwialnie, trochę na siłę. I w mojej ocenie niepotrzebnie, ponieważ trzy pierwsze publikacje w zupełności wystarczą na dobrą rozprawę doktorską.

Pierwsza publikacja cyklu (Agriculture 2020, 10, 233) jest artykułem przeglądowym ukazującym aktualny stan hodowli mącznika młynarka w Europie oraz jakie są kierunki badań dotyczące tego owada. Praca ta dobrze wprowadza w tematykę i pozwala osadzić badania własne mgr inż. Anny Bordiean w odpowiednim kontekście. Druga (Agriculture 2020, 10, 599) i trzecia publikacja (Insects 2022, 13, 810) to uzupełniające się prace, których zasadniczym celem jest ocena, w jaki sposób różne karmy, wytworzone z różnej biomasy odpadowej wpływają na przeżywalność oraz ogólnie mówiąc dobrostan mącznika młynarka. Obie publikacje powinny stanowić lekturę obowiązkową producentów tych owadów. Czwarta publikacja (Agriculture 2022, 12, 149) zawiera cenne informacje dotyczące sposobu przygotowania mącznika młynarka jako pożywienia dla ludzi.

Po przestudiowaniu przedłożonej rozprawy chciałbym przedstawić kilka komentarzy oraz zadać mgr inż. Annie Bordiean klika pytań.

1) Czy podawane w publikacjach 2 i 3 ilości eksperymentalnej karmy (experimental feed) (3,1 g dodawane co tydzień) odnoszą się suchej czy świeżej masy? Jeśli świeżej, to czy ewentualne

różnice w rzeczywiście dostarczonej ilości karmy nie mogły wpływać na uzyskiwane wyniki? Jaki był powód dodawania dokładnie 3,1 g (nie mniej lub więcej)?

2) Czy we wzorach na *feed conversion ratio* (FCR) oraz *effciency of conversion of ingested feed* (ECI) wykorzystanych publikacjach 2 i 3 wielkość *weight of ingested food* uwzględnia masę spożytej marchewki? Jeśli nie, to czy może to wpływać na uzyskane wyniki?
3) Prosiłbym o wyjaśnienie, ponieważ nie do końca zrozumiałem, jaka jest różnica pomiędzy *trial* and *replication* (publikacja 3).
4) W publikacji 2 Doktorantka słusznie zauważa, że w przypadku karmy stanowiącej mieszankę różnych substratów mogło dojść do „self-selection of feed" (wyboru tego pożywienia, które jest bardziej odpowiednie dla organizmu). W związku z tym nasuwa mi się pytanie: jaka metoda homogenizacji karmy była zastosowana przed doświadczeniem?
5) I na koniec pytanie podyktowane czystą ciekawością. Z czego była wykonana moskitiera (mosquito mesh) w pojemniku dla imago ("adult box")? Z doświadczeń prowadzonych w naszym laboratorium wynika, że mącznik młynarek doskonale sobie radzi z przegryzaniem siatek z plastiku, jak i z włókna szklanego pokrytego teflonem.

Powyższe pytania w żaden sposób nie umniejszają mojej wysokiej oceny osiągnięć przedstawionych w pracy. Są podjęciem przeze mnie dyskusji naukowej ponieważ tak rozumiem sens obrony doktoratu.

Podsumowując ocenę merytoryczną stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Publikacje składające się na rozprawę doktorską mgr inż. Anny Bordiean są powiązane tematycznie. W mojej ocenie przedstawiona rozprawa stanowi dowód wiedzy teoretycznej i praktycznej Doktorantki w dyscyplinie *rolnictwo i ogrodnictwo* oraz potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Tym samym rozprawa ta spełnia wymagania określone w art. 187 ust. 1 oraz ust. 2Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668 z późn. zm.)

Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa pt.: „Wykorzystanie pozostałości biomasowych w hodowli owadów" (Biomass residue utilisation in insect rearing) wykonanej przez mgr inż. Annę Bordiean na Wydziale Biologii i Biotechnologii oraz Wydziale Rolnictwa i Leśnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie pod kierunkiem promotorów dr hab. inż. Michała Krzyżaniaka, prof. UWM oraz dr hab. Stanisława Czachorowskiego, prof. UWM, w pełni mieści się dyscyplinie: „Rolnictwo i ogrodnictwo" oraz spełnia warunki określone w art.187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Andrzej Bieganowski

prof. dr hab. Andrzej Bieganowski

Prof. dr hab. Andrzej Bieganowski
Department of Environmental Biogeochemistry
Institute of Agrophysics PAS in Lublin

Lublin, 24/10/2022

Review

of the doctoral dissertation entitled: "Biomass residue utilisation in insect rearing" written by mgr inż. Anna Bordiean at the Faculty of Biology and Biotechnology and the Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn under the supervision of dr hab. inż. Michał Krzyżaniak, Prof. UWM (representing the *agriculture and horticulture* discipline) and dr hab. Stanisław Czachorowski, Prof. UWM (representing the *biology* discipline).

