



Kraków, dnia 15.01.2025.

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Surówka

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Adonisa Hilal
pt. „Hydrożele białkowo - polisacharydowe w projektowaniu innowacyjnych
układów strukturotwórczych i nośników substancji bioaktywnych”.

Podstawa formalna: Uchwała podjęta dnia 15.11.2024 przez Radę Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie i pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia prof. dr hab. Mirosława Słowińskiego z 19 listopada 2024.

Przedstawiona mi do recenzji praca naukowa na stopień doktora nauk rolniczych składa się z jednotematycznego cyklu czterech publikacji opatrzonych wspólnym tytułem: „Hydrożele białkowo - polisacharydowe w projektowaniu innowacyjnych układów strukturotwórczych i nośników substancji bioaktywnych”. Prace naukowe wchodzące w skład tego cyklu zostały opublikowane w latach 2022-2024 w czasopismach ujętych na liście JCR (*Gels, Biomedicines i Journal of Molecular Sciences*). Badania w oparciu o które opublikowano te prace zrealizowano w Instytucie Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie pod kierunkiem Pani dr hab. Małgorzaty Wroniak, prof. SGGW jako promotora i Pani dr inż. Anny Florowskiej - promotora pomocniczego. Sumaryczny współczynnik wpływu powyższych publikacji, liczony w latach ich wydania, wynosi 19,6, a łączna liczba punktów według kryteriów MEiN = 280 pkt. Prace cyklu są współautorskie, ale w każdej Doktorant jest autorem pierwszym i korespondencyjnym. W dostarczonej dokumentacji zamieszczone są oświadczenia potwierdzające zadeklarowany przez niego udział w powstawaniu poszczególnych prac na poziomie od 65 do 80%. Polegał on na współpracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac badawczych i analiz laboratoryjnych, opracowaniu i interpretacji wyników oraz na przygotowaniu tekstów manuskryptów do druku. Jego rola w powstawaniu tych prac jest wiodąca i twierdzę, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska jest autorskim dziełem mgr inż. Adonisa Hilal.

Zestaw prac został całościowo opisany w syntetycznym opracowaniu liczącym 104 strony i mającym strukturę dysertacji naukowej. Rozpoczyna się ono streszczeniem w języku polskim i angielskim i podzielone jest na 7 ponumerowanych rozdziałów: Wstęp (2 strony), Przegląd piśmiennictwa (14 stron), Cel, zakres pracy i hipotezy badawcze (2 strony), Organizacja badań, materiał doświadczalny i metody (9 stron), Omówienie i dyskusja wyników (28 stron), Podsumowanie i wnioski (2 strony) i Literatura (20 stron). Do opracowania załączone są publikacje będące przedmiotem rozprawy doktorskiej i oświadczenia współautorów publikacji oraz informacje o dorobku naukowym Autora. Układ całości jest przejrzysty, logiczny i czytelny, a proporcje pomiędzy poszczególnymi częściami są właściwe. Spis literatury obejmuje 179 pozycji. Artykuły naukowe z ostatnich pięciu lat stanowią ponad 78%, a najstarsza cytowana publikacja datowana jest na 2005 rok. Dobór bibliografii jest odpowiedni i zawiera najistotniejsze pozycje literatury przedmiotu, chociaż wobec braku cytowań choćby kilku starszych, fundamentalnych dla poznania istoty oddziaływań białkowo-polisaharydowych prac naukowych budzi u recenzenta odczucie, że wcześniejsze pokolenia naukowców niewiele wniosły do rozwoju wiedzy w tym zakresie.

