



UNIWERSYTET ROLNICZY
im. Hugona Kollątaja w Krakowie

Wydział Technologii Żywności
Katedra Technologii Produktów Roślinnych i Higieny Żywienia

Dr hab. inż. Emilia Bernas, prof. URK
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków
e-mail: emilia.bernas@urk.edu.pl

Kraków, 07.04.2026 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Katarzyny Garbacz**
pt. **„Opracowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peptydów ze źródeł roślinnych o potencjalnych właściwościach prozdrowotnych”**
wykonanej w Katedrze Biotechnologii, Mikrobiologii i Żywienia Człowieka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie pod kierunkiem prof. dr. hab. Adama Waśko oraz w firmie Biolive Innovation Sp z o.o. w ramach Programu MNiSW (MEiN) „Doktorat Wdrożeniowy” (DWD/487/2020) pod opieką dr. Jacka Wawrzykowskiego.

Podstawa wykonania recenzji

Podstawą formalną przygotowania recenzji jest Uchwała Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 28.01.2026 r., zgodnie z którą zostałam powołana na Recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Garbacz pt. „Opracowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peptydów ze źródeł roślinnych o potencjalnych właściwościach prozdrowotnych”.

Recenzję sporządzono zgodnie z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) na podstawie otrzymanych dokumentów zawierających rozprawę doktorską, w tym kopie dwóch publikacji wchodzących w skład rozprawy wraz z oświadczeniami współautorów o ich merytorycznym wkładzie w powstanie każdej z publikacji oraz notę technologiczną stanowiącą przedmiot rozprawy i podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora.

Uzasadnienie podjętej tematyki badawczej

Istotnym problem przemysłu olejarskiego w Polsce i na świecie jest zagospodarowanie lub utylizacja produktów odpadowych (makuchów), które mogą stanowić nawet 70% masy przetworzonego surowca. Z uwagi na wysoką zawartość białka (ok. 30%), podstawowym sposobem wykorzystania makuchów jest ich zastosowanie w żywieniu zwierząt, niemniej jednak ze względu na zawartość substancji antyodżywczych m.in. glikozynolanów i synapin

ich zastosowanie może być ograniczone. W związku z tym uważam, że bardzo zasadną jest podjęta przez Doktorantkę tematyka badawcza, uwzględniająca wykorzystanie tego surowca w innych celach niż paszowe, a więc do produkcji peptydów o właściwościach prozdrowotnych. Otrzymane preparaty mogą znaleźć zastosowanie m.in. w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym czy kosmetycznym. Bioaktywne peptydy, składające się najczęściej z sekwencji od 2 do 20 aminokwasów mogą być pozyskiwane z różnych surowców na skutek poddania zawartego w nich białka hydrolizie enzymatycznej przy użyciu proteaz roślinnych, zwierzęcych lub pochodzenia mikrobiologicznego. Peptydy te mogą być także syntetyzowane chemicznie lub poprzez ekspresję odpowiednich genów. Badania naukowe pokazują, że związki te mogą korzystnie oddziaływać na funkcjonowanie organizmu człowieka, m.in. układu immunologicznego, krążenia, nerwowego czy pokarmowego. Należy także podkreślić istotną rolę bioaktywnych peptydów w procesie hamowania aktywności konwertazy angiotensyny I (ACE) odpowiedzialnej za wzrost ciśnienia krwi oraz właściwości antyoksydacyjne i przeciwdrobnoustrojowe. Związki te mogą także kształtować właściwości sensoryczne żywności.

Aktywność biologiczna peptydów jest determinowana przede wszystkim ich strukturą, która z kolei zależy m.in. od warunków procesu izolacji białek, ich źródła i stopnia hydrolizy, warunków hydrolizy, typu zastosowanej proteazy oraz masy cząsteczkowej otrzymanych peptydów. Dane literaturowe pokazują, że hydrolizaty białkowe charakteryzują się wyższą aktywnością antyoksydacyjną niż oczyszczone peptydy, co zostało uwzględnione przez Doktorantkę w opracowanej technologii. Oprócz wymienionych czynników na ilość i właściwości peptydów może wpływać skład makuchów, który nie jest stały. Ponadto zastosowane warunki ekstrakcji składników bioaktywnych z tkanki roślinnej determinują skład i cechy prozdrowotne otrzymanych związków, ale także, co istotne z punktu widzenia przedsiębiorstwa, kształtują wydajność i opłacalność procesu.

