



INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Waclawa Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Warszawa, 18.12.2024

Recenzja rozprawy doktorskiej

Mgr inż. Patrycji Malinowskiej

**Pt.: Skład i właściwości biochemiczne fermentowanych napojów z nasion roślin
strączkowych**

Wykonanej w Katedrze Technologii i Oceny Żywności

Instytutu Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Pod opieką promotora: dr hab. Małgorzaty Ziarno, prof. SGGW

Niniejsza recenzja została przygotowana zgodnie z pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie informującego o powierzeniu mi w dniu 25 października 2024 r. recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Patrycji Malinowskiej.



Pani mgr inż. Patrycja Malinowska ukończyła studia magisterskie na kierunku Dietetyka, na Wydziale Żywienia Człowieka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie w 2018 roku. Ponadto jest absolwentką studiów inżynierskich (2020 r.) na kierunku Technologia żywności i żywienie człowieka, na Wydziale Technologii Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Doktorantka oświadczyła, że przedstawiona do oceny rozprawa nie była wcześniej podstawą żadnej procedury związanej z uzyskaniem stopnia naukowego doktora.

Rozprawa doktorska mgr inż. Patrycji Malinowskiej, która stanowi podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora w dyscyplinie technologii żywności i żywienia, ma charakter zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie czterech artykułów naukowych, co jest zgodne z Art. 187. 1. ust. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742). W przedstawionej do recenzji pracy pisemnej zbiór tych publikacji został opatrzony komentarzem w języku polskim. Posiada on układ tradycyjny dla rozpraw doktorskich: streszczenie w języku polskim i angielskim, uzasadnienie podjęcia tematu pracy doktorskiej, cel i zakres pracy doktorskiej, hipotezy badawcze, organizacja doświadczenia, materiał badany i metodyka, omówienie i dyskusja wyników, podsumowanie i wnioski, spis literatury. Ponadto zawiera opis dorobku naukowego Doktorantki, kopie publikacji stanowiących pracę doktorską wraz z oświadczeniami współautorów.

Prace zawarte w ocenianym zbiorze zostały opublikowane w czasopismach z listy JCR w latach 2022-2024. Trzy z publikacji to prace oryginalne opublikowane w: *Sensors* (IF=3,9; 100 pkt MNiSW), *Scientific Reports* (IF=4,9; 140 pkt MNiSW), *LWT – Food Science and Technology* (IF=6,0; 100 pkt. MNiSW) oraz jedna praca przeglądowa opublikowana w *Microorganisms* (IF=4,5; 40 pkt MNiSW). Sumaryczny IF zbioru publikacji wynosi 19,3 oraz 380 pkt. MNiSW.

We wszystkich publikacjach stanowiących zbiór Doktorantka jest zarówno pierwszym autorem jak i autorem korespondencyjnym. Udział własny w opracowaniu przedstawionych do oceny artykułów naukowych, zgodnie z załączonymi oświadczeniami współautorów, nie budzi wątpliwości co do kluczowej roli Doktorantki w ich powstaniu.

Rośliny strączkowe są naturalnym źródłem składników o właściwościach prebiotycznych, w tym oligosacharydów, skrobi odpornej, polifenoli i izoflawonów, o korzystnym działaniu na organizm człowieka. Z uwagi na rosnącą popularność diet roślinnych i korzyści zdrowotne wynikające ze spożywania fermentowanych produktów, wzrosło zainteresowanie fermentacją produktów roślinnych, w tym z roślin strączkowych. Napoje z nasion roślin strączkowych stanowią popularne zamienniki mleka krowiego. Stąd wybór tej tematyki przez Doktorantkę



uważam za zasadny, szczególnie w kontekście próby opracowania napoju synbiotycznego będącego źródłem probiotyków i prebiotyków.

Głównym celem badań opisanych w ramach niniejszej pracy doktorskiej było opracowanie fermentowanych napojów roślinnych z fasoli białej i soczewicy brązowej z zastosowaniem wybranych procesów technologicznych, poprawiających ich wartość odżywczą i zawartość składników bioaktywnych.

Oceniany zbiór artykułów otwiera publikacja przeglądowa (*Microorganisms*, 2022, 10, 91. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010091>) w której przedstawiono charakterystykę napojów roślinnych z nasion roślin strączkowych jako odpowiednich matryc do procesu fermentacji i nośników probiotyków. Przedstawiono szczegółową charakterystykę bakterii fermentacji mlekowej i ich szerokie zastosowania w procesach fermentacji. Omówiono składniki prebiotyczne obecne w roślinach strączkowych i napojach na bazie roślin strączkowych, które mogą wspierać wzrost bakterii fermentacji mlekowej. Przedstawiono korzyści zdrowotne, poprawę właściwości technologicznych i wartości odżywczych, zmianę percepcji sensorycznej wynikające z wykorzystania bakterii fermentacji mlekowej w procesach przetwarzania surowców roślinnych.