Praca napisana jest starannie i w sposób komunikatywny, a zastosowany język jest odpowiedni dla opracowań naukowych. Oprócz nielicznych błędów maszynowych (78₁₁, 70₁, 69₈, 47⁷, 53⁷, 64₁₅, 36⁵) i wymagającej poprawy numeracji rysunków (51_{Rys.9}, 52³, 74_{14,16}) odnotowałem tylko jeden błąd stylistyczny (78₁₋₅) i kilka sformułowań, które należałoby poprawić np.: czystość (29₁₇) => zawartość; arabinozy, ksylozy (30₇) => arabinoza, ksyloza; hydrożele białko - polisacharydowe (31¹¹) => hydrożele białkowo - polisacharydowe; w stężeniu (45^{3,7}, 60⁹) => do uzyskania końcowego stężenia; chlorku żelaza (III) (50³) => chlorku żelaza(III); drugorzędna struktura (58₈) => struktura drugorzędowa; dodano 0,3M NaCl (67₁₃) => dodano NaCl do uzyskania w produkcie jego stężenia 0,3 mol/L; długość fali [cm⁻¹] (oś rysunku 15) => liczba falowa [cm⁻¹]. Wobec powyższego stwierdzam, że pod względem formalnym praca spełnia wymagania stawiane rozprawom dysertacyjnym na stopień doktora.

Tematyka recenzowanej pracy obejmuje zagadnienia z zakresu oddziaływań biopolimerów, a w szczególności interakcji białek z polisacharydami, których oczekiwanym efektem jest powstawanie struktur żelowych mogących stanowić układy o zdefiniowanej strukturze i konsystencji, predestynujących je do zastosowań w charakterze nośników substancji bioaktywnych. W przeglądzie literatury Doktorant definiuje hydrożele, dokonuje ich klasyfikacji i omawia podstawowe składniki ze szczególnym uwzględnieniem białek grochu i polisacharydów zawartych w łuskach nasion babki płesznik. Następnie opisuje

zależności termodynamiczne, przy których dochodzić może do tworzenia się różnych struktur białkowo-polisacharydowych i klasyfikuje czynniki wywołujące powstawanie hydrożeli. Wśród tych czynników szczególnie wyróżnia indukowanie żeli przy użyciu metod niekonwencjonalnych polegających na połączeniu efektu termicznego z działaniem ultradźwięków lub wysokich ciśnień hydrostatycznych oraz podkreśla rolę pH i siły jonowej w modyfikowaniu właściwości tych żeli. Pisze też o potencjalnych możliwościach zastosowawczych hydrożeli białkowo-polisacharydowych zwracając uwagę na to, że mogą być one pomocne w stabilizowaniu i/lub dostarczaniu substancji bioaktywnych do przewodu pokarmowego przez to zwiększając ich biodostępność. Rozdział ten opracowany jest bardzo dobrze i świadczy o dogłębnym zrozumieniu tematyki i bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktoranta. Dowodzi on również, że podjęta tematyka stanowi atrakcyjny obiekt dociekań naukowych i dobrze uzasadnia celowość podjętych badań. Cel i zakres pracy doktorskiej oraz hipotezy badawcze zostały zebrane w kolejnym rozdziale. Sformułowano je prawidłowo oraz w sposób adekwatny do przeprowadzonych badań. Uwagę zwraca przypisanie każdej z czterech postawionych hipotez publikacji wchodzących w skład pracy doktorskiej, w których te hipotezy poddano weryfikacji.

Badania miały charakter wieloetapowy. Najpierw opierając się na zasobach publikacyjnych bazy Scopus z lat 2012-2022 i korzystając ze specjalistycznego oprogramowania VOSviewer software przeprowadzono analizę bibliometryczną piśmiennictwa dotyczącego hydrożeli białkowo - polisacharydowych. Następnie oceniono przydatność dwóch preparatów białkowych i sześciu polisacharydowych do tworzenia hydrożeli spożywczych i na tej podstawie wybrano białko grochu i preparat z babki płesznik do dalszych badań, których celem było określenie wpływu pH i stężenia chlorku sodu na właściwości fizyczne otrzymywanych żeli. Babka płesznik może być surowcem do otrzymywania różnych preparatów z całych nasion, jak również tylko z łuski. Określenie babka płesznik zastosowane w opracowaniu jest zbyt skrótowe i mało precyzyjne, dobrze że z oryginalnych artykułów czytelnik dowiaduje się, że w pracy stosowano sproszkowany preparat z łusek nasion tej rośliny o czystości 95% i rozdrobnieniu 60 mesh. W końcu podjęto próbę zastosowania optymalnego układu żelowego w wersjach wtórnie indukowanych ultradźwiękami oraz wysokim ciśnieniem hydrostatycznym w charakterze nośnika składnika bioaktywnego, jakim był ekstrakt z owoców czarnego bzu. Wybrane przez Doktoranta procedury przygotowania prób są prawidłowe. Prosiłbym tylko o informację czy dyspergowanie składników hydrożeli przy ich sporządzaniu, za pomocą homogenizatora nie prowadziło do trudnego do usunięcia napowietrzania próbek? Zastosowane metody badawcze