W związku z powyższym uważam, że tematyka badawcza podjęta przez Doktorantkę w rozprawie doktorskiej jest w pełni uzasadniona oraz bardzo ważna z punktu widzenia rozwoju dyscypliny technologia żywności i żywienia, szczególnie w aspekcie zagospodarowywania odpadów oraz optymalizacji warunków pozyskiwania z nich składników funkcjonalnych, a także aktualnych potrzeb przemysłowych. Przedstawiona tematyka i rozwiązanie technologiczne dobrze wpisują się w rozwój gospodarki w obiegu zamkniętym, która jest kluczowym elementem polityki Unii Europejskiej i w świetle mojej wiedzy może znaleźć szeroki krąg odbiorców, zarówno wśród producentów żywności, jak i suplementów diety.

Ocena formalna rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska pt. „Opracowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peptydów ze źródeł roślinnych o potencjalnych właściwościach prozdrowotnych” została zrealizowana w ramach Programu MNiSW Doktorat Wdrożeniowy (DWD/487/2020), którego głównym celem jest wskazanie potencjału wdrożeniowego otrzymanych wyników rozprawy. W związku z tym do oceny przedłożono rozprawę doktorską, która składa się z monografii, dwóch publikacji naukowych oraz wdrożeniowej procedury technologicznej dokumentującej wdrożenie opracowanej technologii w firmie Biolive Innovation Sp z o.o.

W monografii stanowiącej pierwszą część rozprawy doktorskiej liczącej 161 stron maszynopisu zamieszczono Streszczenie w języku polskim i angielskim - po 1 stronie, Słowa kluczowe, Wykaz skrótów – 4 strony, Wprowadzenie do problematyki badawczej – 2 strony, obszernie Uzasadnienie podjętej tematyki badawczej – 35 stron, Cel, zadania, hipotezy badawcze i schemat przebiegu doświadczenia – 6 stron, Materiał i metody – 17 stron, Wyniki – 56 stron, Dyskusję – 10 stron, Wnioski – 3 strony oraz Bibliografię – 18 stron. Układ monografii jest typowy dla tego typu opracowań, a jej forma jest przejrzysta. Dodatkowo umieszczony na początku Spis treści ułatwia czytelnikowi orientację i szybki dostęp do zagadnień zawartych w poszczególnych rozdziałach. Proporcje rozdziałów są rozsądne, przy czym moim zdaniem podrozdział „Schemat przebiegu badań” zamiast w rozdziale 4, powinien być zamieszczony w rozdziale 5 (Materiał i metody). Bibliografia zawiera 156 pozycji, w większości oryginalnych i anglojęzycznych.

Dalszą część rozprawy stanowią dwie publikacje naukowe (przeładowa i oryginalna) opublikowane w czasopiśmie Foods w 2023 r. i 2025 r. Wyniki zawarte w oryginalnej pracy zostały dodatkowo omówione w monografii stanowiącej ocenianą rozprawę doktorską. Kopie obu prac zamieszczono na końcu rozprawy. W rozprawie doktorskiej nie podano IF oraz punktacji MNiSW dla obu publikacji, niemniej jednak wyliczony przez Recenzenta ich sumaryczny 5-letni IF jest równy 10,3, a sumaryczna punktacja wynosi 200. We obu pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, co świadczy o jej wiodącym wkładzie w powstanie prac i dodatkowo podnosi wartość ocenianej rozprawy doktorskiej. W dokumentacji znajdują się oświadczenia wszystkich współautorów każdej z publikacji. Zgodnie z nimi udział doktorantki w ich powstaniu polegał głównie na opracowaniu koncepcji doświadczenia, opracowaniu metodologii badań, przeprowadzeniu badań eksperymentalnych, opracowaniu uzyskanych wyników, przygotowaniu tekstu manuskryptu oraz jego współredagowaniu po recenzjach. W oświadczeniach nie ponadto procentowego udziału Pani mgr inż. Katarzyny Garbacz w powstaniu każdej z prac stanowiących rozprawę doktorską.

