



Politechnika Łódzka
Instytut Technologii i Analizy Żywności

Łódź, 22.07.2022 r.

prof. dr hab. inż. Dorota Żyżelewicz
Instytut Technologii i Analizy Żywności
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności
Politechnika Łódzka

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Emilii Drożłowskiej
pt.: „**Białko i polisacharydy z makuchu Inianego jako substancje funkcjonalne w procesie tworzenia emulsji oraz proszków do zastosowań spożywczych**”
z dziedziny nauk rolniczych; dyscypliny: technologia żywności i żywienia

Promotor: prof. dr hab. inż. Artur Bartkowiak

Recenzję sporządzono na podstawie:

- Uchwały Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie z dnia 30 maja 2022 r. o powołaniu na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Emilii Drożłowskiej,
- pisma Dziekana Wydziału Nauk o Żywności i Rybactwa – prof. dr hab. inż. Krzysztofa Formickiego, znak L.dz.WNoŻIR58/2022 z dnia 31 maja 2022 r., w sprawie wykonania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Emilii Drożłowskiej pt.: „Białko i polisacharydy z makuchu Inianego jako substancje funkcjonalne w procesie tworzenia emulsji oraz proszków do zastosowań spożywczych” w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie: technologia żywności i żywienia,
- art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t. jedn. Dz. U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.),
- przesłanej przez Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa rozprawy doktorskiej mgr inż. Emilii Drożłowskiej.

Pani mgr inż. Emilia Drożłowska pracę doktorską wykonała w Centrum Bioimmobilizacji i Innowacyjnych Materiałów Opakowaniowych na Wydziale Nauk o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Rozprawa została przygotowana w 2022 roku.

Ocena wyboru i znaczenia podjętej tematyki badawczej

Tradycja uprawy różnych gatunków lnu, o różnym przeznaczeniu technologicznym, na ziemiach obejmujących obecne terytorium Polski i Europy Środkowo-Wschodniej jest długa i sięga czasów neolitycznych. Po wielokrotnie występujących w przeszłości okresach popularności oraz zapaści upraw i przetwórstwa lnu, obecnie obserwujemy odradzanie się rolnictwa związanego z uprawą lnu oleistego i włóknistego. Przyczyn tego stanu rzeczy może być kilka:

- coraz szersze wykorzystanie różnych gatunków lnu, nie tylko w przemyśle spożywczym czy tekstylnym, ale także w innych gałęziach gospodarki,
- coraz szerszy krąg konsumentów propagujących spożywanie żywności o wysokich walorach dietetyczno-zdrowotnych,
- wzrost konsumpcji produktów żywnościowych pochodzenia roślinnego, związany ze stosowaniem diet częściowo lub całkowicie eliminujących z pobudek ekologicznych i/lub ideologicznych żywność pochodzenia zwierzęcego,
- zastępowanie syntetycznych dodatków do żywności, w tym emulgatorów i stabilizatorów, substancjami naturalnymi,
- zmiana modelu wykorzystania surowców z gospodarki liniowej na model gospodarki o obiegu zamkniętym, w tym tzw. koncepcja „zero waste”.

Badania prowadzone przez mgr inż. Emilię Drozłowską, opisane w przedstawionej do oceny rozprawie doktorskiej, doskonale wpisują się w trendy związane ze zmianą modelu żywienia, produkcją żywności w oparciu o składniki naturalne oraz koncepcją „zero waste” i gospodarki o obiegu zamkniętym. Są, zatem, aktualne i zgodne z tzw. duchem czasów.

Swoje zainteresowania badawcze Doktorantka nakierowała na możliwość zagospodarowania makuchu z lnu zwyczajnego (*Linum usitatissimum* L.), produktu ubocznego powstającego po wytłoczeniu na zimno oleju z nasion lnu. Makuch z lnu jest bogatym źródłem związków odżywczych i bioaktywnych. Obecnie, jest on traktowany jako odpad, obciążając środowisko naturalne lub wykorzystywany do karmienia zwierząt hodowlanych, jako nawóz, komponent do produkcji żywności dla wegan i wegetarian czy surowiec w produkcji polimerów. Badania mgr inż. Emilii Drozłowskiej miały na celu pozyskanie cennych żywieniowo substancji z makuchu lnianego oraz ich aplikację do żywności. Można je podzielić na cztery zasadnicze wątki:

- 1) otrzymywanie płynu z makuchu lnianego bez użycia rozpuszczalników organicznych, białka i polisacharydów (guma lniana) z tego płynu oraz określanie ich właściwości fizykochemicznych i reologicznych, w tym właściwości emulgujących,
- 2) otrzymywanie preparatów płynu z makuchu lnianego, utrwalonych na drodze suszenia rozpyłowego z zastosowaniem różnych warunków procesowych, a następnie zbadanie właściwości fizykochemicznych i antyoksydacyjnych powstałych proszków,
- 3) zastosowanie denaturowanego i niedenaturowanego płynu z makuchu lnianego jako naturalnych dodatków do żywności o właściwościach emulgujących i stabilizujących w procesie otrzymywania emulsji spożywczych na przykładzie majonezu oraz określenie

właściwości fizykochemicznych, reologicznych, teksturalnych i organoleptycznych powstałych niskotłuszczowych majonezów,

- 4) wykorzystanie płynu z makuchu lnianego jako dodatku funkcjonalnego do otrzymywania odtwarzalnych emulsji suszonych rozpyłowo oraz zbadanie składu, właściwości fizykochemicznych i antyoksydacyjnych powstałych układów, w tym z udziałem oleju lnianego.

Ocena formalna

Rozprawa doktorska mgr inż. Emilii Drożłowskiej składa się z cyklu pięciu artykułów oryginalnych, opublikowanych w latach 2020-2021 w recenzowanych czasopismach naukowych indeksowanych na liście Journal Citation Reports (JCR) o łącznym współczynniku wpływu Impact Factor (IF) 18,641 i sumarycznej punktacji „ministerialnej” 440 pkt (uwzględniając zmiany wynikające z komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dn. 1.12.2021 r.). We wszystkich jest pierwszym autorem, a w trzech z nich (P1, P4 i P5) – autorem korespondencyjnym. Udział Doktorantki jako współautora publikacji określony został na 60 (P4 i P5), 65 (P2) i 70% (P1 i P3). Cztery artykuły (P1, P2, P4 i P5) ukazały się w czasopismach wydawnictwa MDPI: Polymers (IF=3,426), Biomolecules (IF=4,694), Foods (IF=4,092) i Antioxidants (IF=5,014), jedna (P3) w wydawnictwie Springer: Journal of Food Measurement and Characterisation (IF=1,415). Do cyklu publikacji rozprawy doktorskiej dołączone jest opracowanie - komentarz Doktorantki wraz ze streszczeniami rozprawy w języku polskim i angielskim, spisem referencji oraz oświadczeniami o wkładzie procentowym współautorów artykułów.

Ocena merytoryczna

Rozdział 1 komentarza do cyklu publikacji, nazwany **Przeglądem piśmiennictwa**, stanowi zwięzłe wprowadzenie do tematyki badań i nakreśla jego tło. Opisany jest w nim skład chemiczny lnu oraz produktu ubocznego po tłoczeniu oleju – makuchu. Następnie, Autorka charakteryzuje emulsje spożywcze, proszki do zastosowań w żywności oraz ich otrzymywanie metodą suszenia rozpyłowego. Kończąc tę część opracowania Doktorantka wskazuje na potencjalne właściwości emulgujące i stabilizujące ekstraktu z makuchu lnianego i substancji z niego wyizolowanych oraz możliwość ich zastosowania w technologii żywności. Przegląd piśmiennictwa to dobre siedmiostronicowe wprowadzenie w problematykę rozprawy doktorskiej, podsumowujące aktualną wiedzę w zakresie podjętego tematu badań.

