

prof. dr hab. Waldemar Gustaw

Lublin 20.07.2026

Katedra Technologii Żywności Pochodzenia

Roślinnego i Gastronomii

Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Kamila Królak pt. „Stabilność związków kształtujących potencjał funkcjonalny napojów zielonej herbaty” wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Edyty Kordialik-Bogacka, prof. Uczelni i promotora pomocniczego dr inż. Sylwii Ścieszka

Podstawę formalną wykonania recenzji jest pismo Dziekan Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej (z dnia 27.05.2026 r.) oraz rozprawa doktorska mgr inż. Kamila Królak. Podstawę prawną stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.).

Podstawowe dane o Kandydacie

Kamil Królak w dniu 31 sierpnia 2021 roku ukończył z wynikiem bardzo dobrym kierunek biotechnologia studia II stopnia, na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera. W dniu 23 kwietnia 2026 r. ukończył Interdyscyplinarną Szkołę Doktorską Politechniki Łódzkiej w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Ocena wyboru tematu i zakresu pracy

Zielona herbata jest jednym z najlepiej przebadanych napojów roślinnych. Jej potencjalne korzyści zdrowotne wynikają głównie z obecności katechin (zwłaszcza EGCG – galusanu epigallokatechiny), a także kofeiny i L-teaniny. Prawidłowe przygotowanie naparu z herbaty zielonej, zapewniające maksymalne wykorzystanie jej prozdrowotnego potencjału to jeden z bardziej znanych problemów dla zwolenników tego napoju jak również temat wielu badań naukowych. Jednym z problemów do rozwiązania podczas stosowania wysokotemperaturowej ekstrakcji jest znalezienie równowagi pomiędzy efektywnością migracji epikatechin z liści herbaty a ich stabilnością termiczną. Drugim ważnym problemem

związanym z skutecznością działania spożytych epikatechin jest ich stosunkowo niska stabilność w warunkach trawienia żołądkowo – jelitowego, ograniczająca przyswajalność epikatechin. Temat stabilizacji tych związków w warunkach przewodu pokarmowego był przedmiotem badań naukowców z różnych ośrodków badawczych. Jednym ze sposobów podniesienia stabilności epikatechin w tych warunkach może być zastosowanie fermentacji napoju zielonej herbaty przez symbiotyczne kultury bakterii i drożdży SCOBY, wykorzystywane do otrzymywania kombuchy. Pomimo, że jak już wcześniej wspomniałem, tematyka ta była dosyć częstym przedmiotem badań, to jednak temat ten jest ciągle aktualny i cieszy się nie malejącym zainteresowaniem naukowców z wielu ośrodków badawczych.

Tytuł rozprawy doktorskiej

Tytuł pracy odpowiada jej treści i jest ściśle powiązany z głównym celem badawczym pracy doktorskiej. Tematyka podjęta w ocenianej pracy dotyczy zagadnień z obszaru dyscypliny naukowej technologia żywności i żywienia.

Ocena formalna pracy

Oceniana praca doktorska ma typowy układ dla prac składających się z opublikowanych artykułów naukowych oraz krótkiego opracowania w języku polskim stanowiącego wprowadzenie do załączonych publikacji naukowych. W skład ocenianej pracy doktorskiej wchodzi 3 publikacje naukowe, które ukazały się w renomowanych czasopismach zagranicznych Food Chemistry, LWT – Food Science and Technology oraz Scientific Reports. Sumaryczny IF publikacji wyliczony przez Doktoranta wynosi 20,3 a liczba punktów ministerialnych 440.