Rozprawę doktorską kończy nota technologiczna, którą stanowi opracowana i wdrożona w firmie Biolive Innovation Sp z o.o. procedura technologiczna dotycząca wytwarzania biologicznie aktywnych peptydów z makuchów roślin oleistych.

Ocena merytoryczna rozprawy

Tytuł rozprawy jest adekwatny do postawionych w niej tez badawczych oraz zgodny z jej treścią, a także odzwierciedla zakres przeprowadzonych prac wdrożeniowych.

Spis treści w logiczny sposób dzieli monografię na rozdziały i podrozdziały, niemniej jednak moim zdaniem jest on nadmiernie rozbudowany, szczególnie podrozdział 3.5.3. Ponadto zgodnie z przyjętymi zasadami pisowni, kursywę używa się przede wszystkim w przypadku stosowania nazw łacińskich, dlatego używanie jej w pisowni tytułów podrozdziałów uważam za niezasadne.

W rozdziale Wykaz używanych skrótów Doktorantka zamieściła wyjaśnienie wszystkich skrótów stosowanych w rozprawie. Uważam, że w rozdziale tym powinny zostać wyjaśnione jedynie te skróty, które z uwagi na ich stosunkowo rzadkie wykorzystanie w literaturze naukowej wymagają wyjaśnienia np. ACN, BCAA, CHAPS, GBH, natomiast skróty

powszechnie znane, takie jak np. g, kg, mg, mld, czy NaCl nie wymagają wyjaśnienia i należało je pominąć.

Następnym rozdziałem rozprawy doktorskiej jest Przegląd literatury, który wprowadza w tematykę rozprawy. Doktorantka poruszyła w nim problematykę zagospodarowania odpadów przemysłu olejarskiego, scharakteryzowała makuchy analizowanych w rozprawie roślin oleistych pod kątem ich właściwości prozdrowotnych i antyżywnościowych, omówiła metody izolacji białek z makuchów i ich współczesne modyfikacje, a także szczegółowo scharakteryzowała enzymy roślinne, które w części eksperymentalnej wykorzystwała do hydrolizy białek z makuchów. Na koniec omówiła właściwości prozdrowotne bioaktywnych peptydów oraz zastosowanie hydrolizatów białkowych z nasion roślin oleistych w produkcji żywności, opakowań i kosmetologii. Charakteryzując peptydy Doktorantka skupiła się na ich korzystnym wpływie na organizm człowieka. W związku z tym nasuwa się pytanie czy istnieją jakieś zagrożenia związane z ich spożywaniem, a jeśli tak to proszę o ich przedstawienie. Ta część rozprawy została napisana bardzo merytorycznie, w oparciu o odpowiednio dobraną literaturę, co świadczy o znajomości przez Autorkę literatury przedmiotu. Ponadto uważam, że bardzo dobrym pomysłem było uwzględnienie w tym rozdziale oryginalnej pracy Doktorantki wchodzącej w skład jej rozprawy, bowiem pozwala to czytelnikowi na umiejscowienie omawianego eksperymentu wśród innych badań naukowych. Przedstawione w Przeglądzie literatury informacje w pełni uzasadniają tematykę podjętą przez Doktorantkę w rozprawie.