Wkład Doktorantki w postanie tej pracy był istotny i polegał na:

- zainicjowaniu wykonania badań,
- wspólnym z promotorem opracowaniu koncepcji pracy i metodologii,
- wspólnym z promotorem przeprowadzeniu analizy literatury i analizy danych,
- napisaniu publikacji ze wsparciem promotora,
- wspólnej z promotorem edycji i recenzji publikacji oraz wizualizacji danych,
- przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów publikacji.

W publikacji tej zaprezentowano bardzo szeroką wiedzę teoretyczną autorów w obszarze wytwarzania fermentowanych napojów z nasion roślin strączkowych. Publikacja ta posłużyła Doktorantce do przygotowania ponad 10 stronicowego rozdziału pracy pisemnej zatytułowanego „Uzasadnienie podjęcia tematu pracy doktorskiej”. W mojej opinii informacje te powinny się znaleźć w rozdziale zatytułowanym „Wstęp” lub „Wprowadzenie”, a uzasadnienie powinno być zwięzłym tekstem zajmującym maksymalnie jedną stronę.

Druga publikacja w zbiorze (*Sensors*, 2022, 22, 8348. <https://doi.org/10.3390/s22218348>) została poświęcona porównaniu właściwości fizycznych napojów fasolowych typu jogurt, wytworzonych z ziaren nieskiełkowanych i skiełkowanych, włącznie z etapem homogenizacji wysokociśnieniowej i fermentacji trzema kulturami starterowymi. W pracy Doktorantka wykorzystwała techniki optyczne do oceny rozkładu wielkości cząstek (analyzer laserowy), parametrów barwy (kolorymetr), stabilności (Turbiscan). Ponadto scharakteryzowała właściwości reologiczne uzyskanych napojów.

38



Napoje fasolowe wytworzone z ziaren nieskiełkowanych i skiełkowanych, niezależnie od zastosowanej kultury starterowej charakteryzowały się barwą jasnożółtą (różnice nie wykrywalne okiem ludzkim) i wykazywały właściwości cieczy lepkosprężystych o strukturze zawiesiny koloidalnej. W publikacji tej wykazano, że kiełkowanie jest kluczowym procesem, który determinuje wartości wybranych parametrów reologicznych oraz stabilność uzyskanych napojów. Napoje z fasoli skiełkowanej charakteryzowały się istotnie większą średnicą cząstek i nieco niższą stabilnością w porównaniu do napojów przygotowanych z fasoli nieskiełkowanej. Wkład Doktorantki w postanie tej pracy był zasadniczy i polegał na:

- zainicjowaniu wykonania badań,
- opracowaniu koncepcji pracy,
- wspólnym z pozostałymi autorami opracowaniu metodologii,
- przeprowadzeniu badań,
- analizie i przechowywaniu danych,
- napisaniu publikacji,
- wizualizacji danych,
- przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów publikacji.

Po przeczytaniu tej publikacji nasuwają się pewne wątpliwości, o których wyjaśnienie proszę Doktorantkę:

- czy badano próbki napojów dla których nie zastosowano etapu homogenizacji wysokociśnieniowej? Jeżeli tak to jaki był wpływ tego etapu na badane właściwości fizyczne napojów?

Napoje do wszystkich pozostałych analiz zostały przygotowane z pominięciem tego etapu. Czym się kierowano dokonując takiego podziału? Jaki to mogło mieć wpływ na uzyskane wyniki w zakresie właściwości biochemicznych, wartości odżywczej czy też na charakterystykę sensoryczną napojów?

- z Tabeli 2 w tym artykule wynika, że wartość pH napoju z fasoli nieskiełkowanej nie uległa zmianie po procesie fermentacji (próbka oznakowana B100). Czy to pomyłka edytorska? Jeżeli nie to proszę o szersze wyjaśnienie.

- czy wykonywano pomiary barwy napojów z fasoli po 21 dniach przechowywania?

- czy napoje z soczewicy badano w analogiczny sposób?

Celem badań przedstawionych w publikacji trzeciej z ocenianego zbioru (*Scientific Reports*, 2023, 13:16976. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44239-8>), było określenie wpływu fermentacji i kiełkowania na właściwości odżywcze napojów na bazie fasoli i napojów na bazie soczewicy. W przedstawionych badaniach Doktorantka wykorzystwała szeroki zakres technik badawczych od klasycznych metod chemicznych, poprzez metody chromatograficzne do klasycznej metody mikrobiologicznej – posiewu płytkowego.

