



WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOSCI I ŻYWIENIU

Katedra Technologii Gastronomicznej  
i Żywności Funkcjonalnej

Poznań, 18.08.2019 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Brynda-Kopytowskiej  
pt.: „Fizykochemiczna charakterystyka sypkich preparatów tłuszczowych wytwarzanych  
metodą suszenia rozpyłowego emulsji stabilizowanych białkiem grochu”  
wykonanej w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji oraz Katedrze Chemii  
Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Ewy Domian, prof. SGGW (promotor)  
i dr hab. Agaty Górskiej (promotor pomocniczy)

Podstawa prawna: Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz  
stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. nr 65 poz. 595 z późn. zm.).

Podstawą opinii jest pismo prof. dr hab. Mirosława Słowińskiego, Dziekana Wydziału  
Nauk o Żywności SGGW w Warszawie z dnia 28.06.2019 r.

Żywność typu instant i odwodniona jest coraz bardziej popularną gałęzią produkcji. Konsument oczekuje produktu o wysokiej wartości odżywczej, łatwego do przygotowania i jednocześnie funkcjonalnego. Niestety produkcja tego typu żywności wymaga rozwiązania wielu problemów technologicznych rozpoczynając od zmiany receptury, poprzez wzbogacanie, stabilizację, utrwalenie oraz stosowanie zamienników o określonych walorach funkcjonalnych i sensorycznych. Ze względu na wzrastającą popularność żywności wegańskiej i wegetariańskiej zastosowanie białek roślinnych w miejsce dotychczas najczęściej stosowanych białek zwierzęcych stanowi obiecujący trend w produkcji żywności i ciekawy kierunek badań. Szczególnie popularne są obecnie białka roślin strączkowych, które cechuje wysoka wartość odżywcza i korzystny skład aminokwasowy oraz korzystne właściwości funkcjonalne, w tym pienienie, żelowanie, czy emulgowanie. Wyniki wielu badań wskazują, że opracowanie technologii produkcji m.in. suszonych preparatów tłuszczowych stabilizowanych

białkami roślinnymi może być innowacją, której oczekują zarówno producenci żywności, jaki konsumenci. Jako wypełniacze podczas suszenia rozpyłowego wspomnianych preparatów są często wykorzystywane węglowodany, poprawiające fizyczne właściwości i stabilizujące kapsułkowany tłuszcz podczas przechowywania. Jak dotąd jednak literatura nie podaje wiele informacji na temat wykorzystania nowych wypełniaczy pod postacią funkcjonalnych węglowodanów, w tym np. fruktooligosacharydów. Należy dodać, że mikrokapsułkowany preparat w postaci proszku jest doskonałą formą implementacji labilnych składników do produktów żywnościowych wytworzonych z surowców poddawanych różnym procesom technologicznym. W związku z powyższym celowym jest opracowanie preparatów zawierających tłuszcze o ukierunkowanym składzie i właściwościach fizykochemicznych, które pozwolą na zaprojektowanie żywności w postaci proszku wzbogaconego w wybrane składniki biologicznie aktywne.

### **Ocena formalna pracy**

W odniesieniu do struktury pracy i stawianych wymogów formalnych stwierdzam, że jest ona prawidłowa i zgodna z wymogami edycji rozpraw doktorskich. Przedstawiona do oceny rozprawa składa się z trzech elementów. Właściwa praca została poprzedzona syntetycznym streszczeniem i słowami kluczowymi w języku polskim i angielskim. W części pierwszej pracę podzielono na kilka rozdziałów, w których zawarto wykaz publikacji stanowiących rozprawę doktorską; syntezę przeglądu literatury tematu; rozdział badawczy prezentujący charakterystykę materiału badanego i metod badawczych; uzyskane wyniki wraz z dyskusją; stwierdzenia i wnioski, stanowiące odniesienie do sformułowanego wcześniej celu pracy oraz spis literatury. W drugiej części pracy załączono kopie publikacji stanowiących rozprawę doktorską, oświadczenia Autorów tychże publikacji oraz w trzeciej podsumowanie dorobku naukowego Doktorantki. Rozprawa liczy 179 stron maszynopisu, włączając 74 strony publikacji stanowiących osiągnięcie. W mojej opinii Doktorantka przedstawiła zbyt szczegółowy opis oraz zbędne powtórzenia danych tabelarycznych i wykresów zawartych w publikacjach stanowiących rozprawę doktorską, kosztem syntetycznego opisu uzyskanych efektów swoich wieloletnich badań naukowych. Za zbyt liczne uważam powtórzenie cytowań 157 pozycji zawartych w publikacjach stanowiących osiągnięcie, z których prawie 65%, bo aż 102 pozycje opublikowano przed ponad dziesięcioma laty. Jednakże niezależnie od roku wydania tych prac należy podkreślić, że dobrano je starannie i trafnie. W opracowaniu brakuje jednak informacji na temat źródeł finansowania zadań badawczych ujętych w załączonych publikacjach.

