

Lublin, 01.09.2025

prof. dr hab. Michał Świeca  
Katedra Biochemii i Chemii Żywności  
Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

### RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Marcina Jana Kruka

pt. „Analiza związków bioaktywnych w wybranych żywnościowych produktach ubocznych i ich potencjału do ponownego wykorzystania”

wykonanej pod kierunkiem dr hab. Moniki Trząskowskiej, prof. SGGW

i promotor pomocniczej dr inż. Alicja Ponder

Podstawa prawna: Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) oraz Uchwała Nr 89-2022/2023 Senatu SGGW z dnia 26 czerwca 2023 roku

Podstawą opinii jest pismo prof. dr hab. Ewy Jakubczyk, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie z dnia 22.07.2025

### **Uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej oraz ocena formalna pracy**

Produkty uboczne w przemyśle spożywczym po odpowiednim zagospodarowaniu mogą mieć wartość gospodarczą, co idealnie wpisuje się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym i pozwala istotnie ograniczyć ilość odpadów, obniżyć koszty produkcji i stworzyć przedsiębiorstwom nowe źródła dochodu. Wykorzystanie strumieni bocznych (produktów ubocznych) klasycznych

technologii przemysłu spożywczego nie jest proste i wymaga spełnienia warunków technologicznych, organizacyjnych i prawnych. Prócz aspektów ekonomicznych, niezwykle istotnym staje się właściwe scharakteryzowanie surowca (walidacja), ocena jego potencjalnych zastosowań oraz wskazanie kluczowych determinantów istotnych dla późniejszej aplikacji w warunkach przemysłowych. W świetle powyższego uważam, że tematyka obejmująca charakterystykę czterech produktów ubocznych tj. wyłoków jabłkowych, okryw nasiennych orzechów laskowych, młota browarnianego i browarniczej gęstwy drożdżowej jest niezwykle istotna i aktualna, a sama dysertacja uzupełnia istniejącą i dostarcza nowej wiedzy, która w przyszłości może pomóc w szerszym wykorzystaniu tych surowców w nowoczesnej technologii żywności i żywieniu człowieka.

Przedstawione do oceny opracowanie zostało przygotowane zgodnie z zasadami przyjętymi dla dysertacji doktorskiej, które jasno definiuje ust. 3, art. 187 Ustawy. Praca rozpoczyna się streszczeniami w języku polskim i angielskim (zgodne z ust. 4 art. 187 Ustawy), które zwięźle przedstawiają tło badań oraz znacznie podjętych badań dla rozwoju dyscypliny. W następnej kolejności Autor przedstawia listę publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej oraz wykaz skrótów używanych w opracowaniu. Zgodnie z wykazem podstawę rozprawy doktorskiej Marcina Kruka pt. „Analiza związków bioaktywnych w wybranych żywnościowych produktach ubocznych i ich potencjału do ponownego wykorzystania”, stanowi zbiór 4 prac opublikowanych w latach 2024-2025 w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Reports:

P1. Kruk, M., Lalowski, P., Hoffmann, M., Trząskowska, M., & Jaworska, D. (2024). Probiotic bacteria survival and shelf life of high fibre plant snack - model study. *Plant Foods for Human Nutrition*, 79(3), 586–593.

P2. Kruk, M., Ponder, A., Horoszewicz, J., Popławski, D., Król, K., Leszczyńska, J., Jaworska, D., & Trząskowska, M. (2024). By-product hazelnut seed skin characteristics and properties in terms of use in food processing and human nutrition. *Scientific Reports*, 14(1), 18835.

P3. Kruk, M., Lalowski, P., Płecha, M., Ponder, A., Rudzka, A., Zielińska, D., & Trząskowska, M. (2025). Prebiotic potential of spent brewery grain – *In vitro* study. *Food Chemistry*, 463, 141254.

P4. Kruk, M., Varmanen, P., Edelmann, M., Chamlagain, B., & Trząskowska, M. (2024). Food by-product valorisation in nutrients through spent brewer's yeast bioprocessing with *Propionibacterium freudenreichii*. *Journal of Cleaner Production*, 434, 140102.