Formal basis for the review of the dissertation

Professor Agnieszka Pszczółkowska, Chairwoman of the Scientific Council of the *agriculture and horticulture* discipline of the University of Warmia and Mazury, informed me in the correspondence from 14/10/2022 that, by virtue of the decision of the Council, I was appointed a reviewer of mgr inż. Anna Bordiean's doctoral dissertation.

Assessment of the rationale behind the undertaken research

The research issues addressed by mgr inż. Anna Bordiean fit into the global trends of searching for the so-called new foodstuff and popularisation of the so-called circular economy. The former aspect (production of novel foods) is associated with the decision of the Commission Regulation (EU) 2017/893 of May 24, 2017 to recognize the yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) as a farm insect intended for the production of feed for farm animals and in the Commission Implementing Regulation (EU) 2022/169 of February 8, 2022, which authorized the introduction of the yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) as a novel food on the market. The latter aspect (circular economy) is related to the use of agricultural production residues as feed for the mealworm by the PhD student. Hence, I consider **the subject of the doctoral research to be topical and relevant in its theoretical scope and practical application**. I am glad that such investigations are carried out as part of the interdisciplinary research undertaken by two Chairs of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn.

Formal evaluation of the doctoral dissertation

The dissertation submitted for evaluation is a compilation of four articles published in scientific journals. The PhD student is the first author in three of these articles, the corresponding author in one paper, and the third author in the fourth publication. The following articles are included in the series:

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
2. Bordiean A., Krzyżaniak M., Stolarski M.J., Peni, D. (2020). Growth potential of yellow mealworm reared on industrial residues. Agriculture 10, 599

3. Bordiean A., Krzyżaniak M., Stolarski M.J. (2022). Bioconversion potential of agro-industrial byproducts by Tenebrio molitor - long-term results. Insects 13, 810
4. Krzyżaniak M., Aljewicz M., Bordiean A., Stolarski M.J. (2022). Yellow mealworm composition after convective and freeze drying - preliminary results. Agriculture 12, 149.

Tab. 1. Bibliometric indicators of publications constituting the doctoral dissertation

Journal	Journal Citation Reports		Scopus		Ministry's current points
	IF from the year of publication	Number of citations (without self-citations)**	CiteScore from the year of publication	Number of citations (without self-citations)**	
Agriculture 2020, 10, 233	2.925	16 (13)	2.5	17 (13)	100 p.
Agriculture 2020, 10, 599	2.925	6 (4)	2.5	6 (4)	100 p.
Insects 2022, 13, 810	3.141*	0	3.1*	0	100 p.
Agriculture 2022, 12, 149	3.408*	1 (1)	3.1*	2 (1)	100 p.
Total:	**12.399**	**23 (18)**	**11.2**	**25 (18)**	**400 p.**

* score from 2021, as no recent data have been published
** as of 23/10/2022

The bibliometric indices presented in Tab. 1 prove that the journals that published the papers written by mgr inż. Anna Bordiean are internationally recognised (both rank in the first quartile). It is only a pity that the PhD student decided to publish her papers in journals issued by one publishing house (three articles in the same journal).

Noteworthy, the publications constituting mgr inż. Anna Bordiean's doctoral dissertation have already been noticed by the scientific milieu. The number of citations of her two first articles (excluding the most recent papers published in 2022, as they were published not a long time ago) is impressive.

At this point, I would like to highlight the general achievements of the PhD student. I am aware that it is not taken into account in the assessment of the doctoral dissertation; however, this information allows perceiving the doctoral dissertation presented by mgr inż. Anna Bordiean in a broader context. According to both major databases (Web of Science and Scopus), the PhD student has published nine articles in total, which have been cited 62 times according to the Web of Science (without self-citations) and 63 times according to Scopus (also without self-citations), and her H index is 6. This can be regarded as an outstanding achievement, bearing in mind that her first papers were published in 2019.

In the doctoral dissertation submitted for the review, in addition to the above-mentioned publications, there is a synthetic description of the original solution to the scientific problem (in English) preceded by an abstract in English and Polish, as well as the PhD student's and other co-authors' statements on their contribution to each of these papers. These declarations indicate a major contribution of mgr inż. Anna Bordiean. I disregard the declared percentage contribution, as I consider this way of evaluation of co-authors' involvement unreliable. Here, the scope of work indicated in these declarations is the most important information.

As I have already mentioned, the research has an interdisciplinary character. The supervisors represented two disciplines: *agriculture and horticulture* and *biology*. I was informed

by Prof. Agnieszka Pszczółkowska that the doctoral dissertation research represents the *agriculture and horticulture* discipline. In line with the information presented in the section "Assessment of the rationale behind the undertaken research", I acknowledge that the subject of the doctoral dissertation is fully in the scope of the *agriculture and horticulture* discipline.