Doktorantka przedstawiła wyniki badań w spójnym tematycznie zbiorze czterech artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych; a mianowicie:

1. Brynda-Kopytowska A., Domian E.\* Wybrane właściwości sypkich preparatów tłuszczowych wytwarzanych metodą suszenia rozpyłowego emulsji stabilizowanych białkiem grochu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 2018, 595, 29–39; udział Doktorantki 90%.

2. Domian E., Brynda-Kopytowska A.\*, Cieśla J., Ostrowska-Ligęza E. Effect of the type of carbohydrate on the DVS critical relative humidity in spray-dried fat-filled pea protein-based powders: Comparison with monolayer coverage and Tg values. Food Hydrocolloids 2017, 73, 335-343; udział Doktorantki 35%.

3. Domian E., Brynda-Kopytowska A.\* Cieśla J., Górską A. Effect of carbohydrate type on the DVS isotherm-induced phase transitions in spray-dried fat-filled pea protein-based powders. Journal of Food Engineering 2018, 222, 115-125; udział Doktorantki 35%.

4. Brynda-Kopytowska A., Górską A.\*, Bryś J., Domian E., Wirkowska-Wojdyła M., Ostrowska-Ligęza E. Application of DSC and GC methods for characterization of newly designed spray-dried pea protein-fat preparations formulated with different types of a carbohydrate component. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 2018, 134, 609-621; udział Doktorantki 65%.

Mgr inż. Anna Brynda-Kopytowska była pierwszym autorem lub pełniła funkcję autora korespondencyjnego w zaledwie dwóch z czterech publikacji stanowiących rozprawę doktorską. Zakładając, że oceniana dysertacja doktorska pod postacią publikacji naukowych wskazuje jednoznacznie na osiągnięcie Doktorantki, a zatem także największy wkład w ich powstanie, to załączone oświadczenia o autorstwie w zaledwie 35% udziału są dyskusyjne (publikacja 2 i 3). Załączone publikacje zostały wykonane we współpracy z Katedrą Chemii macierzystego Wydziału oraz Zakładem Mikrostruktury i Mechaniki Biomateriałów PAN w Lublinie. Wyniki powyższych badań zamieszczono w wysoko punktowanych publikacjach naukowych, których sumaryczny współczynnik  $IF=10.495$ , suma punktów  $MNiSW=118$ , natomiast suma cytowań wg ISI Web of Science=2.

Kolejnym elementem ocenianej dysertacji jest zestawienie dorobku naukowego Doktorantki, na które składa się autorstwo 8 publikacji oraz ponad 30 prezentacji konferencyjnych. Doktorantka otrzymała nagrodę za poster podczas sympozjum inżynierii Żywności w 2014 roku. Brała udział w 4 projektach, a w jednym zadaniu badawczym finansowanym w ramach wewnętrznego konkursu dla młodego pracownika nauki pełniła rolę kierownika. Sumaryczny dorobek mgr inż. Anny Brynda-Kopytowskiej jest znaczący i wynosi:  $IF= 34.174$ , punktacja wg  $MNiSW=391$ , liczba cytowań wg ISI WoS=44, indeks Hirscha=4 (na dzień 21.08.2019 r.).

Podsumowując stwierdzam, że praca spełnia wymagania formalne stawiane pracom dysertacyjnym na stopień doktora.

