

RECENZJA

pracy doktorskiej **mgra inż. Pawła Banaszczyka**

pt. „**Zdolność odtwarzania spożywczych struktur emulsyjnych po rozтворzeniu w wodzie preparatów suszonych rozpyłowo**”

wykonanej pod kierunkiem **prof. dr. hab. inż. Lidii Zander**

Ogólna charakterystyka pracy

Tematyka ocenianej pracy dotyczy złożonego i ważnego z naukowego i praktycznego punktu widzenia zagadnienia, jakim jest utrwalanie spożywczych struktur emulsyjnych gotowych do użycia po rozpuszczeniu w wodzie. Opublikowanie wyników zawartych w pracy i ich interpretacja może w znacznym stopniu przyczynić się do wzbogacenia wiedzy na temat zjawisk termodynamicznych zachodzących podczas procesu wytwarzania układów dyspersyjnych i poddawania ich procesowi mikroenkapsulacji przy użyciu suszenia rozpryskowego.

Praca doktorska napisana przez mgra inż. Pawła Banaszczyka, licząca 119 stron maszynopisu, została podzielona w prawidłowy sposób na 10 rozdziałów. Najbardziej obszerny rozdział, liczący 55 stron, dotyczy wyników badań przedstawionych i przedyskutowanych z wykorzystaniem 25 tabel i 24 rysunków. Dodatkowo, 5 tabel i 23 rysunki zostały zamieszczone w innych rozdziałach.

Autor powołał się na 184 pozycji literaturowych dobranych adekwatnie do zakresu pracy, przy czym 92% z tych pozycji zostało napisanych w języku angielskim, co świadczy o umiejętności przeglądania doniesień naukowych związanych z tematem pracy w międzynarodowych zasobach literaturowych. Aktualność przytoczonych doniesień potwierdzona jest tym, że 66 z nich pochodzi z ostatnich 10 lat, a powołanie się na 12 pozycji z ostatnich 5 lat świadczy o śledzeniu najnowszych osiągnięć i dbałość o nowatorski charakter pracy. Warto dodać, że wśród tych pozycji znalazły się 2 opracowania, których współautorem jest mgr inż. Paweł Banaszczyk.

Praca posiada tradycyjny układ stosowany w opracowaniach eksperymentalnych i ogólnie napisana jest poprawnym językiem naukowym z prawidłowym umieszczeniem odnośników do literatury.

Ocena merytoryczna

W krótkim wstępie Autor zdefiniował żywność funkcjonalną i jej znaczenie w przeciwdziałaniu chorobom cywilizacyjnym zwracając przy tym uwagę na kluczową rolę układów emulsyjnych umożliwiających prawidłową dystrybucję substancji aktywnych w przewodzie pokarmowym człowieka. Uzasadniając potrzebę prowadzenia badań dotyczących rekonstrukcji mikrokapsułkowanych układów emulsyjnych zasygnalizował istotę problemu naukowego leżącego u podstaw pracy doktorskiej. Przegląd literatury w całości został poświęcony zagadnieniom istotnym z punktu widzenia realizacji pracy. Kolejne rozdziały dotyczące materiału badawczego, sposobu wytwarzania oraz mikrokapsułkowania emulsji z uwzględnieniem aspektów jakościowych przedstawiają aktualny stan wiedzy, który umożliwił sformułowanie celu pracy, zadań badawczych oraz opracowanie metod badawczych. Obszerność i szczegółowość przedstawianych zagadnień niewątpliwie sprzyjały nabyciu przez Doktoranta wiedzy teoretycznej niezbędnej do prawidłowego procedowania części eksperymentalnej i interpretowania uzyskanych wyników.

