

Prof. dr hab. Tomasz Jankowski  
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 48  
60-627 Poznań

Poznań, 4 stycznia 2016

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr inż. Jana Cenkiera**  
**pt.: „Wybrane właściwości suszonych emulsji stabilizowanych skrobią typu OSA w aspekcie**  
**mikrokapsułkowania oleju lnianego”**

(Wykonana na zlecenie Rady Wydziału Nauk o Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa  
Wiejskiego w Warszawie, stosownie do Uchwały RW z dnia 23 października 2015 r.)

**Ogólna charakterystyka rozprawy**

Opiniowana rozprawa obejmuje w swej zasadniczej części 161 stron druku oraz 14-sto stronicowy aneks z tabelarycznym i graficznym zestawieniem wybranych wyników badań, a ponadto dwustronicowy spis osiągnięć naukowych Autora rozprawy. Treść rozprawy zawarto w sześciu rozdziałach, dołączono do niej streszczenia w języku polskim i angielskim oraz obszerny spis wykorzystanej literatury (166 prac autorów polskich i zagranicznych). Praca zawiera wszystkie elementy, które, z formalnego punktu widzenia, powinny wejść w skład rozprawy doktorskiej, w tym przegląd piśmiennictwa, sformułowanie celu pracy oraz zakresu rozpatrywanych w niej zagadnień badawczych, opisy sposobów ich rozwiązania, omówienie wyników i ich dyskusję oraz stwierdzenia i wnioski. Recenzowana praca została wykonana w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW w Warszawie pod kierunkiem dr hab. inż. Ewy Domian, prof. SGGW, której zainteresowania badawcze od wielu lat skupiają się na problematyce wytwarzania sproszkowanych produktów żywnościowych, kształtowaniu i ocenie ich właściwości fizycznych. Praca doktorska Pana mgr inż. Jana Cenkiera w pełni wpisuje się w tematykę tych badań.

**Ocena oryginalności problem badawczego i celów rozprawy**

Problem badawczy rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jana Cenkiera dotyczy oceny niektórych właściwości fizycznych i funkcjonalnych wysuszonych, sproszkowanych emulsji oleju lnianego. Sproszkowane emulsje to układy dwufazowe, w których fazę ciągłą stanowi zestalona matryca, zwykle rozpuszczalna w wodzie, wytworzona z polisacharydów, białek lub cukrów prostych, zaś fazą rozproszoną jest ciecz hydrofobowa. Ze względu na charakterystyczną budowę i wielkość cząstek zalicza się je do mikrokapsulek, zaś do najczęściej kapsułkowanych substancji należą olejki eteryczne, oleje roślinne i zwierzęce, kwasy tłuszczowe i witaminy rozpuszczalne w tłuszczach. Otrzymuje się je przez wysuszenie emulsji O/W metodą rozpyłową lub sublimacyjną. W ocenianej pracy, przedmiotem zainteresowania Autora były suche preparaty otrzymane przez wysuszenie emulsji oleju lnianego rozproszonego w roztworze wodnym modyfikowanej skrobi w formie bursztynianu oktenylosodowego z dodatkiem trehalozy. Sproszkowane emulsje tego rodzaju są w

przetwórstwie żywności wykorzystywane w różnych produktach, m.in. jako dodatki uszlachetniające pieczywo cukiernicze, suche koncentraty i mieszanki przyprawowe, odżywki i napoje energetyczne oraz jako zabielače do gorących napojów. Wśród czynników wpływających na jakość sproszkowanych emulsji zawierających oleje wymienia się przede wszystkim rodzaj substancji tworzącej matrycę, w której rozproszone są krople oleju oraz jego udział objętościowy, sposób przygotowania i suszenia emulsji pierwotnej, a także warunki przechowywania suchych preparatów. Ponadto, z uwagi na postać produktu, o jego cechach funkcjonalnych decydują wielkości charakterystyczne dla proszków, w tym m.in. kształt, wielkość cząstek, cechy sorpcyjne, gęstość właściwa i nasypowa, sypkość, porowatość, rozpuszczalność i barwa. Pan mgr inż. Cenker postawił sobie za cel analizę właśnie tych cech fizycznych suchych emulsji po ich wytworzeniu oraz zbadanie, czy produkt może być wykorzystany jako zabielač do napojów. O ile obie technologie wytworzenia suchych emulsji oleju roślinnego, tj. suszenie rozpyłowe i sublimacyjne oraz użyte przez Autora substancje budujące matryce mikrokapsułek nie są naukową nowością, tak wielostronna i złożona analiza gotowych produktów w postaci sproszkowanych emulsji oleju nie była, jak dotąd, podejmowana w literaturze krajowej i zagranicznej.