Rozdział 2 to poprawnie i syntetycznie postawione **cel** oraz **hipotezy badawcze**. Za cel Doktorantka obrała zastosowanie białka i polisacharydów z makuchu lnianego do otrzymywania stabilnych emulsji i proszków do zastosowań spożywczych. Przyjęła także hipotezę badawczą, która mówi, że z makuchu z lnu zwyczajnego można wyługować płyn zawierający białko i polisacharydy (gumę lnianą), charakteryzujące się właściwościami emulgującymi, które dodatkowo można także stosować jako substancje stabilizujące emulsje przeznaczone do suszenia rozpyłowego i które mogą zostać ponownie upłynnione. W mojej opinii ostatnie założenie do hipotezy badawczej jest sformułowane niestylistycznie. Hipoteza badawcza była przez Autorkę stopniowo weryfikowana w kolejnych zadaniach badawczych. Ich wyniki zostały opublikowane w postaci pięciu artykułów naukowych, stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej.

Rozdział 3 to „Materiały i metody”. **Materiał badawczy** wykorzystany w badaniach opisanych w oryginalnych artykułach, będących podstawą rozprawy doktorskiej, to pozyskane z makuchu lnianego: płyn po ługowaniu, białko, polisacharydy, a także suszone preparaty z makuchu, w tym emulsje z olejem. Obiektem badań była również samodzielnie otrzymana modelowa emulsja spożywcza – majonez. Opracowanie zawiera tylko skrócone opisy wykonanych eksperymentów oraz wykaz stosowanych metod analitycznych. Szczegółowe **opisy doświadczeń i metod badawczych** zostały zamieszczone w cyklu publikacji.

W Rozdziale 4 mgr inż. Emilia Drożłowska zamieściła **wybrane wyniki** swoich **badania**, w całości przedstawionych w artykułach oryginalnych wchodzących w skład cyklu publikacji rozprawy doktorskiej. Założenia badawcze oraz otrzymane rezultaty zostały już wcześniej zweryfikowane przez recenzentów artykułów współautorstwa Doktorantki. W zasadzie mam tylko jedno pytanie dotyczące metodyki opisanej w publikacji P2, które wymieniam w części recenzji, dotyczącej uwag do rozprawy doktorskiej. Pozostałe uwagi związane są przygotowanym przez Doktorantkę opracowaniem do cyklu publikacji.

Interpretacja Autorki wyników badań nie budzi zastrzeżeń, co świadczy o jej dojrzałości naukowej. Cele pracy, które stanowią złożone problemy badawcze zostały zrealizowane w sposób przemyślany, skrupulatny i pełny. Nie ulega wątpliwości, że przedstawiony do recenzji cykl publikacji jest bardzo spójny. Pierwsza z prac dotyczy pozyskania i charakterystyki płynu z ługowania makuchu lnianego oraz otrzymanych z niego białka i polisacharydów, druga - suszenia rozpyłowego płynu z makuchu lnianego z zastosowaniem różnych warunków procesowych i charakterystyki otrzymanych produktów, trzecia – wykorzystania płynów z makuchu lnianego (denaturowanego i niedenaturowanego) jako naturalnych preparatów o właściwościach emulgujących do otrzymywania niskotłuszczowych majonezów, które następnie zostały scharakteryzowane, natomiast publikacje nr 4 i 5 związane są z zastosowaniem i właściwościami płynu z makuchu lnianego jako stabilizatora odtwarzalnych emulsji przeznaczonych do suszenia rozpyłowego. Wszystkie pięć publikacji cyklu to materiał interesujący zarówno dla technologów, jak i producentów żywności. Dla mnie najcenniejsze są artykuły P3, P4 i P5.

Wnioski zawarte w Rozdziale 5 są sformułowane poprawnie i wynikają jednoznacznie z analizy uzyskanych wyników badań.

Bibliografia zamieszczona w komentarzu do cyklu publikacji liczy 57 pozycji, ściśle związanych z tematyką badań. Znakomita większość z nich to artykuły w języku angielskim. Tylko sześć pozycji literaturowych datowanych jest na lata przed rokiem 2000. Jednakże, Autorka powinna ujednolicić styl pisania tytułów artykułów. W niektórych z nich zastosowała styl „jak w zdaniu”, a w niektórych „jak nazwy własne”. Czasopisma, w których publikowane są artykuły mają różne wymagania dotyczące pisowni tytułów i przedstawiania wykazu literatury. W takim opracowaniu jak rozprawa doktorska konieczne jest przyjęcie jednego stylu.