Biorąc pod uwagę podejście metodyczne należy docenić wybór oleju z nasion wiesiołka tłoczonego na zimno jako składnika układu emulsyjnego typu o/w sporządzonego techniką membranową. Przemawiają za tym jego cenne właściwości biologiczne, które są ważne z użytecznego punktu widzenia oraz wrażliwość na czynniki zewnętrzne uzasadniająca konieczność ustabilizowania tych właściwości metodą mikroenkapsulacji. Doktorant szczegółowo opisał sposoby przeprowadzenia poszczególnych testów, które były niezbędne do zweryfikowania hipotezy badawczej zakładającej skuteczność mikroenkapsulacji metodą rozpryskową sporządzonego układu emulsyjnego w aspekcie odtworzenia mikrostruktury w rezultacie uwodnienia sproszkowanych mikrokapsulek. W opisie przebiegu części doświadczalnej posłużył się schematami blokowymi ułatwiającymi poznanie koncepcji podziału prac badawczych na 3 etapy zmierzające do wyznaczenia korzystnych warunków prowadzenia procesu dyspersji, wytwarzania emulsji oraz oceny procesu emulgacji membranowej w połączeniu z suszeniem rozpryskowym otrzymanych emulsji i ich rekonstrukcją polegającą na uwodnieniu uzyskanych proszków. Mimo dbałości o rzetelne przedstawienie poszczególnych procesów i zastosowanych parametrów zabrakło szczegółowej informacji dotyczącej sposobu uwodnienia uzyskanych proszków

prowadzącego do uzyskania 30% zawartości suchej substancji w rekonstruowanych emulsjach.

W kolejnym rozdziale Autor przedstawił wyniki przeprowadzonych eksperymentów otrzymane dzięki realizacji celu pracy zgodnie z przyjętą metodyką zakładającą podział prac badawczych na 3 etapy.

Do wartościowych rezultatów pierwszego etapu badań można zaliczyć wyznaczenie krytycznej wartości koncentracji WPC wynoszącej 0,05, której zwiększenie nie prowadzi już do istotnego zmniejszenia wartości napięcia powierzchniowego dyspersji w niewielkim stopniu zależącej od pH. Nieznaczny wpływ zwiększenia pH na napięcie powierzchniowe dyspersji wobec znacznego wpływu na redukcję przeciętnej średnicy cząstek białka jest zagadnieniem wymagającym wyjaśnienia. Z kolei, wykazanie korzystnego wpływu obróbki mechaniczno-chemicznej na rozkład wielkości cząstek białka o mniejszych wymiarach, czego skutkiem jest redukcją napięcia powierzchniowego dyspersji, ma duże znaczenie poznawcze i utylitarne. Warto przy tym wyjaśnić, dlaczego w przypadku obróbki mechaniczno-chemicznej napięcie powierzchniowe w mniejszym stopniu zależy od ciśnienia homogenizacji niż od odczynu pH. Jest to intrygujące w związku z liniowym zmniejszeniem wartości napięcia powierzchniowego przy wzroście pH w całym zakresie od 6,5 do 8,0 wobec znacznej, skokowej redukcji przeciętnego rozmiaru cząstek $d_{(0,5)}$ przy wzroście pH od 6,5 do 7,0 i niewielkiej zmianie $d_{(0,5)}$ przy dalszym wzroście pH do 8,0. Uzupełnieniem wyników o szczególnym znaczeniu utylitarным jest wykazanie korzystnego wpływu zwiększenia pH i ciśnienia homogenizacji na pojemność emulgacyjną wskazującą na maksymalny udział oleju w stabilnych układach emulsyjnych, wykazanie i wyjaśnienie wzrostu krytycznego ciśnienia permeacji oleju spowodowanego zwiększeniem pH oraz ciśnienia homogenizacji, a także wykazanie korzystnego wpływu wzrostu temperatury prowadzenia procesu emulgacji i zmniejszenia udziału oleju w stosunku do WPC w dyspersji na indeks stabilności emulsji.

W wyniku prac badawczych prowadzonych w drugim etapie, poświęconym charakterystyce emulsji otrzymywanych metodą membranową, Doktorant wykazał negatywny wpływ wzrostu zarówno ciśnienia wyłaczania oleju, jak i temperatury prowadzenia procesu emulgacji na indeks stabilności emulsji. Zwiększenie stabilności emulsji otrzymywanej metodą membranową przez obniżenie temperatury zostało w przekonywujący sposób wyjaśnione zwiększeniem lepkości układu prowadzącym do zwiększenia naprężeń ścinających przy powierzchni membrany, co utrudnia koalescencję kropeł w miejscu wpływu oleju z porów. Powołanie się na doniesienie literaturowe nadaje treści tego wyjaśnienia rangę twierdzenia. Z drugiej strony przypuszczenie, że średnica kropeł w