Tematyka rozprawy zawiera elementy badań podstawowych, gdyż obejmuje wyznaczanie właściwości fizycznych i fizykochemicznych zarówno proszków, jak i układów emulsyjnych powstałych po ich rozpuszczeniu. Ponadto, zagadnienie badawcze rozpatrywane w rozprawie ma dużą wartość praktyczną, gdyż może dostarczyć niezbędnych danych do projektowania podobnych produktów w postaci sypkiej i sproszkowanej. Należy także dodać, że obszar wiedzy, którego dotyczy rozprawa rozwija się dynamicznie w ostatnich latach wraz z postępowaniem technologicznym i zapotrzebowaniem rynku na produkty typu instant, granulaty, czy produkty w postaci mikrokapsułek.

### **Merytoryczna ocena rozprawy**

W rozdziale pierwszym pt. „*Wstęp*” Pan mgr inż. Cenker przybliżył dział przetwórstwa żywności, w którym mieści się problem badawczy Jego dysertacji, scharakteryzował wymagania jakie powinny spełniać preparaty tłuszczowe w postaci proszków, omówił ich ogólny skład, podał przykłady użycia w produktach żywnościowych, a także sposoby ich wytwarzania. Pisząc o tzw. zabielačach jako jednym z przykładów zastosowania sproszkowanych emulsji, Autor użył określenia „*charakteryzują się stromym profilem zawartości tłuszczu stałego*”. Co to oznacza? Następnie, Autor przedyskutował zagadnienia, które należy wziąć pod uwagę w procesie projektowania i wytwarzania sproszkowanych preparatów emulsji zwracając uwagę na szczególną przydatność bursztynianu oktenylosodowego skrobi w stabilizacji emulsji O/W przy ich wytwarzaniu oraz budowaniu suchej matrycy zawierającej rozproszone krople oleju po suszeniu. Autor podkreślił także rolę innych substancji pełniących funkcje ochronne, wykorzystywanych w tworzeniu matryc do kapsułkowania związków aktywnych, w tym niskcząsteczkowych węglowodanów, np. trehalozy. W podsumowaniu Autor wskazał na celowość opracowania rozpuszczalnych, sproszkowanych postaci emulsji oleju lnianego o korzystnych cechach funkcjonalnych, a przede wszystkim wyznaczenie relacji pomiędzy recepturą tego rodzaju produktu, sposobem jego wytwarzania i trwałością przechowalniczą. Wymienione przez Autora zagadnienia w pełni uzasadniają podjęcie tematyki wymienionej w celu rozprawy.

W rozdziale drugim pt. „*Przegląd piśmiennictwa*” Autor przedstawił zasadę mikrokapsułkowania substancji wrażliwych na warunki środowiskowe, a następnie omówił dwie wybrane metody stosowane na różną skalę w nauce i praktyce przemysłowej, a także w

prezentowanych w rozprawie doświadczeniach, tj. mikrokapsułkowanie metodą suszenia rozpyłowego oraz suszenia sublimacyjnego. Pomimo dość wyczerpującego omówienia tych metod kapsułkowania, zdaniem oceniającego rozprawę, zabrakło tu odniesienia się Autora do głównej wady obu sposobów kapsułkowania substancji hydrofobowych, jak np. olejki eteryczne, oleje roślinne i zwierzęce, a mianowicie obecności niezakapsułkowanej substancji na powierzchni suchego preparatu. Istotne wydaje się, aby projektując proces mikrokapsułkowania oleju obiema metodami, zdawać sobie sprawę z tego niekorzystnego zjawisko i starać się ograniczyć je do minimum.