są odpowiednie do realizacji postawionych celów. Są wśród nich nowoczesne metody instrumentalne stosowane w analizie żywności takie jak pomiary spektroskopowe, reologiczne, termograwimetryczne, czy też badania mikrostruktury i tekstury oraz rzadziej stosowane metody analizy dyspersji i laserowe pomiary mikroreologiczne. W rozdziale opisującym metodykę badań brakuje jednak niekiedy definicji zbieranych parametrów. Dotyczy to szczególnie wskaźników stabilności fizycznej i parametrów mikroreologicznych, chociaż nieco informacji na ich temat można uzyskać sięgając do publikacji oryginalnych. Wyjaśnienia wymaga tu wymiar współczynnika ciecz - ciało stałe (SLB), który najczęściej jest podawany jako bezwymiarowy, ale w pracy P2 (4 of 15, 7 of 15) ma wymiary nm^2 i nm^{-2} oraz głębokość zanurzenia próbника walcowego P/0.5R (\varnothing 0.5 cm) do żelu, która opracowaniu (47₅) wynosi 5 mm, podczas gdy w publikacjach P3 i P4 8 mm. Proszę również Doktoranta o ustosunkowanie się do ewentualnego wpływu zastosowanej metody suszenia hydrożeli na wyniki obserwacji skaningowym mikroskopem elektronowym.

Najważniejsze rezultaty badań, które opisane zostały w czterech pracach, Autor przedstawił i przedyskutował w przygotowanym przez siebie opracowaniu, dając tym samym dobry punkt wyjścia do szczegółowej lektury załączonych artykułów. Opis wyników badań i dyskusję, która tu umiejętnie przeplata prezentowane rezultaty uznać należy za dojrzałe naukowo i świadczące o bardzo dobrym przygotowaniu doktoranta. Odnosi on w niej własne spostrzeżenia do wyników uzyskanych przez innych autorów korzystając przy tym z trafnie dobranej literatury. Szczególnie cenna jest umiejętność wyboru na podstawie licznie zebranych danych doświadczalnych, przy zastosowaniu metod analizy statystycznej, tych składników hydrożeli i parametrów ich wytwarzania, które zapewniają uzyskanie produktów o optymalnej strukturze i największej przydatności do wiązania substancji bioaktywnych i służenia jako ich nośniki. Doktorant potwierdził w swojej pracy doktorskiej szereg prawidłowości dotyczących spożywczych hydrokoloidów, ale na szczególnie podkreślenie zasługują osiągnięcia oryginalne, wśród których najważniejsze to:

- wykazanie że, pomimo znacznego i ciągle rosnącego zainteresowania naukowców hydrożelami białkowo – polisacharydowymi, badania w tym obszarze dotyczące zastosowań bezpośrednio związanych z sektorem spożywczym są ograniczone, chociaż mają duży potencjał rozwojowy,



- wykazanie, że pomiędzy polisacharydami zawartymi w łuskach nasion babki płesznik i białkami grochu mogą zachodzić interakcje, których efektem jest powstawanie binarnych hydrożeli o pożądanych właściwościach fizykochemicznych,
- stwierdzenie istotnego wpływu pH i siły jonowej oraz wskazanie optymalnych wartości tych parametrów dla uzyskania hydrożeli mogących znaleźć zastosowanie jako nośniki substancji bioaktywnych,
- odnotowanie odmiennego wpływu indukcji sekwencyjnej obejmującej działanie termiczne i wykorzystującej ultradźwięki lub wysokie ciśnienia hydrostatyczne na tworzenie się układów hydrożelowych o strukturze predestynującej je dostosowania w charakterze nośników substancji bioaktywnych takich jak np. antocyjany.