## **Cel i zakres pracy**

Cel pracy został poprzedzony 15-stronicowym wstępem i przeglądem literatury, stanowiącym odpowiednie wprowadzenie do tematu rozprawy oraz aktualnego stanu wiedzy na temat kierunków produkcji i zastosowania różnych nośników preparatów tłuszczowych, a w szczególności białek grochu, możliwości ich wykorzystania jako składnika ścian mikrokapsulek oraz ich stabilności przechowalniczej. Przegląd literatury porusza najistotniejsze zagadnienia przez co stanowi solidną podstawę do uzasadnienia wyboru tematu, celu pracy oraz dyskusji wyników i wnioskowania. Doktorantka założyła, że podjęcie badań w kierunku wykorzystania białek grochu jako stabilizatora emulsji poddanej procesowi suszenia rozpyłowego pozwala na otrzymanie sypkich preparatów tłuszczowych z węglowodanami wypełniającymi o korzystnych walorach funkcjonalnych i odpowiedniej stabilności podczas przechowywania. Powyższe względy skłoniły mgr inż. Annę Brynda-Kopytowską do sformułowania celu prowadzonych badań, stanowiącego analizę wpływu składu surowcowego w kształtowaniu właściwości sypkich preparatów tłuszczowych, wytwarzanych metodą suszenia rozpyłowego emulsji stabilizowanych białkiem grochu. Stąd też zakres badań prowadzonych przez Doktorantkę obejmował:

1. wytworzenie preparatów białkowo-tłuszczowych metodą suszenia rozpyłowego emulsji typu o/w stabilizowanych izolatem białka grochu z dodatkiem wybranych węglowodanów wypełniających;
2. analizę wpływu składu surowcowego preparatów w aspekcie rodzaju składnika węglowodanowego oraz udziału i rodzaju fazy tłuszczowej na:
  - 2.1. właściwości ogólne proszków w odniesieniu do właściwości reologicznych i stabilności emulsji poddawanej suszeniu;
  - 2.2. krytyczne warunki przechowywania, odnośnie wilgotności względnej powietrza i temperatury na podstawie charakterystyki proszków przy użyciu dynamicznej sorpcji pary wodnej DVS i analizy termicznej MDSC;
  - 2.3. właściwości sorpcyjne proszków tłuszczowych na podstawie równowagowych izoterm absorpcji wyznaczonych metodą DVS w temp. 25, 30 i 35°C przy 23 wartościach aktywności wody z zakresu 0,005-0,95;
  - 2.4. stabilność oksydacyjną mikrokapsułkowanego oleju oraz zmiany w składzie kwasów tłuszczowych podczas przechowywania proszków przez 6 miesięcy w temperaturze pokojowej, wykorzystując odpowiednio metodę ciśnieniowej różnicowej kalorymetrii skaningowej (PDSC) oraz chromatografię gazową (GC).

Doktorantka w części analitycznej scharakteryzowała tok przeprowadzonych oznaczeń, przygotowania materiału do analiz a następnie sposobu obliczeń. Należy ponadto podkreślić, że Doktorantka w swojej pracy zastosowała najnowsze techniki pomiarowe. Materiał badany

stanowiły surowce z których sporządzono emulsje do suszenia rozpyłowego, m.in. izolat białka grochu, trehaloza, polidekstroza, inulina, nutrioza, olej rzepakowy i mieszanka wyselekcjonowanych olejów roślinnych. Metody technologiczne obejmowały opis procedury przygotowania modelowych emulsji i proszków na bazie izolatu białek grochu, tłuszczu roślinnego i węglowodanów wypełniających oraz opis procesu przechowalniczego. Kolejnym elementem rozprawy jest charakterystyka metod analitycznych, wśród których wyróżniono oznaczenia właściwości reologicznych emulsji, rozkładu wielkości cząstek (kropel), struktury cząstek preparatów białkowo-tłuszczowych, gęstości pozornej tych cząstek, gęstość nasypową luźną i utrzęsioną, sypkość preparatów białkowo-tłuszczowych, oznaczenie zawartości tłuszczu wolnego oraz efektywności mikrokapsułkowania, zawartości wody, aktywności wody, dynamicznej sorpcji pary wodnej, eksperymentów przemiatania wilgotnym powietrzem, oznaczenie liczby kwasowej i zawartości WTK, skład kwasów tłuszczowych i stabilności oksydacyjnej mikrokapsułkowanego tłuszczu. Przedstawiono ponadto metody obliczeniowe bazujące na programie Excel. W przypadku wszystkich etapów zaproponowano prawidłowy i w pełni uzasadniony zakres prowadzonych badań.

