

dr hab. inż. Małgorzata Dżugan, prof UR

Zakład Chemii i Toksykologii Żywności
Instytut Technologii Żywności i Żywnienia
Kolegium Nauk Przyrodniczych
Uniwersytet Rzeszowski
e-mail: mdzugan@ur.edu.pl, tel. 178721619

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Justyny Bochnak-Niedźwieckiej pt. *Wartość odżywcza i właściwości prozdrowotne sproszkowanych napojów otrzymanych na bazie liofilizowanych warzyw i owoców*

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywnienia prof. dra hab. Waldemara Gustawa z dn. 8.09.2022, powołujące się na uchwałę Rady Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dn. 24.04.2019 r.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt. „Wartość odżywcza i właściwości prozdrowotne sproszkowanych napojów otrzymanych na bazie liofilizowanych warzyw i owoców” została przygotowana pod kierunkiem Promotora prof. dr hab. Michała Świecy w Katedrze Biochemii i Chemii Żywności, Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Ocena aktualności podjętej tematyki badawczej

Tematyka dysertacji jest skoncentrowana na ustaleniu optymalnego składu mieszanin liofilizowanych warzyw i owoców, przeznaczonych do produkcji innowacyjnych sproszkowanych napojów warzywno-owocowych wykazujących korzystne właściwości prozdrowotne i akceptowalne cechy organoleptyczne.

Warzywa stanowią bardzo ważną dla prawidłowego żywienia i zdrowia grupę produktów, co potwierdzają aktualne zalecenia żywieniowe. Ich zwiększona konsumpcja stanowi kluczowe narzędzie profilaktyki chorób przewlekłych, w tym cywilizacyjnych. Mimo rosnącej świadomości konsumentów odnośnie znaczenia owoców i warzyw w pełnowartościowej diecie, poziom konsumpcji tych produktów w Polsce jest wciąż niekorzystny i charakteryzuje się dużymi wahaniami sezonowymi. W tym aspekcie innowacyjne produkty, zmierzające do poszerzenia asortymentu przetworów z owoców i warzyw, mogą przyczynić się do wzrostu ich konsumpcji.

Współczesny konsument, z jednej strony poszukuje na rynku żywności funkcjonalnej, korzystnie wpływającej na zdrowie, ale równocześnie chętnie sięga po żywność wygodną, gotową do spożycia (*ready-to-eat*) lub o uproszczonym sposobie przygotowania (*easy-to-prepare*). Optymalnym rozwiązaniem są produkty o niskim stopniu przetworzenia, przeznaczone do bezpośredniego spożycia, do których zaliczyć można projektowane w pracy napoje sproszkowane (*powdered beverages*). Do ich wytwarzania zastosowano wyłącznie naturalne surowce utrwalone na drodze liofilizacji, co doskonale wpisuje się w trend „czystej etykiety”. Mieszanka, która po rozpuszczeniu w wodzie o temperaturze pokojowej tworzy gotową do spożycia zawiesinę, plasuje opracowane produkty w segmencie żywności wygodnej, kierowane do szerokiego grona „zabieganych” odbiorców, przywiązujących coraz większą wagę do zdrowych przekąsek czy dań, które można szybko przygotować. Rosnąca świadomość żywieniowa konsumentów, którzy rozumieją, że „zdrowe niekoniecznie oznacza smaczne” pozwala przypuszczać, że napoje te mogą stanowić wygodną formę wprowadzania do diety zalecanej ilości warzyw.

Przytoczone fakty świadczą niewątpliwie o trafności i ważkości podjętej problematyki, a także zaangażowaniu doktorantki w poszukiwanie nowatorskich rozwiązań o charakterze aplikacyjnym.