Zasługą mgr inż. A. Hilal jest to, że potrafił wyeksponować aplikacyjne znaczenie swoich badań, które mogą mieć przydatność podczas opracowywania nowoczesnych produktów, np. z grupy koncentratów spożywczych. Dobrze też, że ma świadomość potrzeby kontynuowania swoich badań m.in. nad określeniem stabilności przechowalniczej hydrożeli i ich skuteczności w dostarczaniu biologicznie aktywnych składników do organizmu. W rozdziale tym, zawierającym omówienie i dyskusję wyników, następujące kwestie mogą stanowić przedmiot dyskusji w trakcie obrony pracy:

1. Wszystkie zwroty zastosowane jako słowa kluczowe przy wyszukiwaniu literatury zawierały słowo „hydrogel” jako niezbędne. Przypuszczalnie liczni autorzy, pisząc w swoich artykułach o żelach, które są tworzone przez biopolimery nie używają tego określenia, a przecież ich prace dotyczyć mogą produktów, które nazwać można hydrożelami. Czy w związku z tym zebrane informacje bibliograficzne nie wymagałyby uzupełnienia? To może dlatego liczba publikacji wykazana dla początkowych lat wybranego okresu badań, kiedy słowo hydrożel nie było jeszcze tak popularne jak teraz jest zdecydowanie mniejsza niż obecnie.
2. Skoro, jak pisze autor na stronie 56, układy uzyskane z białka pszenicy (WP), maltodekstryny (MD) i gumy tarta (TG) charakteryzowały się przewagą modułu stratności (G''), a układy z preparatów PP, GG, KG, INU i PS miały przewagę modułu zachowawczego (G'), to jeśli współczynnik SLB określono jako stosunek G'/G'' , to w tej pierwszej grupie wartości SLB powinny być mniejsze niż w drugiej. Proszę o wyjaśnienie dlaczego zatem dla




układów z WP, MD i TG, $SLB > 0,5$, a dla pozostałych $SLB < 0,5$. Czy stwierdzenie, że „Współczynnik ciecz – ciało stałe (SLB) – ang. Solid – liquid balance index) odpowiada bezwymiarowemu stosunkowi modułu zachowawczego G' do modułu stratności G'' ” jest dostatecznie precyzyjne.

3. W pracy wykazano, że hydrożele otrzymane z białka grochu i polisacharydów zawartych w łusce nasion babki płesznik najbardziej przydatne są jako nośniki substancji bioaktywnych, wówczas, gdy ich pH wynosi 3, a stężenie soli w nich jest na poziomie 0,3 M (ponad 1,7% NaCl). Czy znaczna kwasowość i wyczuwalny smak soli będą miały wpływ na ewentualne możliwości zastosowania takich hydrożeli?

Zwieńczeniem pracy są stwierdzenia i wnioski, które dobrze korespondują z zadaniami postawionymi w celu dysertacji, znajdują one uzasadnienie w przeprowadzonych badaniach i generalnie potwierdzają hipotezy badawcze. Rozszerzają też wiedzę podstawową na temat hydrożeli białkowo – polisacharydowych, a niektóre z nich mają również znaczenie aplikacyjne.