### **Merytoryczna ocena pracy**

Cykl czterech publikacji przedstawionych do oceny jako podstawa o ubieganie się mgr inż. Anny Brynda-Kopytowskiej o stopień doktora składa się z kilku doświadczeń zgodnych założonym wcześniej celem pracy.

W pierwszym etapie badań Doktorantka badała wpływ składu surowcowego i właściwości reologicznych emulsji typu olej w wodzie (o/w). Analizom podlegały także wybrane właściwości fizyczne sypkich preparatów tłuszczowych wytwarzanych na bazie białek grochu, które poddano suszeniu rozpyłowemu. Stwierdzono, że poziom zróżnicowania lepkości emulsji poddawanych suszeniu rozpyłowemu nie posiadał odwzorowania w wielkości i gęstości otrzymanych proszków. Dodatkowo rodzaj składnika węglowodanowego wpływał na wielkość, morfologię oraz gęstość otrzymanych proszków, których sypkość ulegała pogorszeniu w miarę wzrostu zawartości tłuszczu. W toku badań stwierdzono, że sproszkowane preparaty tłuszczowe na bazie białka grochu stanowią układy złożone, w których to składniki węglowodanowe, a nie obecność tłuszczu wpływają na przemiany szkliste.

W kolejnym etapie badań podjęto prace mające na celu określenie właściwości sorpcyjnych modelowych proszków wieloskładnikowych, formułowanych z czterema rodzajami składnika węglowodanowego (nutrioza, inulina, polidekstroza, trehaloza) i dwoma rodzajami tłuszczu (olej palmowo-rzepakowy i olej rzepakowy). Ostatni etap badań obejmował ocenę wpływu składu surowcowego sypkich preparatów tłuszczowych na stabilność oksydacyjną

mikrokapsułkowanego tłuszczu. Doktorantka stwierdziła, że badane próby preparatów tłuszczowych przechowywanych przez okres sześciu miesięcy wykazywały wyższą stabilność oksydacyjną w porównaniu do świeżych. Jako uzasadnienie takiego działania wskazała obecność melanoidyn, silnych przeciwutleniaczy, powstających w proszku podczas reakcji Maillarda. W toku analizy wyników zawartych w publikacji IV nasunęło się pytanie o liczbę badanych prób i ich powtórzeń. Doktorantka nie podała tej istotnej informacji, co sugeruje, że bardzo niskie wartości odchyłeń standardowych w tabelach mogą wskazywać na bardzo wysoką powtarzalność wyników lub niewielką liczbę powtórzeń. Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie powyższej kwestii.

Stwierdzenia i wnioski są zbyt rozbudowane i nie wskazują jasnej odpowiedzi na powstające w toku badań pytania. Chciałabym jednak zwrócić większą uwagę na wniosek nr 17, w którym Doktorantka stwierdziła, że obecność trehalozy i inuliny w preparatach poddanych analizom przyczyniła się do poprawy stabilności tłuszczu podczas przechowywania na skutek specyficznych oddziaływań pomiędzy składnikiem węglowodanowym a cząsteczkami białka i tłuszczu. Proszę wyjaśnić jakiego typu oddziaływania są specyficzne i nie występują w przypadku dwóch pozostałych składników węglowodanowych.

Analiza rozprawy przedstawionej do oceny wskazuje, że głównym osiągnięciem mgr inż. Anny Brynda-Kopytowskiej jest podjęcie badań z zakresu kapsułkowania oleju z oligo- i polisacharydami, względnie rozpuszczalnymi, posiadającymi właściwości zbliżone do cukru w zastosowaniach spożywczych. Podczas oceny dysertacji chciałabym zwrócić uwagę na kilka niejasności, które powstały i prosiłabym Doktorantkę o odniesienie się do poniższych kwestii:

1. w dysertacji mieszaniny białek, tłuszczów i węglowodanów nazwano jako „preparaty białkowo-tłuszczowe”, (np. str 1, publikacja I). Idąc dalej tym tokiem na str. 3 tej samej publikacji Doktorantka podaje: „... inuliną (I), polidekstrozą (D) i trehalozą (T), przy czym we wszystkich wersjach surowcowych emulsji składnik węglowodanowy i białkowy zestawiono w stałej proporcji 5.3: 1. W związku z powyższym należy odpowiedzieć na pytanie czy wielkość udziału węglowodanów w preparacie na poziomie 5.3 nie powinna być ujęta w nazewnictwie materiału badanego.