Kolejne części przeglądu piśmiennictwa Autor poświęcił charakterystyce soli sodowej oktenylobursztynianu skrobiowego, nazywanej skrótowo OSA, polimerowi skrobiowemu o właściwościach powierzchniowoczynnych oraz trehalozie - disacharydu stosowanego m.in. w krioprezerwacji ludzkich organów, a także w roli dodatku do polisacharydowych i białkowych składników matryc do mikrokapsułkowania. Stosownie do informacji przedstawionych przez Autora, obie substancje były już wcześniej stosowane z powodzeniem do mikrokapsułkowania różnych związków hydrofobowych, m.in. olejów jadalnych, przy czym część cytowanych opracowań powstała w ośrodku naukowym, w którym wykonano ocenianą rozprawę, a ich współautorem jest Pan mgr inż. Jan Cenker. Ostatnią część przeglądu piśmiennictwa poświęcono omówieniu właściwości fizycznych, chemicznych i prozdrowotnych oleju lnianego – substancji wybranej przez Autora do ochrony przed niekorzystnymi czynnikami środowiskowymi przez zakapsułkowanie w matrycach skrobiowo-trehalozowych.

Uważam, że rozdział poświęcony analizie źródeł literaturowych, omówieniu stanu wiedzy i praktycznych rozwiązań problemów odnoszących się do celów rozprawy jest opracowany wszechstronnie i wskazuje na dostateczną wiedzę Autora. Jednakże, pewnym mankamentem tej części rozprawy jest brak podsumowania wyrażającego stosunek Autora do dotychczasowych osiągnięć w zakresie wykorzystania mikrokapsułkowania do ochrony olejów roślinnych podatnych na utlenianie, wskazującego jednocześnie na potrzebę dalszych studiów, m.in. tych, które podjął Pan mgr Cenker. Szczególnie dotyczy to badań wykonanych wcześniej w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, ujętych w spisie literatury i tematycznie związanych z ocenianą pracą.

Rozdział trzeci „*Cel i zakres pracy*” zawiera ogólną tezę rozprawy i wyszczególnia szereg szczegółowych zadań badawczych. Wymienione zadania pokazują program i definiują zakres pracy. Ogólnie, prace badawcze Autora skupiły się na ocenie wybranych właściwości suchych preparatów oleju lnianego zakapsułkowanego w powłokach wytworzonych ze skrobi OSA z dodatkiem trehalozy.

W rozdziale czwartym pt. „*Metodyka pracy*” w pierwszym rzędzie Autor przedstawił materiał badawczy, którym były cztery rodzaje sproszkowanych emulsji, powstałych przez wysuszenie rozpyłowe lub sublimacyjne emulsji typu O/W sporządzonych z ustalonych proporcji skrobi OSA i trehalozy rozpuszczonych w wodnej fazie ciągłej oraz dwóch różnych stężeń oleju lnianego, stanowiącego fazę rozproszoną. Zdaniem oceniającego, brakuje w tym miejscu uzasadnienia przygotowania emulsji o podanym składzie. Można jedynie przypuszczać, że skład surowcowy emulsji poddanych wysuszeniu był ustalony w innych pracach, na podstawie nieokreślonych w tym miejscu czynności optymalizacyjnych. Dotyczy to także metodyki przygotowania emulsji pierwotnych. Czy nie należało się do tych prac odwołać i podać uzasadnienie? Podobną uwagę można zgłosić w odniesieniu do metod technologicznych opisanych w kolejnych punktach rozdziału. Ponieważ Autor nie badał wpływu zmiennych warunków suszenia na właściwości sproszkowanych emulsji, podane parametry otrzymywania proszków prawdopodobnie zostały opracowane wcześniej przez

Autora lub innych badaczy. Bez podania źródeł odnosi się wrażenie, że techniki te i zastosowane warunki suszenia należą już do standardowych w mikrokapsułkowaniu olejów.

Metody analityczne, przygotowane przez Pana mgr Cenkię, obejmowały charakterystykę fizyczną proszków zawierających zakapsułkowany olej lniany, m.in. zawartość wody, aktywność wody, gęstość, porowatość złoża, sypkość, barwę, zwilżalność i dyspergowalność, wyznaczenie izoterm adsorpcji wody, oznaczenia krystaliczności preparatów oraz porównawczą analizę stabilności emulsji pierwotnych i rekonstruowanych. Ponadto, Autor zbadał termiczne przemiany fazowe proszków metodą różnicowej kalometrii skaningowej oraz podatność zakapsułkowanego oleju na utlenianie. Wybór metod analitycznych jest właściwy, większość z nich należy do typowych i wielokrotnie sprawdzonych, zaś ich opis jest dostatecznie szczegółowy. Jednakże, w metodzie użytej do oceny stabilności oksydacyjnej zakapsułkowanego oleju Autor nie uzasadnił odrębnego sposobu postępowania przy ekstrakcji oleju przed przechowywaniem i po przechowywaniu, a w opisie metodyki brak jest odwołania się do źródła, z którego ją zapożyczono.