Publikacjom towarzyszy przygotowane przez Doktoranta opracowanie w skład którego wchodzi: streszczenia w języku angielskim i polskim, wstęp uzasadniający podjęcie tematyki badawczej obejmujący główne zagadnienia ściśle związane z tematyką pracy doktorskiej, napisany przy wykorzystaniu aktualnej literatury światowej, genezę pracy i hipotezy badawcze, cel i zakres pracy, wykaz publikacji stanowiących główną część pracy doktorskiej. Kolejne rozdziały pracy doktorskiej to: materiał i metody badawcze, metodyka badań do części wyników które nie zostały opublikowane, omówienie wyników badań, podsumowanie, wnioski i wykaz literatury uzupełniającej. W ocenianej pracy znajdziemy również kopie 3 publikacji wchodzących w skład niniejszej rozprawy doktorskiej oraz oświadczenia współautorów publikacji, wykaz pozostałych osiągnięć Doktoranta. We wszystkich publikacjach Doktorant był pierwszym lub korespondencyjnym autorem. Zgodnie z załączonymi oświadczeniami autorów publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, Doktorant brał czynny udział we wszystkich etapach przygotowania publikacji do druku, więc Jego wkład w powstanie publikacji był znaczący. W mojej opinii formalna strona ocenianej pracy doktorskiej mgr inż. Kamila Królak nie budzi zastrzeżeń.

Ocena merytoryczna pracy

Mgr inż. Kamil Królak w pracy doktorskiej postawił oprócz celu głównego, 4 szczegółowe cele badawcze, które były realizowane poprzez weryfikację wcześniej założonych czterech hipotez. Moim zdaniem cele jak i hipotezy zostały poprawnie sformułowane. Doktorant przedstawiał zakres pracy w postaci sposobów weryfikacji postawionych hipotez badawczych zgodnie z założonymi celami szczegółowymi pracy doktorskiej. Etapy badań zostały dobrze opisane i w zrozumiały sposób przedstawione na rys. 4-6., odpowiadających kolejnym artykułom wchodzącym w skład rozprawy.

Materiały wykorzystane przez Doktoranta zarówno w artykułach jak i części nieopublikowanych wyników zostały opisane w rozdziale Materiały i Metody, mam tutaj pytanie o warianty zielonej herbaty, czym się różniły i dlaczego zostały wprowadzone dwa warianty zielonej herbaty. Drugie pytanie dotyczy izolacji bakterii mezofilnych z napojów herbacianych – dlaczego etap ten dotyczył tylko wariantu A zielonej herbaty a nie herbat komercyjnych? Nie znalazłem informacji w tym rozdziale o czarnej herbacie typu Yunnan (która opisana jest w Tabeli 1) jak również w jakim celu była ona dodawana?

Doktorant wykorzystał szerokie spektrum nowoczesnych metod badawczych, które zostały opisane zgodnie z etapami badań w których były stosowane. Zastosowane metody badawcze to m.in. ultrawydajna chromatografia cieczowa UHPLC-DAD lub UHPLC-ESI-(HR)MS/MS SEC, wysokosprawna chromatografia cieczowa HPLC-UV i inne. Metody badawcze dobrane przez Doktoranta pozwoliły na realizację założonych celów szczegółowych badań. Zostały one dobrze opisane i poparte literaturowo. Metody statystyczne zostały dobrane prawidłowo i odpowiednio opisane. W opinii recenzenta Doktorant wykazał się dużą wiedzą zarówno na etapie przygotowywania koncepcji badań jak i w doborze odpowiednich metod badawczych.

Omówienie wyników

Na kolejnych stronach opracowania Doktorant omówił najważniejsze wyniki zawarte w publikacjach wchodzących w skład ocenianej rozprawy doktorskiej jak również część badań która nie została opublikowana. Wyniki opisywane były zgodnie z numeracją założonych hipotez i odpowiadało kolejności załączonych publikacji.