Wszystkie publikacje wchodzące w skład dysertacji są pracami wieloautorskimi, w których Pan Kruk jest pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym. Udział Kandydata w ich powstawaniu oraz zakres prac wykonanych został jasno wskazany w manuskryptach oraz potwierdzony w załączonych oświadczeniach (strony 104-129). Zgodnie z przedstawionymi informacjami Kandydat brał udział w tworzeniu koncepcji badań, planowaniu doświadczeń, doborze metod badawczych i przeprowadzeniu doświadczenia, opracowaniu i interpretacji wyników oraz przygotowaniu wstępnej i ostatecznej wersji manuskryptu. Udział współautorów ograniczał się w większości jedynie do współtworzenia koncepcji badań, pomocy w wykonywaniu wybranych badań laboratoryjnych i nadzoru naukowego nad prowadzonymi eksperymentami oraz edycji i recenzji manuskryptów. Podkreślić należy również, że zaprezentowane wyniki powstały w ramach 4 projektów badawczych - Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (POIR.01.03.01-00-0004/17), Narodowe Centrum Nauki (Preludium21, grant no. 2022/ 45/N/NZ9/02044), the Academy of Finland (grant no. 325784) oraz Fundacja Novo Nordisk (grant no. NNF20OC0065096). Wszystko to potwierdza bardzo rozbudowany warsztat badawczy Aplikanta, umiejętności w zakresie planowania i prowadzenia badań naukowych oraz wysoką aktywność naukową.

W rozdziale „Przegląd literatury” Doktorant (strony 10-16) skrótowo podsumowuje aktualną wiedzę z zakresu tematu oraz pozycjonuje swoje badania na jej tle. Na stronach 17-18 przedstawiono ogólny cel badań oraz hipotezę badawczą wraz z graficznym schematem zakresu badań. Metodologia badań oraz opis surowców użytych w poszczególnych publikacjach wchodzących w skład projektu doktorskiego zostały kolejno wypunktowane (strony 18-20), co wydaje się być akceptowalne w sytuacji, gdy pełne opisy zostały szczegółowo scharakteryzowane w tekstach artykułów naukowych. Niestety załączone w dysertacji wersje manuskryptów (P1, P3) nie zawierają suplementów, w których została opisana metodologia oraz część wyników, co w istotny sposób utrudnia recenzję (szczególnie w pracy P1, gdzie w legendzie figur brak opisu wariantów doświadczalnych). Być może należałoby tę część rozwinąć, wprowadzając np. graficzne schematy badań, które znalazły się m.in. w części publikacji. Dysertacja zawiera również rozdział „Opis wyników i dyskusja” (strony 22-39), w którym Autor odnosząc się do kolejnych publikacji przedstawia najważniejsze osiągnięcia oraz dokonuje ich krytycznej dyskusji. Całość osiągnięcia została podsumowana w rozdziale „Wnioski końcowe”, w którym w opisowej formie Pan Kruk przedstawia najważniejsze osiągnięcia dysertacji, wskazuje limitacje oraz odnosi się do postawionej

hipotezy badawczej. Spis literatury zawiera 112 pozycji literaturowych opublikowanych głównie w ostatnich latach w czasopismach tradycyjnie publikujących badania z zakresu technologii żywności i żywienia. Pomimo, iż Ustawa nie wymaga dołączenia do dysertacji oceny dotychczasowego dorobku naukowego Doktoranta, uważam, że takie podsumowanie mogłoby w jeszcze szerszym zakresie pozwolić na ocenę jego sylwetki, a w szczególności wiedzy teoretycznej oraz umiejętność prowadzenia pracy naukowej.

### Ocena merytoryczna pracy

W „Przeglądzie literatury” Autor przedstawia tło projektu doktorskiego, w szczególności skupiając się na problematyce produktów ubocznych przemysłu spożywczego, w szczególności koncentrując się na dotychczasowych badaniach dotyczących surowców szczegółowo analizowanych w dysertacji. Część ta przedstawia dotychczasową wiedzę w tym obszarze, definiuje problem społeczny, jednocześnie wskazując potencjalne kierunki dalszych badań. Być może w tym miejscu warto byłoby większą uwagę zwrócić na aspekty prawne, ekonomiczne, społeczne czy też ekologiczne związane z wykorzystaniem produktów ubocznych. Odnosząc się do tej uwagi prosiłbym o spozycjonowanie badanych produktów/surowców ubocznych na tle regulacji prawnych, a w szczególności ich klasyfikacji w świetle Ustawy o tzw. nowej żywności („Novel food”). Generalnie część ta jest napisana poprawnie pod względem merytorycznym i edytorskim, niemniej jednak chciałbym zwrócić uwagę Doktoranta na niezbyt fortunne użycie zwrotu „generacja” (...skala generacji...; ...jakość mikrobiologiczna młóta po jego generacji...) w znaczeniu „wytworzenie/produkcja” (prawdopodobnie wynika ono z bezpośredniego tłumaczenia z języka angielskiego). Z ciekawości naukowej, prosiłbym również o wskazanie technologii pozwalającej na zabezpieczanie jakości, szczególnie jakości mikrobiologicznej, produktów ubocznych takich jak badane wytlóki czy też młóta browarne i gęstwa drożdżowa.