emulsjach wytwarzanych metodą membranową zależy głównie od szybkości podawania oleju do modułu membranowego na podstawie obrazu mikroskopowego, potwierdzone wynikami rozkładu wielkości cząstek, jest oryginalnym osiągnięciem Doktoranta. Należałoby przy tym wyjaśnić, dlaczego zaobserwowany w temperaturze 20°C wzrost wielkości kropeł pod wpływem wzrostu ciśnienia nie zachodzi w temperaturze 50°C. Przesłanki do tego wyjaśnienia znajdują się w obszernym opisie wykorzystania narzędzia programowego PeakFit 2.0 do identyfikacji parametrów rozkładu poszczególnych frakcji na podstawie dekonwolucji poszczególnych krzywych uzyskanych przy użyciu aparatu Mastersizer 2000.

W trzecim etapie prac badawczych dotyczącym wytwarzania mikrokapsulek OLW i ich właściwości Doktorant uzasadnił wybór 6 emulsji uzyskanych przy określonych parametrach w celu poddania ich mikroenkapsulacji przy użyciu suszarki rozpryskowej. Wykazując negatywny wpływ wzrostu temperatury układu dyspersyjnego podczas emulgowania na efektywność mikroenkapsulowania w powiązaniu z indeksem stabilności emulsji, warto zauważyć, że istotnym elementem tego wpływu jest malejąca wartość współczynnika lepkości dynamicznej, co zostało zasygnalizowane odwołaniem się do odpowiednich publikacji. Wartościowym zagadnieniem dotyczącym tej części pracy jest analiza rozkładu wielkości mikrokapsulek w oparciu o dekonwolucję poszczególnych krzywych prowadząca do stwierdzenia obecności trzech frakcji składowych. Warto przy tym podjąć spekulację w celu próby zidentyfikowania składu drobnoziarnistej frakcji, mimo że nie występuje ona jako frakcja dominująca. Ponadto, w rezultacie oryginalnego podejścia metodycznego, polegającego na mikroskopowej obserwacji mikrokapsulek uszkodzonych mechanicznie oraz nasyconych gliceryną, udało się Doktorantowi potwierdzić przypuszczenie, że wewnętrzna pusta przestrzeń mikrokapsulek nie zawiera oleju, który w całości zdyspergowany jest matrycy stanowiącej ściankę mikrokapsułki. Jednak jako najważniejsze osiągnięcie z punktu widzenia celu pracy należy uznać wyjaśnienie wpływu procesu suszenia rozpryskowego na niemal 3-krotne zmniejszenie wielkości cząstek w odtwarzanych emulsjach oraz nieznaczne zwiększenie indeksu stabilności, biorąc pod uwagę występowanie dużego przyspieszenia i działania naprężeń ścinających na surowiec opuszczający szybkoobrotowy dysk stanowiący w ten sposób narzędzie wtórnej homogenizacji.

Uwieńczeniem rozprawy jest 7 wniosków, stanowiących uściślenie podsumowania, których treść przedstawia najważniejsze osiągnięcia o charakterze naukowym i użytkowym wynikające z analizy uzyskanych wyników. W podsumowaniu lub wnioskach zabrakło jednoznacznego stwierdzenia dotyczącego weryfikacji hipotezy badawczej.