W celu zweryfikowania hipotezy pierwszej Doktorant ocenił 32 warianty napoju zielonej herbaty monitorując stężenia czterech polifenoli z grupy flawan-3-oli: EGC, EC, EGCG i ECG, podczas zmiany parametrów procesu ekstrakcji tj. temperatury, czasu ekstrakcji, formy herbaty oraz rodzaju użytej wody jako rozpuszczalnika. Wyniki tych badań przedstawiono w publikacji 1, która ukazała się w czasopiśmie Food Chemistry. Zastosowanie nieskotemperaturowej ekstrakcji skutkowało wyższym poziomem niezestryfikowanych epikatechin w napoju, szczególnie EC, w porównaniu do warunków wysokotemperaturowych. Na podstawie przeprowadzonej optymalizacji procesu ekstrakcji Doktorant wskazał najlepsze warunki do maksymalizacji stężeń epikatechin w napoju zielonej herbaty produkowanym

metodą niskotemperaturowej ekstrakcji tj. herbata liściasta z użyciem wody destylowanej przez 12 godzin w temperaturze 20 °C. Do tej części badań mam pytanie czy badano również wpływ takich warunków na ekstrakcję innych składników herbaty zielonej np. garbników. Wielu konsumentów stosuje wielokrotne zaparzanie herbaty zielonej, czy wielokrotna ekstrakcja niskotemperaturowa może mieć zastosowanie i jaki skład miałyby takie ekstrakty?

Artykuł nr 2 miał zweryfikować tezę czy fermentacja naparów zielonej herbaty, przez mikroorganizmy wykorzystywane do produkcji kombuchy może mieć wpływ na stabilność epikatechin z zielonej herbaty w warunkach symulowanego trawienia żołądkowo-jelitowego, tą część badań uważam za bardzo interesującą. Jak już wspomniałem wcześniej problem stabilizacji tych związków w warunkach przewodu pokarmowego jest jednym z głównych ograniczeń pełnego wykorzystania ich właściwości prozdrowotnych. Zastosowanie fermentacji przez SCOBY dało wyraźny wzrost stabilności epikatechin z kombuchy podczas trawienia *in vitro*. W pracy tej wykorzystano ekstrakty zielonej herbaty otrzymane metodą wysokotemperaturową (85 °C przez 10 min) a czy były podejmowane próby z fermentacją ekstraktów otrzymanych w niskich temperaturach?

Kolejna część badań przeprowadzonych przez Doktoranta dotyczyła określenia czy ekstrakty niskotemperaturowe mogą być zanieczyszczone mikrobiologicznie niebezpiecznymi dla konsumenta bakteriami. W tej nieopublikowanej części badań wykazano potencjalne zagrożenie mikrobiologiczne ze strony bakterii *Bacillus cereus* w tak przygotowanych ekstraktach, które pochodziło z liści herbaty a nie stosowanego rozpuszczalnika. W tej części badań Doktorant wykorzystał szereg zaawansowanych metod badawczych w celu kompleksowej analizy wyizolowanych bakterii. Dalszym etapem tych badań było sprawdzenie wystąpienia ryzyka wzrostu bakterii *B. cereus* podczas kilkugodzinnej ekstrakcji zielonej herbaty w temperaturze 20 °C do poziomu mogącego spowodować zagrożenie infekcją tym mikroorganizmem. Wyniki uzyskane przez Doktoranta potwierdziły działanie przeciwbakteryjne składników obecnych w ekstraktach z zielonej herbaty, również otrzymanych podczas niskotemperaturowej ekstrakcji, które utrzymywały liczbę komórek badanych szczepów na niskim poziomie.

W kolejnej części pracy doktorskiej Doktorant zbadał wpływ komercyjnie dostępnych soków NFC z owoców czarnego bzu, czarnej aronii, czarnej porzeczki oraz żurawiny wielkoowocowej na wzrost dwóch szczepów *B. cereus*. Wyniki badań przedstawiono w publikacji nr 3. Wykorzystane soki zostały szczegółowo przeanalizowane pod kątem ich parametrów chemicznych jak również właściwości przeciwrodnikowych. Analiza mikrobiologiczna wykazała zróżnicowany wpływ soków owocowych na wzrost dwóch szczepów *B. cereus*. Wśród przebadanych soków największy potencjał ograniczania rozwoju bakterii *B. cereus* miał sok z owoców czarnej aronii, który ma jednak nie jest zalecany jako dodatek podczas ekstrakcji zielonej herbaty jak i inne soki z kwaśnych owoców zwiększające ekstrakcję glinu z liści herbaty. Badania opublikowane w artykule naukowym nr 3 są interesujące a Doktorant uzyskał wartościowe wyniki, jednak mam wrażenie, że jest ona tylko częściowo związany z głównym celem badań pracy doktorskiej.