Jak już nadmieniono we wcześniejszej części recenzji, podstawę rozprawy doktorskiej Pana Kruka stanowi zbiór 4 spójnych tematycznie opracowań, których wspólny mianownik stanowi charakterystyka produktów ubocznych z przetwórstwa owoców i browarnictwa oraz ocena możliwości ich aplikacji w technologii i biotechnologii żywności. Z uwagi na fakt, że wyniki badań zostały już poddane recenzji na etapie publikacji, w tej części opinii chciałbym się głównie skupić na

ich znaczeniu dla rozwoju wiedzy, zaś w ograniczonym zakresie na bezpośrednich danych liczbowych.

Pierwsza z prac (P1) skupia się na możliwości wykorzystania wyłoków jabłkowych jako dodatku funkcjonalnego o cechach prebiotycznych oraz oceny wytworzonych modelowych przekąsek. Dodatek suszonych wyłoków jabłkowych, będących głównie źródłem błonnika rozpuszczalnego, pozwolił na uzyskanie efektów porównywalnych do tych po wprowadzeniu do produktu błonnika owsianego. Niestety pomimo potwierdzenia funkcjonalności wyłoków, praca ta w mniejszym stopniu dotyczy charakterystyki składu samego dodatku funkcjonalnego, który jedynie pośrednio można odczytać w oparciu o zmiany w składzie produktów fortyfikowanych. Niemniej jednak, jednoznacznie potwierdzono pozytywny wpływ inkorporacji wyłoków, który przejawiał się zwiększoną zawartością przeciwutleniaczy, błonnika pokarmowego i doskonałą jakością sensoryczną. W odniesieniu do manuskryptu pragnę również zwrócić uwagę na błędne zastosowanie wykresu liniowego (Fig.4 a, b) do porównywania wartości między różnymi kategoriami.

W pracy P2 potwierdzono, że okrywy nasienne orzechów laskowych posiadają znaczny potencjał jako składnik funkcjonalny do zastosowania w żywności, dzięki wysokiej zawartości polifenoli, właściwościom przeciwutleniającym, przeciwbakteryjnym, obniżonej alergenicności oraz złożonemu profilowi sensorycznemu. Na szczególne podkreślenie zasługuje brak negatywnego wpływu badanych ekstraktów na wzrost szczepów probiotycznych z jednoczesnym silnym efektem bakteriostatycznym w stosunku do bakterii patogennych oraz ocena potencjalnej alergenicności dodatku funkcjonalnego (poziom białek z grupy Bet v 1 i profilin).

Kolejny manuskrypt (P3) ocenia potencjał prebiotyczny młóta browarnianego i co istotne koreluje ten parametr ze składem chemicznym tego produktu ubocznego (zawartość białka, frakcje błonnika pokarmowego z podziałem na polisacharydy nieskrobiowe, cukry resztkowe oraz związki polifenolowe). Na szczególne podkreślenie w tych doświadczeniach zasługuje użycie dwóch modeli *in vitro* (fermentacja wsadowa i system dynamiczny) do oceny reakcji mikrobiomu jelitowego oraz analiza zmian ilościowo-jakościowych w jego strukturze.

Ostatnie z opracowań wchodzących w skład dysertacji (P4) skupia się na walidacji gęstw drożdżowych będących produktami ubocznymi w browarnictwie. Surowiec ten został oceniony pod kątem możliwości wykorzystania jako składnik medium dedykowanego do biotechnologicznej

produkcji witaminy B12 oraz krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (potencjalnych postbiotyków). Pomimo faktu, że w porównaniu do klasycznego ekstraktu drożdżowego (YE) zastosowanie gęstwy drożdżowej pozwoliło na uzyskanie istotnie niższych wydajności procesu badania te istotnie poszerzają wiedzę w tej tematyce. Różnice w składzie użytych surowców oraz podjęta próba wskazania kluczowych składników odpowiedzialnych za generowanie pożądaných efektów biologicznych i technologicznych mogą stanowić podstawę do opracowania parametrów walidacyjnych dla testowanych surowców.