W dalszej części rozprawy Autorka sformułowała cel pracy, który umożliwił weryfikację trzech postawionych hipotez badawczych. Doktorantka założyła w nich, że w wyniku hydrolizy białek wyizolowanych wcześniej z makuchów otrzyma mieszaninę peptydów o istotnej aktywności antyoksydacyjnej i inhibitorowej wobec konwertazy angiotensyny I, a parametry przeprowadzonego procesu pozwolą na zwiększenie udziału peptydów bioaktywnych przy zachowaniu wysokiej wydajności ekstrakcji i hydrolizy. Ponadto Pani magister założyła, że uzyskane profile aktywności można przewidywać na podstawie analiz *in silico* sekwencji białek i peptydów, a także, że opracowana technologia może zostać przeskalowana do warunków przemysłowych przy zachowaniu kluczowych parametrów jakościowych ekstraktu i hydrolizatu. Cel główny pracy został uzupełniony o sześć celów szczegółowych oraz przyporządkowano mu 7 zadań badawczych. Moim zdaniem podrozdział Zadania badawcze jest zbędną częścią tego rozdziału, ponieważ w dużej mierze powiela cele szczegółowe, a na dodatek jest on nadmiernie rozbudowany. Uważam także, że podrozdział 4.4. Schemat przebiegu doświadczenia, zamiast w rozdziale 4 powinien znaleźć się na początku rozdziału 5 Materiał i metody, ponieważ prezentuje on etapy przebiegu doświadczenia i opisuje ich początkowy przebieg. Mam jednocześnie pytanie, które prosiłabym, aby zostało wyjaśnione w czasie obrony rozprawy. Ze schematu przedstawionego na Rycinie 7 wynika, że etap Hydroliza enzymatyczna (optymalizacja) następował po Ekstrakcji białka (optymalizacja) i był równoczesny z Analizą bioinformatyczną? Z celów szczegółowych i zadań badawczych wynika jednak, że następował on po Analizie bioinformatycznej?

Pomimo przedstawionych powyżej drobnych uwag krytycznych uważam, że problem badawczy został prawidłowo przedstawiony przez Doktorantkę i dowodzi posiadania przez nią umiejętności syntetycznej analizy dylematów naukowych.

W rozdziale piątym Autorka opisała przebieg doświadczenia oraz scharakteryzowała zastosowane narzędzia i metody badawcze. Badania składały się z kilku etapów i obejmowały:

opracowanie optymalnych warunków ekstrakcji białka z makuchów trzech roślin oleistych (rzepak, słonecznik zwyczajny, ostropest plamisty), umożliwiającą otrzymanie jak największej wydajności procesu, identyfikację i charakterystykę otrzymanych preparatów białkowych, symulowaną hydrolizę wyizolowanych białek pod kątem pozyskania peptydów o właściwościach prozdrowotnych, opracowanie optymalnych warunków hydrolizy enzymatycznej otrzymanych preparatów białkowych w skali laboratoryjnej w celu otrzymania peptydów o właściwościach antyoksydacyjnych i hipotensyjnych oraz przeskalowanie opracowanego procesu technologicznego ze skali laboratoryjnej na skalę przemysłową.

Do analizy otrzymanych preparatów białkowych Kandydatka zastosowała różnorodne techniki, w tym proste analizy chemiczne, zaawansowaną analizę MALDI-TOF/TOF oraz narzędzia informatyczne - baza BIOPEP. Takie podejście do tematu dowodzi posiadania przez Panią magister szerokiej i aktualnej wiedzy na temat zagadnień poruszanych w rozprawie, dużych umiejętności analitycznych oraz dobrze opanowanego warsztatu badawczego niezbędnego do prowadzenia badań w obszarze związanym z dyscypliną technologia żywności i żywienia. Pomimo tego, niektóre kwestie zawarte w tym rozdziale wymagają doprecyzowania lub wyjaśnienia:

- S. 65 Czy temperatura hydrolizy otrzymanych preparatów była zgodna z tą podaną w Tab. 2?
- S. 66 Czy Autorka oznaczała ilość peptydów w otrzymanym preparacie białkowym przed jego hydrolizą, a jeśli tak to jaka ona była, w stosunku do ilości peptydów po hydrolizie enzymatycznej?
- S. 66 W jaki sposób przygotowano próbki hydrolizatów do oznaczania aktywności antyoksydacyjnej tzn. jaki rodzaj rozpuszczalnika zastosowano i w jakich warunkach prowadzono ekstrakcję związków antyoksydacyjnych? S. 67 Z jakiego powodu czas inkubacji w przypadku rodnika ABTS i DPPH był różny?
- S. 67 Dlaczego w przypadku aktywności antyoksydacyjnej oznaczanej metodą FRAP nie zastosowano inkubacji próbek w temp. 37°C, co jak podaje cytowana przez Autorkę literatura źródłowa (Benzie i Strain 1996) jest warunkiem koniecznym tej metody? Ponadto proszę o wyjaśnienie z jakiego powodu Doktorantka zastosowała inny niż w cytowanej literaturze źródłowej stosunek badanej próbki do mieszaniny reakcyjnej i czy mogło to mieć wpływ na otrzymane wyniki pomiaru?
- S. 68 Zamiast sformułowania „wyparka podciśnieniowa” lepszym jest stwierdzenie „wyparka próżniowa”.
- S. 69 Z jakiego powodu do ekstrakcji białka z makuchów w skali przemysłowej na etapie pierwszym do zbiornika wprowadzono mniej wody (150 litrów) niż wynikałoby to z przeprowadzonych wcześniej badań laboratoryjnych (160 litrów)?
- S. 70 Czym kierowała się Kandydatka dobierając stosunek ilości ekstraktu białkowego do wody podczas hydrolizy enzymatycznej? Czy zależał on od ilości białka w otrzymanych preparatach białkowych? Czy badano ilość suchej masy w roztworze przed suszeniem rozpyłowym, a jeśli tak to jaka ona była?
- S. 71 Jaka była temperatura wylotowa powietrza podczas suszenia rozpyłowego? Czy nie było problemu ze zbrylaniem się materiału podczas suszenia i czy w związku z tym stosowano jakiś nośnik? Czy produkt po suszeniu był stabilny?

- S. 72 Ilu czynnikiem analizę statystyczną zastosowano do analizy danych testem t-Studenta z korektą Welcha?

W kolejnym rozdziale mgr inż. Katarzyna Garbacz przedstawiła i omówiła uzyskane wyniki, które po części zostały opublikowane w publikacji wchodzącej w skład rozprawy doktorskiej (Publikacja 2). Uważam, że uzyskane wyniki badań są bardzo istotnym osiągnięciem naukowym. Wyniki zostały zaprezentowane w formie 30 Tabel i 17 Rycin. Tabele i Ryciny są z reguły dobrze opracowane, niemniej jednak uważam, że zbędnym jest powielanie tych samych wyników w tabelach (m.in. tabela 5, 7, 10) i na rycinach (m.in. Rycina 9, 10, 11). Autorka powinna wybrać jeden sposób prezentacji danych. Ponadto dużym dyskomfortem czytającego jest dzielenie jednej ryciny (m.in. Ryciny 10-14, 19) i tabeli (m.in. Tabela 8, 12, 13) na dwie oddzielne strony.

