

Warszawa, 22.07.2022

Recenzja rozprawy doktorskiej  
mgr inż. Emilii Zofii Drożdżowskiej  
„Białko i polisacharydy z makuchu lnianego jako  
substancje funkcjonalne w procesie tworzenia  
emulsji oraz proszków do zastosowań  
spożywczych”

zrealizowanej na Wydziale Nauk o Żywności i Rybactwa  
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego  
w Szczecinie pod kierunkiem  
prof. dr hab. Artura Bartkowiaka

---

**Szkoła Główna Gospodarstwa  
Wiejskiego w Warszawie**

**Instytut Nauk o Żywności**

dr hab. Katarzyna Samborska, prof.  
SGGW

ul. Nowoursynowska 159C  
02-787 Warszawa  
+48 22 59 37 569

katarzyna\_samborska@sggw.edu.pl

Podstawa prawna

---

Podstawą wykonania niniejszej recenzji jest uchwała Senatu  
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego z dn. 30  
maja 2022 r. powołująca mnie na recenzenta.

Wybór i znaczenie tematu

---

Podjęta tematyka badawcza doskonale wpisuje się  
w aktualne trendy na rynku produktów FMCG, związane  
zarówno z kwestiami środowiskowymi jak i „jakościowymi”.  
Z jednej strony, coraz większe znaczenie ma  
gospodarowanie zasobami w sposób zrównoważony, w myśl  
założeń gospodarki cyrkularnej. Z drugiej strony, na  
znaczeniu zyskują też składniki pochodzenia naturalnego,  
lokalne, w tym pochodzące ze strumieni ubocznych. W tym



kontekście, podjęta przez doktorantkę tematyka jest bardzo aktualna, ponieważ badała ona możliwość zastosowania składników pochodzących z materiału odpadowego – makuchu lnianego, do pożądanych modyfikacji układów wielofazowych – emulsji modelowych i spożywczych, zarówno bezpośrednio po ekstrakcji jak i po przetworzeniu do postaci proszku. Zagospodarowanie makuchu lnianego, czyli produktu ubocznego po tłoczeniu oleju z nasion lnu na zimno, jest ważnym kierunkiem, ponieważ w wyniku zwiększającej się świadomości konsumentów na temat walorów prozdrowotnych olejów tłoczonych na zimno, wzrasta ilość wytwarzanego materiału ubocznego. Min. w wyniku pominięcia w procesie tłoczenia oleju obróbki termicznej materiał ten charakteryzuje się bogatym składem, jest źródłem białka, błonnika, kwasów tłuszczowych omega-3, lignanów, związków przeciwutleniających oraz witamin. W prowadzonych badaniach doktorantka podjęła próbę wielokierunkowego wykorzystania tych składników do stabilizacji emulsji, wytwarzania mikrokapsułek metodą suszenia rozpyłowego, jak również w celu przeciwdziałania procesom oksydacyjnym w oleju.

#### Ocena formalna rozprawy doktorskiej

---

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska zawiera 30 stronicowe opracowanie oraz cykl 5 spójnych tematycznie prac naukowych opublikowanych w latach 2020-2021 w czasopismach *Polymers*, *Biomolecules*, *Journal of Food Measurement and Characterization*, *Foods* i *Antioxidants*. Łączna punktacja publikacji to 440 pkt. (zgodnie z wykazami MEiN obowiązującymi w poszczególnych latach), a sumaryczna wartość IF 18,262. We wszystkich publikacjach doktorantka jest pierwszym autorem, a w czterech autorem korespondencyjnym. Publikacje są wieloautorskie (od 3 do 7 osób), a z załączonych oświadczeń wynika, że udział doktorantki w opracowaniu koncepcji, wykonaniu części eksperymentalnej, opracowaniu i interpretacji wyników oraz przygotowaniu publikacji był wysoki i wynosił od 60 do 70%. Opublikowanie wyników badań w wysokopunktowanych czasopismach naukowych uznają za świadectwo ich poprawności metodycznej oraz dobrego poziomu merytorycznego opisu i dyskusji wyników. Pełne teksty oryginalnych prac twórczych dołączono do opracowania, które jest przewodnikiem, a zarazem uzupełnieniem do artykułów.

## Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

---

Poprzedzające cykl publikacji opracowanie podzielono na następujące części: przegląd piśmiennictwa, cel pracy i hipotezy badawcze, wybrane wyniki badań, podsumowanie i wnioski, bibliografię.

W przeglądzie piśmiennictwa na 7 stronach scharakteryzowano: skład oleju lnianego oraz makuchu lnianego, szczegółowo opisując grupy związków będących przedmiotem badań; emulsje i proszki spożywcze, w tym proces suszenia rozpyłowego. Tę część pracy, jak również podsumowujący ją akapit (str. 14) oceniam jako bardzo wartościowe, gdyż pozwalają zapoznać się czytelnikowi z najważniejszymi przyczynkami do podjęcia badań.

W kolejnym rozdziale sformułowano cel pracy oraz hipotezy badawcze, z podziałem na założenia poczynione w czasie badań do kolejnych publikacji.

Następny rozdział (6 stron) poświęcono charakterystyce materiałów i metod użytych w badaniach. Bardzo wysoko oceniam fakt, że jako główny materiał badawczy użyty był makuch lniany pochodzący z zakładu produkcyjnego wytwarzającego olej lniany tłoczony na zimno. Takie podejście pozwala ocenić przydatność rzeczywistego materiału odpadowego otrzymanego w warunkach przemysłowych. Gdyby badania zostały przeprowadzone na materiale otrzymanym w warunkach laboratoryjnych, ich wyniki należałoby zweryfikować ze względu na możliwe różnice pomiędzy właściwościami makuchu. Wysoko pozytywnie oceniam też pominięcie w procesie technologicznym etapu odtłuszczenia płynu a makuchu za pomocą heksanu, zgodnie z aktualnym trendem „green chemistry”, czyli koncepcją zakładającą minimalizację użycia potencjalnie szkodliwych substancji. Do oceny właściwości płynu po ługowaniu, otrzymywanych emulsji i proszków zastosowano klasyczne metody analityczne jak również nowoczesne metody instrumentalne: spektroskopię FTIR, dyfrakcję laserową, skaningową mikroskopię elektronową, chromatografię gazową.

Kolejna część opracowania to opis uzyskanych wyników. Zakres wykonanych prac był bardzo szeroki i wielowątkowy. Ogólnie można stwierdzić, że celem prowadzonych badań było sprawdzenie właściwości funkcjonalnych płynu uzyskanego poprzez ługowanie makuchu lnianego, pod kątem właściwości emulgujących i przeciwutleniających, w różnych układach



(emulsjach modelowych, majonezie, emulsjach przeznaczonych do suszenia rozpyłowego oraz proszkach), jak również pod kątem właściwości poszczególnych frakcji płynu. Pierwsza część badań dotyczyła ogólnej charakteryzacji płynu po ługowaniu, w tym również wydzielonych frakcji – białkowej i polisacharydowej, oraz ich właściwości emulgujących. Stwierdzono, że właściwości emulgujące poszczególnych frakcji były słabsze niż płynu, wskazując na ich efekt synergistyczny. Płyn z makuchu poddano następnie suszeniu rozpyłowemu w celu otrzymania innowacyjnego naturalnego składnika do zastosowań spożywczych. Otrzymane proszki również wykazały korzystne właściwości funkcjonalne, które zależały od parametrów suszenia. Bardzo wysoko oceniam zarówno koncepcję, zakres jak i wykonanie tej części pracy, a w szczególności dyskusję wyników. Doktorantka szczegółowo przeanalizowała wpływ parametrów suszenia na właściwości fizykochemiczne proszków, jak również ich wpływ na zdolności emulgujące, będące w centrum jej zainteresowań. Zostały one powiązane z możliwymi zmianami w strukturze białek pod wpływem podwyższonej temperatury. Dyskusja została poparta wynikami spektroskopii FTIR oraz przykładami z literatury dotyczącymi białek różnego pochodzenia. Kolejna część badań dotyczyła możliwości zastosowania płynu z makuchu jako zamiennika części tłuszczu w majonezie, zwiększającego równocześnie stabilność produktu. Stwierdzono, że stabilność emulsji została poprawiona, szczególnie przy najwyższym z zastosowanych poziomów substytucji (15%), a zastępowanie oleju płynem z makuchu może być korzystnym sposobem na produkcję majonezu o obniżonej kaloryczności. W analizie wyników tej części doktorantka również zawarła szczegółową dyskusję, w celu wyjaśnienia otrzymanych zależności pomiędzy denaturacją białka, stabilnością emulsji, a właściwościami reologicznymi. Cykl badań zakończono pracami związanymi z zastosowaniem płynu z makuchu jako składnika emulsji oleju lnianego przeznaczonej do suszenia rozpyłowego w celu zmikrokapsułkowania. Badano efekt stabilizujący, zarówno pod kątem stabilności emulsji, jak i podatności zmikrokapsułkowanego oleju na zmiany oksydacyjne. Stwierdzono, że płyn z makuchu wykazywał korzystny wpływ na emulsję zarówno przed suszeniem jak i po odtworzeniu. Jest to szczególnie cenna część rozprawy, gdyż badanie właściwości emulsji po odtworzeniu proszku po suszeniu rozpyłowym jest często pomijane w zbliżonych badaniach. Podobnie jak w poprzednich częściach pracy,