Fermentacja poprawiła właściwości antyoksydacyjne i zmodyfikowała profil kwasów tłuszczowych w badanych napojach. Proces ten zwiększył udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w pozycji sn2 w triacyloglicerolach, co może sprzyjać ich wchłanianiu w jelicie.

31



Jednoczesne stosowanie kiełkowania i fermentacji było najskuteczniejsze w zmniejszeniu zawartości oligosacharydów, co może zmniejszyć dyskomfort trawienny po spożyciu napojów na bazie roślin strączkowych.

Wkład Doktorantki w postanie tej pracy był znaczący i polegał na:

- zainicjowaniu wykonania badań,
- opracowaniu koncepcji pracy ze wsparciem promotora,
- wspólnym z pozostałymi autorami opracowaniu metodologii,
- przeprowadzeniu badań ze wsparciem jednego z współautorów,
- analizie danych ze wsparciem współautorów,
- przechowywaniu danych,
- napisaniu publikacji,
- walidacji i administracji projektu,
- przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów publikacji.

W publikacji tej omówiono, ale nie wyczerpująco, proces fermentacji. W związku z tym proszę Doktorantkę o podanie informacji:

- czy oznaczano liczebność poszczególnych mikroorganizmów wchodzących w skład kultur starterowych lub czy oznaczano ich liczebność bezpośrednio po zaszczepieniu napojów? Nie znalazłam takich informacji w artykułach stanowiących oceniany zbiór. Dodatek inokulum 1% (m/m) bez znajomości liczebności mikroorganizmów nie gwarantuje ich wyjściowej porównywalnej liczby. W metodyce podano, że było to 6-7 log (jtk/ml). Trudno więc w takiej sytuacji porównywać tempo wzrostu poszczególnych drobnoustrojów.
- czy testowano inne parametry procesu fermentacji?
- czy testowano inne parametry procesu kiełkowania?
- w jaki sposób dokonano doboru parametrów tych procesów?

W artykule czwartym (*LWT – Food Science and Technology*, 2024, 199, 116140, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116140>) przedstawiono możliwość wykorzystania określonych procesów technologicznych (fermentacji i kiełkowania) w celu zmiany właściwości odżywczych i sensorycznych napojów na bazie fasoli i soczewicy. W badaniach tych Doktorantka wykorzystwała szeroki zakres technik badawczych od klasycznych metod chemicznych, poprzez metody chromatograficzne, trawienie *in vitro* aż po metody sensoryczne.

Przeprowadzone badania wykazały, że kiełkowanie zwiększyło zawartość niektórych witamin z grupy B (biotyna, niacyna, kwas pantotenowy), izoflawonów (daidzeina, genisteina) i błonnika, co w konsekwencji zmniejszyło Indeks Glikemiczny w testowanych napojach na bazie roślin strączkowych.

Mikroorganizmy biorące udział w fermentacji napojów wykazywały zdolność do syntezy tiaminy, ryboflawiny i pirydoksyny oraz do wytwarzania enzymów, które zwiększają dostępność daidzeiny i genisteiny, zwłaszcza w próbkach fermentowanych bardziej zróżnicowanymi kulturami starterowymi. Wyniki wskazują, że jednoczesne stosowanie



fermentacji i kiełkowania pozwala na poprawę właściwości odżywczych napojów na bazie nasion roślin strączkowych. Jednakże zmiany w zawartości związków lotnych spowodowane fermentacją (alkohole, związki siarki, estry, kwasy tłuszczowe i ketony) miały negatywny wpływ na jakość sensoryczną napojów. Dodatek wsadu malinowo - żurawinowego wpłynął pozytywnie na ogólną wartość sensoryczną testowanych napojów bazowych, jednakże szkoda, że nie zastosowano dodatku tego wsadu do napojów fermentowanych.

Wkład Doktorantki w postanie tej pracy był istotny i polegał na:

- zainicjowaniu wykonania badań,
- opracowaniu koncepcji pracy ze wsparciem promotora,
- wspólnym z pozostałymi autorami opracowaniu metodologii,
- przeprowadzeniu badań ze wsparciem trzech współautorów,
- analizie wyników ze wsparciem czterech współautorów,
- gromadzeniu danych,
- napisaniu publikacji ze wsparciem czterech współautorów,
- recenzji i edycji publikacji wspólnie z promotorem,
- walidacji i administracji projektu,
- przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów publikacji.