Ocena formalna rozprawy doktorskiej

Dysertacja ma formę monotematycznego cyklu składającego się z 4. oryginalnych artykułów naukowych opublikowanych w latach 2020-2022 w zagranicznych czasopismach naukowych (*Applied Sciences-2 prace, LWT, Antioxidants*) o łącznym współczynniku oddziaływania IF 18,144 i punktacji MNiSW 370 pkt. Udział Doktorantki w tworzeniu każdej publikacji, wg zamieszczonych oświadczeń 3 współautorów był niezwykle wysoki, we wszystkich czterech pracach Doktorantka jest pierwszym autorem, z udziałem w powstaniu tych publikacji odpowiednio: 80% (praca I), 75% (II), 65% (III) i 75% (IV). Z przedstawionych oświadczeń wynika, że wkład Doktorantki obejmował: współtworzenie hipotezy badawczej, dobór metodologii, wykonywanie analiz, przeprowadzenie doświadczeń, analizę wyników i przygotowanie manuskryptu, co wskazuje na samodzielność Autorki w projektowaniu i realizacji badań.

Rozprawa składa się z dwóch części: pierwszą stanowi swego rodzaju komentarz do cyklu prac, druga zawiera kserokopie 4 publikacji naukowych, przedstawiających oryginalne wyniki badań przeprowadzonych przez Doktorantkę. Na końcu zamieszczono podsumowanie dorobku naukowego doktorantki, który oprócz prac wchodzących w skład cyklu obejmuje

7 prac opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie JCR, 17 rozdziałów w monografiach i 25 abstraktów konferencyjnych, co wskazuje na wysokie zaangażowanie naukowe Doktorantki w prace badawcze prowadzone w Jednostce.

Komentarz do cyklu artykułów naukowych stanowi 46-stronnicowe opracowanie w języku polskim, zbudowane z następujących rozdziałów: *Streszczenie* w języku polskim i angielskim, *Wstęp* zawierający skondensowane wprowadzenie do podjętego problemu badawczego, *Hipoteza i cel badań*, *Materiał i metody* (połączone dla wszystkich publikacji), *Omówienie wyników i dyskusja* - zawierające wyniki badań własnych z odwołaniem do opublikowanych artykułów, skonfrontowane z wynikami innych autorów, *Podsumowanie i wnioski* zawierające syntetyczny opis osiągnięć pracy. Spis literatury został dołączony oddzielnie do każdego rozdziału, obejmuje 133 publikacje, w tym blisko 70% z ostatnich 10 lat. Zapewne przez niedopatrzenie 3 prace z cyklu zacytowano w rozdz. *Wstęp* (poz. 33-35).

Forma rozprawy przyjęta przez Doktorantkę w znacznej części ogranicza rolę recenzenta jako oceniającego. Wynika to z faktu, iż załączone artykuły naukowe przeszły weryfikacje redakcyjne i niemal wszystkie niedoskonałości oryginalnego tekstu zostały już usunięte, chociaż przy wnikliwej analizie można dopatrzeć się błędów technicznych np. niewłaściwy podpis Fig. 3 w publikacji I, czy użycie skrótów FGS i AGS w akstrakcie pracy III). Natomiast komentarz do cyklu prac, przygotowany w układzie charakterystycznym dla prac naukowych, dobrze oddaje treść artykułów stanowiących cykl. Pewne wątpliwości budzi zbyt zwięzłe sformułowanie hipotezy badawczej i 3 celów szczegółowych, które nie oddają w pełni szerokiego zakresu przeprowadzonych badań. W interesujący i bardzo pomocny dla czytającego sposób przedstawiono w części metodycznej zakres pracy eksperymentalnej (rozdz. 3.3). Omawiając uzyskane wyniki pogrupowano je wg 2 głównych zagadnień: 1) optymalizacja składu proszku i temperatury jego rehydratacji (Publikacja I i II) oraz 2) wprowadzenie modyfikacji do wybranych napojów w celu poprawy ich cech sensorycznych i stabilności oraz ocena potencjału prozdrowotnego zmodyfikowanych produktów (Publikacja III i IV). Wyniki opisano w przejrzysty sposób, umiejętnie łącząc przeprowadzone w kolejnych pracach analizy, i odpowiednio przedyskutowano je z aktualną literaturą. Na zakończenie postawiono 13 wniosków, które posłużyły do weryfikacji założonych celów i hipotezy badawczej. Moim zdaniem wnioski można było sprecyzować w bardziej zwięzłej formie, podkreślając wyraźniej główne osiągnięcia pracy.