Considering the information presented above, I declare that the doctoral dissertation submitted for the review meets the formal requirements specified in Art. 187, paragraphs 3 and 4 of the Act of July 20, 2018: Law on Higher Education and Science (Journal of Laws 2018, item 1668, as amended).

Substantive assessment of the doctoral dissertation

After reading the whole dissertation, I confirm that the articles constituting the work are thematically related and thus meet the requirements of the relevant act. Nevertheless, I believe that, when preparing the description of the solution to the research problem, mgr inż. Anna Bordiean should have presented the aim of the entire concept more clearly (i.e. the aim of the doctoral dissertation rather than the objectives of the papers constituting the components of this dissertation) and should have formulated the conclusions in an explicit way (also to the whole doctoral dissertation) without the need of speculation on the part of the reader.

I have also two general comments:

- In my opinion, the title is too general. The dissertation focuses on only one insect, i.e. the yellow mealworm, while the use of the phrase "insect rearing residues" in the title may suggest that a larger number of species were investigated.
- The aim of the fourth publication "Yellow mealworm composition after convective and freeze drying - preliminary results" was to assess the effects of various methods of preparation of mealworm as food. This focus of the research diverges from the main goal defined in the title, i.e. the use of biomass residues of insect rearing. I have the impression that this publication was included in the dissertation at a push, speaking colloquially. This, in my opinion, was unnecessary, as the first three publications are sufficient to form a good doctoral dissertation.

The first publication of the series (Agriculture 2020, 10, 233) is a review article showing the current state of yellow mealworm rearing in Europe and the trends in the research of this insect. It is a good introduction to the subject and places mgr inż. Anna Bordiean's research in a relevant context. The second (Agriculture 2020, 10, 599) and third (Insects 2022, 13, 810) papers are complementary studies aimed at assessment of the impact of different feeds made from different biomass residues on the survival and generally speaking welfare of the yellow mealworm. Both publications should be recommended as obligatory reading for producers of these insects. The fourth publication (Agriculture 2022, 12, 149) provides valuable information on the preparation of the yellow mealworm as food for humans.

After studying the dissertation carefully, I would like to present a few comments and ask mgr inż. Anna Bordiean a few questions.

1) Publications 2 and 3: do the amounts of the experimental feed (3.1 g added weekly) refer to dry or fresh weight? If fresh, is it possible that the differences in the actual amount of the feed

supplied may have affected affect the results? What was the reason to add exactly 3.1 g (no less or more)?

2) Publications 2 and 3: does the *weight of ingested food* include the weight of ingested carrots in the formulas for calculation of the *feed conversion ratio* (FCR) and the *efficiency of conversion of ingested feed* (ECI)? If not, could this affect the results obtained?
3) As I did not fully understand this issue, could the PhD candidate explain the difference between the *trial* and *replication* (publication 3)?
4) Publication 2: the PhD student is right to note that "self-selection of feed" (selection of feed that was more suitable for the organism) may have occurred, since the feed consisted of a mixture of various substrates. Hence, a question arises about the homogenisation method used before the experiment.
5) Now my final question out of sheer curiosity: What was the mosquito mesh in the imago container ("adult box") made of? As shown by our laboratory experiments, the yellow mealworm is able to chew plastic meshes, as well Teflon-coated fiberglass.

These questions in no way undermine the high value of the achievements presented in the dissertation. Instead, they initiate a scientific discussion, as this is how I understand the essence of the doctoral defence.

Summing up the assessment, I confirm that the dissertation submitted for the review is an original solution to the scientific problem. The publications comprised in the doctoral dissertation compiled by mgr inż. Anna Bordiean constitute a thematically related series. In my opinion, the presented dissertation is a proof of the PhD student's theoretical and practical knowledge in the discipline of *agriculture and horticulture* and confirms her ability to conduct scientific research independently. Thus, the dissertation meets the requirements established in Art. 187, paragraphs 1 and 2 of the Act of July 20, 2018: Law on Higher Education and Science (Journal of Laws 2018, item 1668, as amended).

Final conclusion

I hereby state that the doctoral dissertation entitled: "Biomass residue utilisation in insect rearing" submitted for the review by mgr inż. Anna Bordiean and compiled at the Faculty of Biology and Biotechnology and the Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn under the supervision of dr hab. inż. Michał Krzyżaniak, Prof. UWM and dr hab. Stanisław Czachorowski, Prof. UWM is fully in the scope of the "*agriculture and horticulture*" discipline and meets the requirements specified in Art. 187, paragraphs 3 and 4 of the Act of July 20, 2018: Law on Higher Education and Science (Journal of Laws 2018, item 1668, as amended). Therefore, I recommend that the doctoral student should be admitted for the subsequent stages of the doctoral proceedings.

Andrzej Bieganowski

prof. dr hab. Andrzej Bieganowski