zaobserwowane różnice (np. we właściwościach reologicznych emulsji przed i po suszeniu) zostały poddane szczegółowej analizie i dyskusji, co stanowi o bardzo wysokiej wartości naukowej rozprawy. Wpływ płynu z makuchu na stabilność oksydacyjną zmikrokapsułkowanego oleju również uznano za korzystny. Jednakże, w tym miejscu nasuwa się pytanie: dlaczego nie wytworzono również wariantów mikrokapsułek bez udziału płynu z makuchu w emulsji, tak jak w pracy poświęconej stabilności emulsji? Takie podejście pozwoliłoby na dokładniejsze wskazanie korzystnego wpływu tego składnika. Wskaźniki zachodzącego procesu oksydacji porównywano tylko z wartościami dla oleju niekapsułkowanego. Po szczegółowej analizie i dyskusji wyników, dotyczących liczby nadtlenkowej, zawartości wtórnych produktów utleniania, zawartości kwasów tłuszczowych oraz kwasu  $\alpha$ -linolenowego, stwierdzono stabilizujący wpływ płynu z makuchu na olej lniany po procesie mikrokapsułkowania metodą rozpyłową.

Całościowo, uważam że rozprawa doktorska została starannie zaplanowana i zrealizowana. Zakres wykonanych badań jest imponujący, układ kolejnych prac i badań jest logiczny i ukierunkowany – prowadzi od ogólnej charakterystyki badanego materiału, aż do konkretnych zastosowań, ze wskazaniem potencjalnych korzyści. Wyniki zostały przejrzysto i logicznie zaprezentowane, a na szczególne podkreślenie zasługuje fakt szerokiej dyskusji i wytłumaczenia zaobserwowanych zależności.

#### **Wniosek końcowy**

---

Wartość naukową przedstawionej do recenzji rozprawy oceniam bardzo wysoko. Jest ona opracowaniem naukowym wzbogacającym wiedzę z zakresu technologii żywności, która może zostać wykorzystana również praktycznie. Zawiera elementy nowości naukowej, a doktorantka wykazała się zdolnością prowadzenia wnikliwych studiów literaturowych, planowania i wykonywania eksperymentów, interpretowania otrzymanych wyników badań, krytycznej oceny faktów oraz formułowania wniosków. W moim przekonaniu mgr inż. Emiliia Drozłowska jest dojrzałym naukowcem, w pełni przygotowanym do samodzielnego prowadzenia badań.

Reasumując, stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Emilii Drozłowskiej spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim (art. 13 Ustawy z dnia 14 marca



2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). W związku z powyższym wnoszę do Rady Wydziału Nauk o Żywności i Rybactwa o dopuszczenie mgr inż. Emilii Drozłowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'K Samborska', is written over a horizontal dotted line.

*Dr hab. Katarzyna Samborska, prof. SGGW*