Z obowiązku Recenzenta należy wymienić błędy edytorskie zwłaszcza w części *Materiały i metody*, tj. błędna nazwa etapu I i II na Ryc. 3, czy błędy fleksyjne. Pewne wątpliwości budzą zwroty: „pożądana charakterystyka/skład” (str. 17), „w celu poprawy

funkcjonalności” (str. 18 i 19), „biopotencjał przeciwrodnikowy” (str 21), „analizy w napojach” (str 22), „kolor” do opisu barwy napojów np. str 33, „problemy sensoryczne” (str 35). Przedstawione uwagi nie mają jednak znaczenia dla merytorycznej oceny pracy.

Podsumowując, należy ocenić, że prezentowane artykuły stanowią spójny tematycznie zbiór, mieszczący się w problematyce rozprawy i prezentują autorskie osiągnięcia Doktorantki.

Ocena merytoryczna pracy

Temat pracy doskonale wpisuje się w aktualny trend żywieniowy zmierzający do zwiększenia dziennego spożycia warzyw i owoców. Niewątpliwym osiągnięciem pracy jest zaprojektowanie receptury funkcjonalnych napojów w proszku, o potwierdzonej w przeprowadzonych badaniach aktywności biologicznej oraz akceptowalności konsumenckiej. Proszki owocowe i warzywne są bardziej dostępną i praktyczną formą niż ich surowe odpowiedniki - łatwe do przygotowania i łatwiejsze do spożycia (nie wymagają rozdrobnienia). Przygotowanie napoju na bazie sproszkowanych warzyw liofilizowanych jest wygodne i pozwala na maksymalne zachowanie wartości odżywczej warzyw surowych, zwiększając wartość aplikacyjną rozwiązania.

Tworzenie kompozycji na bazie egzotycznych warzyw i owoców jest niezwykle popularną „innovacją” w branży spożywczej. W tym aspekcie należy docenić wybór materiału badawczego, w skład którego wchodzi krajowe warzywa o cennych wartościach odżywczych i prozdrowotnych, tj. marchew, dynia, a nade wszystko kiełki roślinne. Matrycę bazową marchew, dynia i kiełki soczewicy (w proporcjach wagowych 3:3:4), modyfikowano zastępując część kiełków cennymi dodatkami funkcjonalnymi, tj. warzywa (kiełki brokuła, natka pietruszki, burak) lub owoce (malina, truskawka, jabłko), pojedynczo lub w kombinacji. Wykorzystanie sproszkowanych kiełków soczewicy, zawierających wiele funkcjonalnych składników prozdrowotnych, charakteryzujących się niskim indeksem glikemicznym, czy kiełków brokuła zawierających przeciwnowotworowy sulforafan, istotnie podnosi właściwości prozdrowotne napojów, o wysokiej zawartości białka, naturalnych kompleksów rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego błonnika, kwasów tłuszczowych, witamin, minerałów i przeciwutleniaczy. Do modelowania walorów sensorycznych (kolor, smak, zapach), zastosowano dodatki owocowe zwiększające jednocześnie potencjał prozdrowotny, wyizolowaną z nasion soczewicy frakcję albumin/globulin w miejsce mąki z kiełków soczewicy (zwiększenie strawności), a w celu poprawy konsystencji i stabilności napojów zastosowano naturalny hydrokoloid- gumę lnianą pozyskaną z siemienia lnianego. Należy

podkreślić, że testowane modyfikacje oparto na najnowszych doniesieniach naukowych innych autorów dotyczących odmiennych produktów spożywczych.

Badania nowych produktów zwykle koncentrują się na ocenie wpływu zastosowanej modyfikacji na wartość odżywczą i walory sensoryczne, ważne dla akceptowalności konsumenckiej, rzadko obejmują pogłębioną analizę możliwych interakcji łączonych składników, które niekoniecznie będą działać synergistycznie. Tymczasem, pogłębiona analiza składu chemicznego pozwala przewidzieć efekty prowadzonych modyfikacji, np. zwiększona koncentracja polifenoli wpływa istotnie na cechy sensoryczne produktów (gorycz i cierpki smak). O prawidłowości doboru komponentów mieszanki decyduje ostatecznie biodostępność istotnych żywieniowo składników ze złożonej matrycy, która zapewnia optymalne wykorzystanie wartości odżywczej i prozdrowotnej produktu. Taka analiza stanowi kluczową część prowadzonych badań. Ostatecznym potwierdzeniem korzystnego oddziaływania żywności na zdrowie konsumenta są badania na modelach biologicznych, co w recenzowanej pracy przeprowadzono z udziałem dwóch nowotworowych linii komórkowych (AGS i HT-29).