Charakterystyka stylu i poprawności językowej pracy

Cykl publikacji oraz komentarz do nich są napisane zrozumiałym i poprawnym językiem. Pracę czyta się dobrze. Jednak, jak w każdym opracowaniu pisemnym, można odnaleźć tzw. błędy edytorskie (np. „literówek”), stylistyczne oraz skróty myślowe i niedopowiedzenia, które

w tym przypadku nie wpływają na wartość opracowania i których szczegółowo nie wymieniam, poza jednym. Na stronie 17 Autorka pisze, że w płynie z makuchu z lnu oznaczała zawartość suchej masy/substancji, susząc próbki do otrzymania stałej wagi. W treści brakuje słowa „masy” lub „substancji” przy nazwie oznaczanego parametru oraz w mojej opinii powinna się tu znaleźć informacja, dotycząca suszenia próbek do uzyskania „stałej masy”, nie „stałej wagi”. Waga to urządzenie.

Wybrane uwagi do opracowania

1. Doktorantka pomyliła się przy podliczaniu wartości sumarycznego współczynnika wpływu IF cyklu publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Podała wartość 18,262 zamiast 18,641.
2. Strona 19 (oznaczenie kwasowości czynnej majonezów) – w oficjalnych opracowaniach zamiast stężeń normalnych wskazane jest podawanie stężeń molowych roztworów.
3. Strona 21 – zamiast „liczba ponadtlenkowa (PV)” powinno być „liczba nadtlenkowa (PV)”.
4. Na stronie 22 w trzecim akapicie Autorka pisze „Zarówno płyn jak i jego składniki, czyli guma lniana i białko lniane wykazywały właściwości emulgujące oraz zdolność do wiązania wody i oleju. Podobnie właściwości te opisano również w przypadku proszków uzyskanych przez suszenie rozpyłowe płynu w pracy P2, gdzie kluczowym parametrem procesu była temperatura wlotowa powietrza w trakcie suszenia rozpyłowego (tabele 3 i 4).” W tabelach 3 i 4 na stronach 28 i 29 zamieszczono wyniki badań reologicznych i teksturalnych majonezów z płynem z makuchu lnianego (denaturowanym i niedenaturowanym). Nie dotyczą one wyników badań otrzymanych proszków.
5. Tabela 1, strona 24 – W kolumnie 4 wpisana jest błędna nazwa oznaczanego parametru. Powinno być „Zdolność do wiązania wody (%)”, nie oleju.
6. Brak opisu skrótów A, B, C, D, E pod rysunkiem 2 na stronie 25. Podobnie, w tabeli 8 na stronie 35 opracowania Autorka nie podała, co oznaczają w drugim wierszu wartości od 1 do 4. Czytający, dopiero po analizie tabeli i opisu do niej orientuje się, że dotyczą one czasu przechowywania badanego materiału, mierzonego w tygodniach. W legendzie pod tabelą 8 próbka B nie jest całkowicie opisana. Powinno być „emulsja z płynem z makuchu lnianego z 20% udziałem oleju lnianego”.
7. Brak w tekście powołania się na rysunek 3 znajdujący się na stronie 26.
8. Strona 30, czwarty i piąty wers rozdziału 4.3. – W zdaniu: „W trakcie suszenia w temperaturze wylotowej powietrza 180 °C ...” zamiast „wylotowej” powinno być „wlotowej”.
9. Strona 30 – Autorka pisze, że nie zdecydowała się na suszenie (emulsji) w temperaturze 200 °C ze względu m.in. na oznaczone wartości ABTS i DPPH, wskazując jako odniesienie tabelę 1. W tabeli 1 opracowania nie ma wyników oznaczeń właściwości antyoksydacyjnych z wykorzystaniem testów *in vitro* z rodnikami DPPH i ABTS.
10. Strona 32 – Doktorantka, powołując się na rysunek 8, podaje, że straty kwasu alfa-linolenowego w czasie przechowywania proszków z 20% dodatkiem oleju lnianego przebiegały z dwukrotnie większą szybkością niż w proszkach z 10% dodatkiem tego oleju, o czym świadczą współczynniki linii trendu „a”, wynoszące odpowiednio 2,135 i 1,006. Na

rysunku 8 współczynniki „a” linii trendu dla podanej zależności wynoszą „-14,947” i „-7,0434”. W publikacji P5 przy omawianiu tej zależności podane są właściwe współczynniki „a”.