Podsumowując ten rozdział stwierdzam, że otrzymane przez Doktoranta wyniki są wartościowe i poszerzają wiedzę z zakresu technologii żywności i żywienia, Doktorant prawidłowo i z dużą znajomością tematu analizuje uzyskane wyniki, krytycznie porównując je wynikami innych autorów. Prawidłowo prowadzi dyskusję w oparciu o starannie dobraną literaturę, starając się wielokierunkowo wyjaśnić uzyskane zależności. Bardzo dobre rozeznanie w literaturze tematu dysertacji widać jeszcze wyraźniej w dużo szerszej dyskusji wyników w poszczególnych publikacjach wchodzących w jej skład.

Podczas pisania pracy Doktorant wykorzystał ponad 150 pozycji literatury uzupełniającej literaturę zawartą w załączonych publikacjach własnych. Doktorant korzystał głównie z publikacji naukowych, niewielkiej ilości książek oraz stron internetowych. Należy zauważyć, że większość wykorzystanej literatury ukazała się w drugiej i trzeciej dekadzie obecnego wieku w wartościowych czasopismach o światowym zasięgu, co jeszcze raz potwierdza bardzo dobrą znajomość tematu przez Doktoranta oraz aktualność podjętej w pracy doktorskiej tematyki badań.

Podsumowanie i wnioski

Doktorant kończy swoje opracowanie rozdziałami zatytułowanymi podsumowanie oraz wnioski. W podsumowaniu Doktorant zestawiał osiągnięte rezultaty z postawionymi hipotezami. Takie rozwiązanie daje możliwość szybkiego i syntetycznego zapoznania się czytelnika z ocenianą pracą i jej najważniejszymi efektami. W ramach ostatniego rozdziału formuje 5 wniosków, które ściśle korespondują z uzyskanymi wynikami i potwierdzają realizację zamierzonych celów. Mi osobiście brakuje wniosku, który wskazywałby pozytywne działanie zastosowanych soków owocowych na hamowanie rozwoju bakterii *Bacillus cereus* w badanych ekstraktach niskotemperaturowych.

Wniosek końcowy

Oceniając merytorycznie przedłożoną do recenzji pracę doktorską mgr inż. Kamila Królak stwierdzam, że Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością podjętej tematyki badań. Odpowiednio zaplanowała i wykonała doświadczenia, wykazując się umiejętnością posługiwania szerokim spektrum nowoczesnych metod badawczych, uzyskując wartościowe wyniki. Bogate piśmiennictwo, kompletność wyników oraz ich właściwa interpretacja świadczą o pracowitości i dojrzałości naukowej Doktoranta. Stwierdzam, że Doktorant wybrał do rozwiązania aktualny problem badawczy, który jest istotny zarówno z naukowego jak i aplikacyjnego punktu widzenia. Rozprawa napisana jest poprawnym językiem i została przejrzysto skomponowana. Uważam, że będąca przedmiotem oceny rozprawa Pana mgr inż. Kamila Królak pt. „Stabilność związków kształtujących potencjał funkcjonalny napojów zielonej herbaty” wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. Edyty Kordialik-Bogacka, prof. Uczelni i promotora pomocniczego dr inż. Sylwii Ścieszka, spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawarte w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.). Dlatego przedkładam Wysokiej Radzie Dyscypliny

Technologia Żywności i Żywienia Politechniki Łódzkiej wniosek o dopuszczenie Pana mgr inż.
Kamila Królak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