Kompleksowo przeprowadzone badania pozwoliły potwierdzić wartość żywieniową zaprojektowanych mieszanek liofilizowanych surowców roślinnych z przeznaczeniem do produkcji napojów funkcjonalnych w proszku. Wymagało to zastosowania analiz laboratoryjnych w niezwykle szerokim zakresie dla proszków i napojów, prostych oznaczeń kolorymetrycznych i zaawansowanych metod (np. UPLC-MS) do analizy składu chemicznego, pomiarów fizycznych, oceny strawności i biodostępności składników odżywczych i antyoksydacyjnych z wykorzystaniem statycznego modelu trawienia *in vitro* oraz działania przeciwnowotworowego liofilizatów frakcji potencjalnie biodostępnych i wyizolowanej frakcji polifenoli wobec dwóch linii komórkowych. Optymalizacja synergicznych oddziaływań między komponentami na poszczególnych etapach wytwarzania produktów, w połączeniu z oceną ich aktywności biologicznej, a zwłaszcza modyfikacja ich cech sensorycznych i stabilności z wykorzystaniem aktualnego stanu wiedzy, stanowi o wartości naukowej przedstawionej rozprawy. *Uzyskane informacje pozwoliły w pełni zweryfikować korzyści wynikające ze spożywania zaprojektowanych innowacyjnych funkcjonalnych napojów na bazie liofilizowanych warzyw i owoców, co przyczyniło się do poszerzenia aktualnego stanu wiedzy w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.*

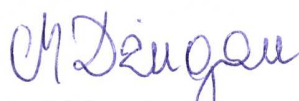
W trakcie analizy pracy nasunęły mi się następujące pytania, do których mam nadzieję Doktorantka ustosunkuje się podczas obrony:

1. Czy testowano właściwości uzyskanych mieszanek liofilizatów podczas przechowywania, czy ich właściwości (fizyczne, chemiczne) są stabilne podczas przechowywania w temperaturze pokojowej?
2. Czy pochodzenie surowców (odmiana, wiek kielków) może istotnie wpłynąć na wartość prozdrowotną otrzymanego napoju? Czy różnice w składzie chemicznym mogą promować pewne odmiany warzyw i owoców do wytwarzania napojów?
3. Jak wyjaśnić różnice w ocenie właściwości antyoksydacyjnych frakcji po trawieniu *in vitro* z użyciem metod ABTS i RP? (Publikacja I i II). Czy obserwowano istotne korelacje dla zawartości niskocząsteczkowych przeciwutleniaczy analizowanych różnymi metodami?
4. Czy możliwe byłoby „zamaskowanie” niekorzystnych cech sensorycznych napojów przez wprowadzenie do suchych kompozycji aromatycznych przypraw? Taka modyfikacja mogłaby pozytywnie wpłynąć na akceptowalność konsumencką i równocześnie zwiększyć potencjał prozdrowotny napojów.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Bochnak-Niedźwiedzkiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego o wysokim potencjale aplikacyjnym. Przedstawiony do recenzji cykl artykułów spełnia formalne wymogi odnośnie indywidualnego wkładu kandydatki w powstanie pracy oraz spójności tematycznej. Dorobek naukowy Autorki świadczy o Jej wyjątkowej samodzielności naukowej, zdolnościach organizacyjnych, umiejętnościach laboratoryjnych, pracowitości i rzetelności badawczej.

W zakończeniu pragnę stwierdzić, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska pt. ***Wartość odżywcza i właściwości prozdrowotne sproszkowanych napojów otrzymanych na bazie liofilizowanych warzyw i owoców*** spełnia wszystkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim w art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym, (zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz.U. 2017 poz. 1789 z późn. zm.) i wnoszę do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgr inż. Justyny Bochnak-Niedźwiedzkiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Rzeszów, dnia 3.10.2022

dr hab. inż. Małgorzata Dżugan, prof. UR