Pierwszą część rozdziału Wyniki Kandydatka poświęciła omówieniu wyników badań dotyczących oceny składu chemicznego makuchów, optymalizacji procesu ekstrakcji białek i ich hydrolizy enzymatycznej, analizie *in silico* wyekstrahowanych białek i badaniom właściwości antyoksydacyjnych i hipotensyjnych otrzymanych peptydów w skali laboratoryjnej. Na podkreślenie zasługuje wykorzystanie przez Doktorantkę do weryfikacji jednej z postawionych hipotez metody analizy bioinformatycznej peptydów z wykorzystaniem bazy BIOPEP. Druga część rozdziału dotyczyła omówienia wyników badań nad przeskalowaniem opracowanej technologii do skali przemysłowej i oceną właściwości prozdrowotnych otrzymanych preparatów peptydowych. Doktorantka z reguły dobrze poradziła sobie z opisem uzyskanych wyników, niemniej jednak nie uniknęła błędów stylistycznych i nieścisłości w interpretacji danych. Przykładem może być informacja podana na s. 76, dotycząca szybkiego wzrostu stężenia białka w roztworze w ciągu pierwszych 45–60 min. Zgodnie z danymi zamieszczonymi w Tabeli 5 istotny wzrost obserwowano jedynie do 30 min, ponieważ potem (do 60 min) zmiany te były nieistotne. Podobnie na s. 78 autorka podała, że kinetyka procesu osiągnęła stabilność po ok. 60 min. ekstrakcji, podczas, gdy z Tabeli 7 wynika, że zmiany po 45 min. były już nieistotne statystycznie. Moje wątpliwości budzi również poprawność niektórych oznaczeń literowych dotyczących istotności statystycznej danych zamieszczonych chociażby w Tabeli 5 w przypadku pH=12 i temp. 30°C (wartości 4,24bc; 4,21c; 4,28c), w Tabeli 7 w przypadku pH = 11 i temp. 40°C (wartości 0,82a; 0,90ab; 0,97ac; 0,95cd) oraz w przypadku pH = 12 i temp. 30°C (wartości 1,01ac; 1,02cd; 1,00d), w Tabeli 10 w przypadku pH=12 i temp. 40°C (wartości 5,25abc; 5,25d), w Tabeli 15 w przypadku pH=12 i temp. 40°C (wartości 5,43b; 5,49c; 5,84c) oraz w Tabeli 25 (ficyna 10%, wartości 16,27cd; 17,40d; 18,19d), przy jednocześnie niskich wartościach SD? Uważam także, że pewnym niedociągnięciem pracy jest brak możliwości porównania wpływu temperatury ekstrakcji na zawartość białka w otrzymanych preparatach, co wynika z opisu Tabeli 5 i 7, a co moim zwiększyłaby wartość pracy. Także opis zamieszczony w tytule Tabeli 24 jest niejasny i dwuznaczny, ponieważ wynika z niego, że zastosowano 3-czynnikiem analizę wariancji, ale równocześnie Autorka podaje, że różne litery w obrębie danego enzymu prezentują istotne różnice pomiędzy średnimi dotyczącymi 2 czynników (stężenie enzymu, czas hydrolizy)? Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.

Doktorantka interpretując wyniki przeprowadzonych badań nie zawsze była wystarczająco precyzyjna i w związku z tym proszę o wyjaśnienie dlaczego na s. 80 napisała, że „Z perspektywy projektowania procesu 60 min. można uznać za optymalny czas trwania

etapu II” skoro w wielu przypadkach wystarczającym czasem procesu było 45 min., co wynika z Tabeli 7? Podobnie na s. 85 podała, że „Maksymalną zawartość białka w natancie odnotowano dla pH 12, 40 °C po 60 min. ekstrakcji”, a z Tabeli 12 wynika, że zmiany wykazane po 45 min. były już nieistotne statystycznie i wynosiły zaledwie 0,04%? W związku z tym nasuwa się pytanie: czy wydłużenie czasu ekstrakcji o 15 min. było zasadne z ekonomicznego punktu widzenia, skoro różnice w ilości białka były niewielkie i nieistotne? Uwaga ta dotyczy wszystkich rodzajów makuchów, które badano. Ponadto na s. 127 Autorka napisała, że redukcja stężenia papainy z 10 do 5% przy jednoczesnym wydłużeniu czasu hydrolizy do 180 min. i zachowaniu dobrych parametrów jakościowych hydrolizatów było bardziej ekonomiczna dla przedsiębiorstwa. W związku z tym proszę o wyjaśnienie czy Doktorantka wykonała kalkulację kosztochłonności procesu przy zmiennych parametrach hydrolizy (czas, dodatek enzymy), a jeśli tak to proszę o podanie różnic w kosztach.

Odnośnie tej części pracy mam jeszcze kilka uwag i pytań:

- Wyniki zawarte w tabeli 4 i 9 powinny być wyrażone w g/100 g produktu zamiast %.
- Z jakiego powodu wyników zamieszczonych w Tabeli 4, 9 i 32 nie poddano analizie statystycznej?
- Proszę o wyjaśnienie, co zdaniem Autorki mogło być przyczyną tego, że do 30 min. ekstrakcji w temp. 30°C, przy pH = 11 ilość białka w preparacie obniżała się (Tabela 10), a potem rosła?
- Czy jakieś inne związki obecne w hydrolizatach (s. 119) oprócz peptydów np. polifenole mogły wpływać na aktywność antyoksydacyjną mierzoną różnymi metodami i w związku z tym czy oznaczano poziom tych związków?