W rozdziale piątym Pan mgr Cenkię zawarł omówienie i dyskusję wyników doświadczeń. W pierwszym rzędzie, Autor zaprezentował na fotografiach zróżnicowaną postać geometryczną sproszkowanych emulsji otrzymywanych po suszeniu rozpyłowym i sublimacyjnym, co wydaje się logiczne biorąc pod uwagę mechaniczne rozdrabnianie tych drugich. Wyniki badań wskazują także, że sposób otrzymywania proszków determinował ich wszystkie cechy zewnętrzne, w tym wymiary, gęstość właściwą i nasypową oraz sypkość. Z kolei ocena właściwości rekonstruowanych i stabilności emulsji odtworzonych z postaci sproszkowanych wykazała z jednej strony słabą zwilżalność proszków, zaś z drugiej, trwałość emulsji rekonstruowanych porównywalną z pierwotnymi. Autor przypisuje to doskonałym właściwościom emulgującym soli sodowej oktenylobursztynianu skrobiowego, gatunku Capsul TA, zarówno pod względem uzyskiwania wąskiego rozkładu wymiarów kropelek emulsji, jak i trwałości emulsji w czasie. Wyniki te są bardzo wartościowe praktycznie, w kontekście wytwarzania trwałych emulsji w innych zastosowaniach. Z kolei ocena barwy emulsji rekonstruowanych w wodzie o różnej twardości i temperaturze 95°C, tj. zbliżonej do temperatury napojów, w których sproszkowane emulsje pełniłyby rolę zabielaaczy, nie wykazała istotnych różnic pomiędzy parametrami barwy emulsji odtworzonej w miękkiej i twardej.

Kolejne wyniki badań dotyczą oceny właściwości sorpcyjnych sproszkowanych emulsji, a zainteresowanie Autora problematyką adsorpcji wody przez proszki przechowywane przy różnej wilgotności względnej otoczenia, wiązało się z ewentualną skłonnością proszków do zbrylania się. W testach dynamicznej sorpcji pary wodnej Autor nie stwierdził wpływu sposobu suszenia emulsji na przebieg izoterm adsorpcji wody w zakresie wilgotności względnej 0-75%, natomiast wykazał istotny wpływ zawartości oleju lnianego zakapsułkowanego w matrycy skrobiowo-trehalozowej. Jednocześnie, w czasie tych testów postaci izoterm adsorpcji nie wskazywały na zjawisko przejścia fazowego trehalozy ze stanu amorficznego do postaci krystalicznej w badanym zakresie wilgotności względnej. W tym miejscu omówienia wyników Autor pisze *„...nie zaobserwowano oczekiwanego wyraźnego spadku masy...w zadanych przedziałach czasowych”*. Co wskazywało na fakt, że należało tego efektu oczekiwać? Wydaje się, że brak krystalizacji trehalozy był korzystny dla zachowania dobrych właściwości przechowalniczych sproszkowanych emulsji. Krystalizację amorficznej trehalozy w suchych emulsjach Autor wywołał dopiero w środowisku o temperaturze 25°C i wilgotności względnej 75%, po czasie 48 h. Sproszkowane emulsje przechowywane w tym środowisku były zbrylone, a nawet częściowo rozpuszczone.