11. Tabele, o ile ich wielkość na to pozwala, nie powinny być dzielone między strony.

Wymienione przeze mnie dyskusyjne uchybienia i niedociągnięcia przedstawionego opracowania nie umniejszają jego wartości merytorycznej.

Pytania

Po analizie cyklu publikacji i komentarza do nich, które stanowią rozprawę doktorską mgr inż. Emilii Droźłowskiej nasunęły mi się poniższe pytania do Doktorantki i zagadnienia do szerszego przez nią skomentowania.

1. Opisując właściwości reologiczne majonezów Doktorantka stwierdza, że granica płynięcia majonezów z otrzymanymi przez nią preparatami uległa obniżeniu, co może wpłynąć na wystąpienie problemów technologicznych w dalszych etapach produkcyjnych (mieszanie, pompowanie, transport). Generalnie, w przemyśle spożywczym, to płyny o wysokiej granicy płynięcia powodują problemy z mieszaniem a zwłaszcza z pompowaniem i transportem rurociągami. Z tego powodu oraz ze względu na cechy sensoryczne produktów, zmieniając receptury, przeważnie dąży się do osiągnięcia podobnych parametrów reologicznych do parametrów produktu o recepturze „bazowej”. Czy Doktorantka może mi dokładniej wyjaśnić, dlaczego jej zdaniem obniżenie wartości granicy płynięcia majonezów jest niekorzystne z punktu widzenia procesów technologicznych?
2. Czy Doktorantka może podać czas napyłania złotem próbek przeznaczonych do obserwacji z wykorzystaniem techniki SEM lub do jakiej grubości warstwy złota prowadzono napyłanie próbki (publikacja P2)?
3. Jakie mogą być inne przykładowe aplikacje otrzymanych przez Doktorantkę preparatów?

Podsumowanie i wniosek końcowy

W mojej opinii przedłożona do recenzji praca stanowi nowy i oryginalny wkład do wiedzy w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia w zakresie wykorzystania produktów ubocznych przemysłu spożywczego w kierunku otrzymania preparatów o właściwościach funkcjonalnych przeznaczonych do zastosowań w żywności.

Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i technologicznego. Doktorantka wykazała się znajomością własnej tematyki badawczej, a także potrafi samodzielnie prowadzić prace naukowe. Opisane badania są dobrze przemyślane, zaplanowane i rzetelnie wykonane. Autorka wykazała się umiejętnością krytycznej analizy wyników oraz wyciągania wniosków. Oceniana przeze mnie rozprawa doktorska jest opracowaniem samodzielnym o wysokiej wartości naukowej i dużym potencjale aplikacyjnym. Doktorantka osiągnęła cel pracy doktorskiej i potwierdziła postawione hipotezy badawcze.

Stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Emilii Droźłowskiej pt.: „Białko i polisacharydy z makuchu lnianego jako substancje funkcjonalne w procesie tworzenia emulsji oraz proszków do zastosowań spożywczych” spełnia wszystkie warunki rozprawy doktorskiej, określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce

(t. jedn. Dz. U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.), zawierając oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i stawiam wniosek do Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Proponuję wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Emilii Drożłowskiej. W uzasadnieniu mojej wysokiej oceny recenzowanej dokumentacji chciałam podkreślić fakt przeprowadzenia przez Autorkę kompleksowych i spójnych badań nad możliwością wykorzystania produktu ubocznego z tłoczenia na zimno oleju lnianego, tj. makuchu. Badania Doktorantki to propozycja rozwiązania mającego na celu nie tylko zmniejszenie obciążenia środowiska naturalnego, ale także stwarzającego możliwość produkcji wyrobów niskotłuszczowych, z zastosowaniem emulgatorów i stabilizatorów pochodzenia naturalnego zamiast syntetycznych. Otwiera to wiele możliwości aplikacyjnych.

Otrzymane przez Autorkę badań rezultaty są wartościowe i mają duże znaczenie praktyczne, co jest istotne w przypadku wyników badań uzyskanych w uczelni zajmującej się zagadnieniami techniczno-technologicznymi.



prof. dr hab. inż. Dorota Żyżelewicz