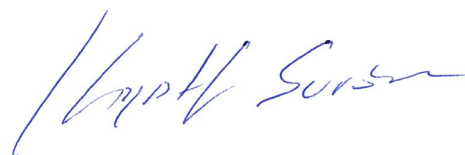
Wykonanie tak szerokiego zakresu zaawansowanych badań naukowych ma związek z dotychczasową aktywnością doktoranta, który jest już współautorem kilkunastu publikacji naukowych i komunikatów prezentowanych na konferencjach. Uczestniczył on również w międzynarodowych programach, gdzie podnosił swoje kwalifikacje i z sukcesem zrealizował projekt badawczy. Był także opiekunem studentów wykonujących pracy dyplomowe, a jego dotychczasowe osiągnięcia zostały dwukrotnie docenione nagrodami JM Rektora SGGW.

W podsumowaniu stwierdzam, że oceniana praca doktorska cechuje się wysokim poziomem naukowym, a dodatkowym jej atutem są aspekty zastosowawcze, które w pracach o nachyleniu technologicznym powinny przecież odgrywać istotną rolę. Uzyskane rezultaty stanowią zwartą całość i poszerzają aktualny stan wiedzy o żywności. Dysertacja jest oryginalnym osiągnięciem naukowym doktoranta. Posługując się odpowiednimi surowcami i prawidłowo dobranymi metodami wykonał on logicznie zaplanowany ciąg badań, które opublikował w czasopiśmie ujętych na liście JCR. Uzyskane wyniki i znajomość literatury przedmiotu pozwoliły mu na przeprowadzenie dyskusji i wyciągnięcie właściwych wniosków merytorycznych. Wykazał się więc tym samym umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań, znajomością opracowywanych zagadnień i znaczną już dojrzałością naukową. Na tej podstawie stwierdzam, że rozprawa doktorska pana mgr inż. Adonisa Hilal pt. „Hydrożele białkowo - polisacharydowe w projektowaniu innowacyjnych układów strukturotwórczych i



nośników substancji bioaktywnych” odpowiada wymaganiom jakim zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce – art. 187 ust. 1-3 (Dz. U. z 2023 r. poz. 742) i Regulaminem przeprowadzania postępowań w sprawie nadania stopnia doktora w SGGW w Warszawie osobom, które ukończyły kształcenie w szkole doktorskiej – Zał. nr 3 do Uchwały Nr 89 – 2022/2023 Senatu SGGW z dnia 26 czerwca 2023 roku stawia się dysertacjom doktorskim. Dlatego proszę Radę Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia SGGW w Warszawie o przyjęcie tej pracy i dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego prowadzącego do otrzymania stopnia doktora nauk rolniczych.

Jednocześnie z uwagi na szeroki zakres przeprowadzonych badań z wykorzystaniem nowoczesnych technologii ultradźwięków i wysokich ciśnień oraz zebranie wartościowych rezultatów przy zastosowaniu nowoczesnych metod analitycznych i wyróżniającą ich interpretacją prowadzącą do oryginalnych i przydatnych przy projektowaniu nowej żywności konkluzji, wnioskuję o wyróżnienie pracy.





UNIWERSYTET ROLNICZY
 im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
 WYDZIAŁ TECHNOLOGII ŻYWIENIA I
 KASIEDRA BIOTECHNOLOGII
 i Ogólnej Technologii Żywności
 30-149 Kraków, ul. Balicka 122
 tel. +4812 662 4795, e-mail: kba@urk.edu.pl
 adres do korespondencji: 31-120 Kraków, ul. Miodowa 31

Kazimierz Świrski

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW
 2025-01-21
 WPŁYNĘŁO DNIA -4-

ZA ZAROBKAMI
 POTWIERDZENIA ODRUKU

OPŁATA POBRANA
 TAXE PERÇUE-POLOGNE
 Umowa z Poczta Polska S. A.
 ID nr 540897/K



40948 16.01.2025 03 POLECONA ZPO

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,
 Instytut Nauk o Żywności, Sekretariat
 Nowoursynowska 159C
 02-776 Warszawa

R

(00)259007734883758752

(00)259007734883758752



Poczta Polska
 Opłata pobrana _____ zł _____ gr



RPJ/1595/2025 N
 Data: 2025-01-21