Generalnie manuskrypty przygotowano z dużą dbałością, jednakże Autor nie ustrzegł się drobnych błędów interpunkcyjnych i edytorskich. W szczególności chciałbym zwrócić uwagę na wyrażanie prędkości wirowania w „rpm”, co bez wiedzy o średnicy rotatora nie pozwalała na wskazanie rzeczywistych parametrów procesu („rcf” lub „x g”). Z obowiązku recenzenta oraz ciekawości naukowej prosiłbym Doktoranta również o odniesienie się do poniższych zagadnień:

- W pracy P1 w przekąskach z nadzieniem oznaczono istotnie niższą zawartość związków polifenolowych, która przełożyła się na istotnie niższy potencjał antyrodnikowy. Z czego może to wynikać?
- W pracy P2 okrywy nasienne poddano ekstrakcji wspomaganej ultradźwiękami przy użyciu wody. Wyniki jakościowe frakcji polifenolowej wskazują, że nie był to układ idealny dla ekstrakcji większości flawonoidów. Prosiłbym o uzasadnienie kryterium tego wyboru oraz ewentualne wskazanie innych układów ekstrakcyjnych, które mogłyby zostać użyte w celu zapewnienia wyższej wydajności procesu ekstrakcji substancji aktywnych.
- W pracy P4, zastanawia sposób przygotowania gęstwy drożdżowa tj. materiał przed fermentacją poddano ekstrakcji ultradźwiękowej i filtracji. Czy taki sposób postępowania nie wpłyna na skład podłoża wzbogaconego w ten surowiec? Czy pomimo sugerowanego negatywnego wpływu sterylizacji termicznej na skład gęstwy nie lepiej byłoby zastosować ten proces jako zapewniający użycie „pełnego” substratu.
- W odniesieniu do tej pracy (P4) interesującym zagadnieniem jest hamownie wzrostu bakterii propionowych przez związki polifenolowe. Czy zdaniem Doktoranta możliwym jest taka obróbka surowca, aby ograniczyć negatywny wpływ jego składników na wzrost bakterii i wydajność procesów biotechnologicznych.

Podsumowując, badania nad wybranymi produktami ubocznymi z przetwórstwa spożywczego wskazują, że mogą one stanowić wartościowy surowiec, który po odpowiedniej obróbce i walidacji może zostać efektywnie wykorzystany w przemyśle spożywczym i żywieniu człowieka. Uzyskane wyniki wskazują na różne kierunki ich aplikacji - mogą zostać wprowadzone do produktów spożywczych jako dodatki kreujące wybrane cechy żywności, czy też poddane biotechnologicznej konwersji do składników o podwyższonej funkcjonalności. Wnikliwa analiza zarówno pracy doktorskiej jak i manuskryptów, pozwala mi stwierdzić, że zakładany cel projektu doktorskiego został osiągnięty, a dysertacja stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego (ust. 2, Art. 187 Ustawy), a jej Autor posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie (ust. 1 art. 187 Ustawy). Aplikant umiejętnie połączył ze sobą zagadnienia z zakresu technologii żywności, chemii analitycznej oraz nauk pokrewnych, a uzyskane wyniki są wartościowe pod względem poznawczym i potencjalnie aplikacyjnym. W tym miejscu, chciałbym podkreślić, że nieliczne uwagi i komentarze przedstawione w mojej recenzji mają charakter dyskusyjny i nie wpływają na wysoką ocenę merytoryczną badań.

### **Wniosek końcowy**

Przedstawiona do recenzji dysertacja mgr Marcina Jana Kruka pt. „Analiza związków bioaktywnych w wybranych żywnościowych produktach ubocznych i ich potencjału do ponownego wykorzystania” spełnia warunki określone w art. 13. Ust. 1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) i wnioskuję do Wysokiej Rady o dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Signed by / Podpisano  
przez:  
Michał Świeca  
Uniwersytet  
Przyrodniczy w Lublinie  
Date / Data: 2025-09-  
01 12:18

prof. dr hab. Michał Świeca