Studia nad zagadnieniem krystalizacji trehalozy kontynuował Autor badając stopień krystaliczności preparatów sproszkowanych emulsji za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej. Dyfraktogramy sproszkowanych emulsji bezpośrednio po procesie suszenia oraz te, przechowywane w ustalonym czasie, w środowisku o wilgotności względnej mniejszej niż 75%, nie wykazywały struktur krystalicznych. Krystaliczność obserwowano natomiast po poddaniu proszków adsorpcji pary wodnej w środowisku o wilgotności względnej 75%. Obserwowane zjawiska Autor starał się potwierdzić przy użyciu różnicowej kalorymetrii skaningowej ogrzewając preparaty w zakresie 25-125°C i rejestrując temperaturę oraz entalpię przemian termodynamicznych zachodzących w próbkach. Przy ogrzewaniu czystej, krystalicznej trehalozy w postaci dwuwodzianu, zarejestrowano endotermiczne przejście fazowe w wąskim przedziale temperatury, o pikie w 99°C, co Autor słusznie zinterpretował jako powstanie formy bezwodnej - amorficznej. Z kolei, termogram skrobi OSA jest błędnie zinterpretowany, gdyż jej forma jest amorficzna i nie ulega w tym zakresie temperatury żadnym przemianom termodynamicznym typu topnienia. Zarejestrowana reakcja endotermiczna w szerokim zakresie temperatury jest związana z odparowaniem niewielkiej ilości wody z próbki skrobi. Jak się wydaje, jest to konsekwencją zastosowania przez Autora naczynek kalorymetrycznych zamkniętych niehermetycznie. Prawdopodobnie w chwili przygotowywania próbek do badań kalorymetrycznych lub w trakcie ich przetrzymywania w niehermetycznych naczynkach przed samym pomiarem mogło dojść do nawet niewielkiej adsorpcji wody przez wysuszoną próbkę skrobi. Jest także możliwe, że podobne artefakty zarejestrowano badając próbki preparatów emulsji. Czy krystaliczna postać trehalozy obecna w tych preparatach nie powinna ulegać przemianie termodynamicznej w podobnej lub przynajmniej zbliżonej temperaturze, jak ta obserwowana na rys. 3.21? Duże różnice w postaci dwóch termogramów tej samej próbki (np. F55R1), wskazują na niekontrolowane zjawiska. Może należało, tak jak sugeruje Autor rozprawy, wykonać dwukrotny skan tej samej próbki w cyklu ogrzewanie-chłodzenie-ogrzewanie. Innym rozwiązaniem byłoby użycie hermetycznych naczynek kalorymetrycznych, w których można także rejestrować podobne przemiany termodynamiczne trehalozy (por. L.S. Taylor, P. York, *J Pharm Sci*, 87(3), 347-355, 1998). Dyskusję na temat właściwości sorpcyjnych badanych proszków Autor kończy stwierdzeniem o ograniczonym zastosowaniu trehalozy jako składnika matrycy do kapsułkowania dodatków do żywności. Przemiany fazowe trehalozy wywołane adsorpcją wody, prowadzące do zbrylania się sypkiego proszku, ograniczają jej użycie do produktów przechowywanych przy niewielkiej wilgotności względnej lub, jak można przypuszczać, zamkniętych w hermetycznych opakowaniach.

Ostatnim, diskutowanym zagadnieniem w tej części rozprawy jest podatność na utlenianie się oleju zakapsułkowanego w matrycy skrobiowo-trehalozowej. Autor prześledził zmiany liczby nadtlencowej w olejach ekstrahowanych z suchych emulsji, przechowywanych w różnych warunkach w czasie trzech miesięcy. Niezależnie od sposobu przechowywania, zmiany liczby nadtlencowej były istotnie większe w olejach zakapsułkowanych niż w niekapsułkowanej próbce kontrolnej oleju lnianego, która wykazywała bardzo dobrą stabilność w badanym okresie. W badaniach nie stwierdzono ponadto rosnącego trendu zmian obserwowanych w czasie, charakterystycznego dla niestabilnych produktów tłuszczowych. Co dziwniejsze, próbka zakapsułkowanego oleju lnianego metodą suszenia sublimacyjnego (F55L), zawierająca najwięcej oleju powierzchniowego, niezwiązanego w matrycy (>20%), wykazywała lepszą trwałość niż inne. Duży wzrost liczby nadtlencowej w zakapsułkowanych olejach Autor wyjaśnia zjawiskami występującymi podczas wytwarzania pierwotnych emulsji, poprzedzającymi suszenie rozpyłowe lub sublimacyjne, gdzie mogło dochodzić do intensywnego natleniania i ułatwionej dyfuzji tlenu do silnie rozproszonych kropelek oleju. Zmiany stabilności zakapsułkowanych olejów przechowywanych w różnych warunkach

zaobserwowano także oznaczając profil ich kwasów tłuszczowych. Autor wykazał, że w trakcie przechowywania preparatów suchych emulsji zachodziła niekorzystna zmiana stosunku ilości nienasyconych do nasyconych kwasów tłuszczowych. Autor nie wyraził jednak opinii, czy i w jakim zakresie zmiany te obniżają wartość żywieniową oleju lnianego.