Ocena formalna

Praca nie budzi większych zastrzeżeń pod względem formalnym. Poszczególne rozdziały pracy występują w prawidłowej kolejności i są ze sobą właściwie powiązane. Praca na ogół została napisana poprawnym i komunikatywnym językiem naukowym. Wykresy są czytelne, a syntetyczne opisy rysunków i tabel ułatwiają percepcję ich treści. Doktorant dbając o poprawność strony formalnej pracy nie ustrzegł się od popełnienia szeregu błędów, które łatwo usunąć podczas redagowania publikacji na podstawie uzyskanych wyników. W streszczeniu na str. 4 wyrażenie „z wydajnością” należy zastąpić wyrażeniem „z natężeniem”. W wykazie symboli na str. 6 zabrakło zdefiniowania R^2 – współczynnik determinacji oraz r – współczynnik korelacji liniowej. W schemacie blokowym na rys. 16 brakuje oznaczenia OLW mimo, że z opisu pierwszego etapu badań wynika, że był stosowany olej z nasion wiesiołka. Warto rozważyć zastąpienie wyrażenia „kapsułkowanie” wyrażeniem „mikrokapsułkowanie” (m.in. na str. 21 w tytule podrozdziału 4.4 oraz w tytule podrozdziału 4.7 na str. 29). Nie jest jasne, czy zamieszczone na str. 36 stwierdzenie „Krzywe płynięcia opisywano równaniem Newtona w celu wyznaczenia wartości współczynnika lepkości dynamicznej „ η ” jednoznacznie wskazuje na newtonowski charakter badanych układów dyspersyjnych. Występujący w ostatnim zdaniu na str. 44 wyraz „jej” powinien być zastąpiony wyrazem „ich”. Należy rozważyć konsekwentne zastąpienie terminu „suszarnia rozpryskowa”, użytego m.in. na str. 48 w tytule podrozdziału 6.16, terminem „suszarka rozpryskowa” lub „suszarnicza wieża rozpryskowa tak jak w podpisie rys. 21. Na str. 52 powinna być wartość 52,86 zamiast wartości 52,68. Brak opisu zmiennych w podpisie rysunku 31. Oznaczenia serii 1 i serii 2 odpowiednio literami A oraz B w Tab. 19 może być mylące wobec oznaczeń wykresów A i B na rys. 34, ponieważ krzywe na wykresach A i B dotyczą jedynie eksperyment pierwszego, czyli serii 2 oznaczonej literą A. Należy używać wyrażenia „współczynnik lepkości dynamicznej”, tak jak w wykazie symboli, zamiast „dynamiczny współczynnik lepkości” tak jak w opisie równania [5] na str. 18 i w tab. 21. Na str. 91 znajduje się niedokończony tekst. Proszę rozważyć zamianę wyrażenia „mikrokapsułki oleju z wiesiołka” (str. 96) wyrażeniem „mikrokapsułki zawierające olej z wiesiołka”. Tabela na str. 102 powinna mieć numer 29 zamiast 28, a w konsekwencji tabela na str. 104 powinna mieć numer 30.

Występujące w pracy błędy stylistyczne i redakcyjne nie wpływają znacząco na percepcję treści i wysoką wartość merytoryczną opracowania.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Oceniana praca autorstwa mgra inż. Pawła Banaszczyka dotyczy wpływu procesu suszenia rozpryskowego na strukturę odtwarzanych emulsji zawierających olej z wiesiołka. Dzięki wnikliwej analizie stanu wiedzy Autor prawidłowo sformułował cel pracy, który został zrealizowany w oparciu o bogaty warsztat metodyczny. Bardzo szeroki zakres badań pozwolił uzyskać wyniki wzbogacające wiedzę naukową w dyscyplinie technologia żywności i żywienia. Wyniki te mają przede wszystkim znaczenie poznawcze, ale mogą być wykorzystane w praktyce do optymalizacji procesu utrwalania spożywczych struktur emulsyjnych gotowych do użycia po rozpuszczeniu w wodzie. Doktorant realizując cel pracy wykazał opanowanie niezbędnych metod badawczych oraz cechy świadczące o umiejętności formułowania i rozwiązywania problemów naukowych w oparciu o zdobytą wiedzę teoretyczną i praktyczną. Przedłożoną do recenzji rozprawę oceniam bardzo wysoko i wnioskuję o jej wyróżnienie z uwagi na wysoki poziom merytoryczny oraz wyjaśnienie skomplikowanych zjawisk fizyko-chemicznych towarzyszących przygotowaniu, mikroenkapsułkowaniu i uwadnianiu wysuszonych emulsji zawierających olej roślinny. Mam nadzieję, że uwagi przedstawione w recenzji będą pomocne w redagowaniu wartościowych publikacji naukowych z wykorzystaniem materiału zawartego w rozprawie oraz pozwolą ukierunkować dalsze badania zmierzające do doskonalenia procesu utrwalania spożywczych struktur emulsyjnych.

Stwierdzam, że praca doktorska mgra inż. Pawła Banaszczyka pt. „Zdolność odtwarzania spożywczych struktur emulsyjnych po roztworzeniu w wodzie preparatów suszonych rozpyłowo” spełnia wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki " (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789 ze zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora. W związku z art. 179 ust 1. oraz ust. 3 pkt 2 lit. b ustawy "Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669) stawiam wniosek do Rady Naukowej Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o dopuszczenie mgra inż. Pawła Banaszczyka do publicznej obrony.

Adam Fijał