2. Doktorantka podaje, że: „... oraz usuwa antyodżywcze składniki (polifenole i garbniki)...” (str. 14). Proszę o sprecyzowanie, dlaczego polifenole zaliczono do związków antyodżywczych. Z opisu wynika ponadto, że polifenole i garbniki to różne grupy związków, a zatem proszę o przedstawienie klasyfikacji tych związków zgodnie z aktualną wiedzą.

3. Proszę wyjaśnić sformułowanie: „Stosowanie białek grochu do mikrokapsułkowania odzwierciedla „zielony” trend obecny w przemyśle spożywczym, ...” (str. 19).

4. Ciekawym elementem pracy byłoby sprecyzowanie mechanizmów mogących odpowiadać za wydłużenie stabilności produktu badanego. Interesującym jest także skład preparatów węglowodanowych zastosowanych do badań, które zgodnie z opisem zawierają dodatkowo glukozę, sorbitol lub sacharozę (publikacja 1). Pytanie, które należy zadać to czy wspomniane składniki dodatkowe mogłyby wpłynąć w istotny sposób na zmianę kierunku analizowanych przemian.

Podsumowując ocenę chciałabym podkreślić, że uwagi zawarte w niniejszej recenzji w żaden sposób nie wpływają na obniżenie wartości naukowej recenzowanej pracy, stanowiącej wartościowe opracowanie naukowe, świadczące o bardzo dobrym warsztacie analitycznym i przygotowaniu merytorycznym mgr inż. Anny Brynda-Kopytowskiej. Rozprawa znacząco poszerza wiedzę na temat technologii produkcji suszonych preparatów tłuszczowych oraz ich właściwości funkcjonalnych. Posiada ponadto niezaprzeczalny potencjał aplikacyjny w zakresie możliwości wykorzystania preparatów białkowo-tłuszczowo-węglowodanowych do produkcji składników żywności, w tym przede wszystkim także ukierunkowanej na określone działanie prozdrowotne.

### **Wniosek końcowy**

Mgr inż. Anna Brynda-Kopytowska swoją dysertacją na stopień doktora udowodniła, że posiada predyspozycje do pracy naukowej w badaniach z zakresu dyscypliny technologia żywności i żywienie. Potrafi samodzielnie zrealizować aspekt analityczny, a także publikacyjny w renomowanych czasopismach naukowych. Oceniając rozprawę stwierdzam, że Doktorantka doskonale orientuje się w niełatwych zagadnieniach dotyczących procesów technologicznych, szczególnie dotyczących kształtowania właściwości sypkich preparatów tłuszczowych. Mgr inż. Anna Brynda-Kopytowska zaprezentowała wyniki wieloletnich badań chemicznych i fizyko-chemicznych, które przeprowadzono wiarygodnymi metodami przy wykorzystaniu nowoczesnej aparatury. Pomimo uwag, które stanowią jedynie zaczątek polemiki w badanej tematyce, to osiągnięcie przedstawione do oceny stanowi cenne źródło informacji dla technologów żywności oraz wskazuje na nowe aspekty, które mogą kierunkować kolejne zamierzenia naukowo-badawcze Doktorantki.

Konkludując, jednoznacznie stwierdzam, że moja ocena pracy doktorskiej mgr inż. Anny Brynda-Kopytowskiej zatytułowanej „Fizykochemiczna charakterystyka sypkich preparatów

tłuszczowych wytwarzanych metodą suszenia rozpyłowego emulsji stabilizowanych białkiem grochu” jest pozytywna w zakresie wymaganych kryteriów oceny. Przedłożona do recenzji dysertacja w pełni odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim. W związku z powyższym, stawiam wniosek do Rady Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie o przyjęcie pracy i dopuszczenie Pani mgr inż. Anny Brynda-Kopytowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



prof. dr hab. inż. Anna Gramza-Michałowska