W następnym rozdziale Dyskusja Autorka we właściwy sposób porównała otrzymane wyniki badań z aktualną literaturą przedmiotu, co pozwoliło na ich umiejscowienie w szerokiej perspektywie naukowej. Kandydatka zweryfikowała postawione hipotezy badawcze, przy czym potwierdziła hipotezę pierwszą, w której zakładała możliwość uzyskania hydrolizatów białkowych o istotnej aktywności przeciwutleniającej oraz inhibitorowej wobec konwertazy angiotensyny I oraz hipotezę trzecią, w której przewidywała możliwość przeskalowania opracowanej technologii ze skali laboratoryjnej na skalę przemysłową. Hipoteza druga została potwierdzona częściowo, ponieważ wykazano, że analizy *in silico* mają swoje ograniczenia i nie zawsze właściwie przewidują profil bioaktywności hydrolizatów białkowych. Bardzo cenną częścią rozprawy jest wskazanie przez Autorkę na istnienie krytycznych punktów technologicznych wymagających ścisłej kontroli i optymalizacji na etapie wdrożenia procesu w skali przemysłowej. Kandydatka wskazała na słabe i mocne strony przeprowadzonych badań, co moim zdaniem jest bardzo wartościowe i świadczy o jej świadomym i dojrzałym podejściu do zagadnienia. Rozdział ten został napisany prawidłowo, niemniej jednak chciałabym zwrócić uwagę na jedną kwestię. Nie można wprost porównywać wyników badań dotyczących aktywności antyoksydacyjnej w sytuacji, kiedy różni autorzy stosowali różne stężenia substancji aktywnych (s. 136).

Przedostatnim rozdziałem rozprawy są Wnioski, które zostały podzielone na 3 części: wnioski naukowe (5 wniosków), wnioski technologiczne (4 wnioski) oraz wnioski aplikacyjne i wdrożeniowe (4 wnioski). Sformułowane przez Doktorantkę wnioski w pełni odpowiadają założonym celom pracy i są adekwatne do przeprowadzonych badań i otrzymanych rezultatów, niemniej jednak wnioski technologiczne wymagają korekty pod względem stylistycznym.

Ponadto korekty wymaga także numeracja wniosków technologicznych, aplikacyjnych i wdrożeniowych, ponieważ w rozprawie jest ona kontynuacją numeracji wniosków naukowych, a zgodnie z zastosowanym podziałem powinny mieć one oddzielną numerację. Wśród wniosków aplikacyjnych i wdrożeniowych zabrakło jednego wniosku podsumowującego wyniki przeprowadzonego doświadczenia, w których podane by zostały optymalne warunki hydrolizy dla każdego rodzaju makuchów tj. poziom pH, temperatura i dawka enzymu.

Ostatnim rozdziałem rozprawy doktorskiej jest Bibliografia. Znaczącą jej część stanowią prace opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym z listy JCR. Zdecydowana większość prac pochodzi z ostatnich 10 lat – 101 pozycji (64,7%), co wskazuje na bardzo dobrą znajomość przez Autorkę aktualnej literatury przedmiotu.

Pozostałe uwagi do pracy.