Przyjęty przez Doktorantkę schemat przeprowadzenia badań narzucał przygotowanie i zbadanie wielu wariantów napojów. W niektórych doświadczeniach warianty te ograniczono np. w publikacji czwartej zastosowano dwie kultury starterowe w badaniach biochemicznych i jedną kulturę w badaniach sensorycznych oraz jak wspomniałam wyżej dodatek wsadu owocowego zastosowano jedynie do napojów bazowych. Postępowanie takie wydaje się być zasadne, jednakże nie znalazłam w pracy wyjaśnienia takiego sposobu postępowania.

Doktorantka postawiła cztery hipotezy badawcze, które zweryfikowała na podstawie swoich oryginalnych badań. Potwierdziła, że napoje roślinne z fasoli białej i soczewicy brązowej są odpowiednimi matrycami do procesu fermentacji (Hipoteza 1). Przeprowadzone przez Doktorantkę badania wykazały, że zastosowanie procesu fermentacji w produkcji napojów na bazie fasoli białej i soczewicy brązowej wpływa na zmiany ich wartości odżywczej, właściwości fizycznych i biochemicznych, w zależności od rodzaju zastosowanych kultur starterowych (Hipoteza 2). W toku swoich badań Doktorantka potwierdziła, że proces kiełkowania nasion fasoli białej i soczewicy brązowej wpływa na zmiany właściwości biochemicznych i wartości odżywczej napojów roślinnych przygotowanych z tych surowców, w porównaniu do napojów przygotowanych z nasion nieskiełkowanych (Hipoteza 3). Hipoteza 4 mówiąca o tym, że zastosowanie fermentacji, kiełkowania i dodatku smakowego wpływa na poprawę właściwości sensorycznych napojów roślinnych na bazie fasoli białej i soczewicy brązowej została potwierdzona częściowo, gdyż jak stwierdzono proces fermentacji obniżył jakość sensoryczną napojów.



Podsumowanie

Przedłożoną do recenzji rozprawę mgr inż. Patrycji Malinowskiej przeczytałam z dużym zainteresowaniem. Rozprawa prezentuje zarówno ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki jak i jej umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej potwierdzonej publikacjami wyników w czasopismach naukowych o znaczącym współczynniku wpływu. Jest ona opracowaniem oryginalnym i przedstawia wyniki dokumentujące realizację założonych celów i weryfikujące postawione hipotezy badawcze. Na szczególną uwagę zasługuje bardzo rozbudowany warsztat Doktorantki. Posiada ona umiejętności w zakresie mikrobiologii klasycznej, klasycznych analiz chemicznych, technik chromatograficznych oraz analiz sensorycznych. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na jej umiejętność analizy i interpretacji uzyskanych w toku pracy bardzo wielu i bardzo różnorodnych wyników oraz ich dyskusji w odniesieniu do danych literaturowych. Poza istotną wartością naukową praca ta posiada duże walory aplikacyjne, a uzyskane wyniki stanowią bezpośrednie wskazówki dla producentów napojów roślinnych, którzy chcą rozszerzyć swoją ofertę o nowe substytuty mleka o wysokiej wartości odżywczej i akceptacji sensorycznej.

Rozprawa doktorska napisana jest poprawnym językiem z użyciem prawidłowej stylistyki i terminologii. Edycja pracy nie budzi zastrzeżeń.

Wszystkie wymienione wcześniej uwagi w żaden sposób nie umniejszają wartości pracy, a mają na celu wywołanie dyskusji i możliwość zaprezentowania pełnej wiedzy Doktorantki.

Stwierdzam, że zbiór artykułów pod wspólnym tytułem: **Skład i właściwości biochemiczne fermentowanych napojów z nasion roślin strączkowych**, przedstawiona przez Panią mgr inż. Patrycję Malinowską posiada elementy nowości i ma znaczący wkład w dyscyplinę naukową technologia żywności i żywienia. Uważam, że spełnia ona wymagania stawiane rozprawom dysertacyjnym na stopień doktora określone w Art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742). W związku z tym wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgr inż. Patrycji Malinowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Bożena K...

Barbara Sawłowska

KANCELARIA GŁÓWNA S.A.
2024 -12- 31
WPRZYNEŁO DNIA -3-

RPL/38751/2024 N
Data: 2024-12-30

R

(00)559007734913692118

(00)559007734913692118
Poczta Polska
Opłata pobrana
171
BT

POCZTA POLSKA
171
BT

2024

Szkola Główna Gospodarstwa Rolniczego
w Warszawie
Instytut Nauk o Żywności
Sekretariat

ul. Nowowyspańska 159C

02-776 Warszawa