- W całej rozprawie zamiast nazwy słonecznik należy używać pełnej nazwy - słonecznik zwyczajny, podobnie zamiast ostropest należy używać nazwy ostropest plamisty.
- Brak cytowania w tekście rozprawy Tabeli 1 oraz Rycin 1-8.
- s. 54 Doktorantka użyła sformułowania 'proteopeptydy' proszę o jego wyjaśnienie w czasie obrony.
- Brak informacji na temat pochodzenia obrazów zamieszczonych na Rycinach 1-3.
- S. 21 Zbędne powtarzanie w tym samym akapicie, w zdaniach następujących po sobie, dwukrotnie tej samej pozycji literaturowej - González-Pérez i Vereijken (2007).
- Niektóre pozycje literaturowe nie są ułożone w spisie literatury alfabetycznie np. prace autorstwa Duan et al. 2023, 2021 i 2025, a inne cytowane w tekście nie są spójne ze Spisem literatury np. „USDA Foreign Agricultural Service, 2025a” – w tekście pojawia się literka „a” i skrót „USDA”, podczas gdy w spisie literatury są 2 pozycje „United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. Oilseeds”, żadna nie ma literki „a” ani skrótu „USDA”. Niektóre pozycje literaturowe są niewłaściwie zacytowane w tekście pracy np. praca Ye i in. 2023 na s. 18, przypuszczam, że powinno być Ye i Liu 2023, podobnie Murro i in. 2020 (s. 31) prawdopodobnie to pozycja Murru i in. 2020 oraz Vastag i in. 2011 zamiast Vaštag i in. 2011.
- Nazwy łacińskie powinny być pisane kursywą np. s 10 *Brassica napus*, s. 148 *Cannabias sativa*, s. 153 *Cucurbita pepo*.
- Na końcu tytułów rozdziałów i podrozdziałów nie powinno być kropki (np. s. 25, 26, 27).
- S. 114 w nawiasie brakuje numeru Tabeli, a z kolei Rycina 27 powinna mieć chyba numer 22? Ponadto dane zawarte w Tabeli 27 powinny być podane do maksymalnie 1-go miejsca po przecinku.
- Autorka używa skrótów myślowych np. na s. 115 pisze „hydrolizaty po papainie/preparaty po bromelainie/po ficynie” a powinno być „hydrolizaty poddane działaniu papainy/bromleaniny/ficyny”.

Rozprawę doktorską kończy Procedura technologiczna, w której Doktorantka opisała sposób i warunki wdrażania opracowanej w skali laboratoryjnej technologii na skalę przemysłową. W procedurze, oprócz dokładnego opisu przebiegu procesu technologicznego, uwzględniono także wymagania BHP i ochrony środowiska oraz wskazano na krytyczne punkty procesu i sposób ich kontroli.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawiona rozprawa doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Garbacz pt. „Opracowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peptydów ze źródeł roślinnych o potencjalnych właściwościach prozdrowotnych”, w pełni odpowiada wszystkim wymaganiom formalnym stawianym rozprawom doktorskim. Zrealizowane przez Kandydatkę badania charakteryzują się wyraźnymi elementami innowacyjnymi i mają duży potencjał do zastosowanie w przemyśle spożywczym i wnoszą cenny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Pomimo drobnych błędów i uwag krytycznych, często o charakterze dyskusyjnym, których wskazanie jest obowiązkiem recenzenta, uważam, że rozprawa ta stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, świadczy o dojrzałości naukowej oraz umiejętności Doktorantki do prowadzenia badań naukowych. Uważam, że Pani mgr inż. Katarzyna Garbacz jest osobą bardzo dobrze przygotowaną do prowadzenia samodzielnych badań, posiadającą wieloaspektową wiedzę z zakresu nauk o żywności i żywieniu oraz potrafiącą jasno przedstawić wyniki swoich obserwacji i prawidłowo sformułować wnioski. Potwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymogi określone w art. 187 sek. 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.), dla kandydatów ubiegających się o nadanie stopnia doktora.

Z powyższych względów zwracam się do Członków Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgr inż. Katarzyny Garbacz do kolejnych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska prezentuje bardzo wysoki poziom naukowy oraz posiada szczególne walory poznawcze i aplikacyjne. Do realizacji założonych celów naukowych Doktorantka wykorzystwała różnorodne narzędzia badawcze, które wymagały od niej kompleksowej wiedzy merytorycznej i ogromnego nakładu pracy. W związku z powyższym stawiam wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Katarzyny Garbacz.

.....
EBernaś

Dr hab. inż. Emilia Bernaś, prof. URK