Ogólnie, wyniki tej części badań Autora rozprawy wskazują na nadspodziewanie niewielką rolę ochronną mikrokapsułek z olejem, przed działaniem czynników środowiskowych. Należy dodać, że w omówieniu badań utleniania, Autor kilkakrotnie użył sformułowania sugerującego, że ten proces zachodził po wyekstrahowaniu oleju z proszków („...nastąpiło znaczne obniżenie wartości LOO w olejach wyekstrahowanych z emulsji...”, str. 135; „...proces utleniania zachodził najszybciej w przypadku tłuszczu wyekstrahowanego z proszków...”, str. 137; „...olej pochodzący z emulsji F40L w mniejszym stopniu ulegał niekorzystnym przemianom...”, str. 146). Co zatem badano? Stabilność oleju w kapsułkach, czy stabilność oleju po ekstrakcji.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że ta część rozprawy zawiera ogromną ilość informacji przedstawionych w sposób jasny i zwięzły. Prezentacja wyników badań jest czytelna, tabele i ilustracje są opisane właściwie i zawierają stosowne objaśnienia. W poszczególnych podrozdziałach, Autor dokonuje podsumowań, zaś omówienie rezultatów własnych badań nawiązuje do pochodzących z prac innych autorów, umiejętnie i krytycznie odnosząc się do nich.

W ostatnim rozdziale, zamykającym opiniowaną pracę, Pan mgr Cenquier sformułował 15 obszernych wniosków i stwierdzeń, Treść większości wniosków jest merytorycznie poprawna, syntetycznie przedstawia naukowe i praktyczne osiągnięcia rozprawy i w całości wynika z wykonanych badań. Zastrzeżenia budzi jedynie wniosek drugi, gdzie Autor pisze o związku pomiędzy metodą suszenia emulsji i wielkością cząstek suchego proszku. O ile wielkość cząstek proszków suszonych rozpyłowo wynikała częściowo z właściwości pierwotnej emulsji i częściowo z technicznych parametrów suszenia, wymiary cząstek proszku uzyskanego po suszeniu sublimacyjnym wynikały przede wszystkim ze sposobu rozdrabniania masy powstałej po usunięciu wody.

### **Ocena formy językowej i technicznej strony opracowania**

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Jana Cenquiera jest napisana poprawnym i zrozumiałym językiem, użyte nazewnictwo prawidłowe, zaś dowodzenie jasne i komunikatywne. W rozprawie zauważono jednak kilka potknięć natury redakcyjnej, językowej i stylistycznej, a mianowicie:

- ryc. 2.12 do 2.27 zawierają błąd w tytule anglojęzycznym,
- ryc. 2.2 do 2.4 są odwrócone.
- zamieszczone ilustracje fotograficzne należy nazywać „fotografiami”, a nie „zdjęciami”,
- „enkapsulacja” to po polsku „kapsułkowanie” (str. 15 i 23),
- błąd w tytule rozdziału 4.3.19,
- „efekt wpływu udziału oleju...” (str. 58),
- „adsorpcja”, a nie „absorpcja” (str. 110 i 129),

### **Ocena wartości naukowej i praktycznej rozprawy**

Pan mgr inż. Jan Cenquier samodzielnie rozwiązał postawione zadania badawcze planując oraz realizując doświadczenia w sposób zgodny z wymaganiami nauki, przy zastosowaniu metod odpowiadających jej współczesnemu poziomowi. Doktorant w sposób

przejrzysty przedstawił problem badawczy rozprawy, wskazał na współczesne kierunki badań w zakresie ochrony substancji bioaktywnych metodami mikrokapsułkowania i ich wykorzystania w przetwórstwie żywności oraz dobrze uzasadnił cel bieżących badań. Ponadto, Doktorant wykazał się zrozumieniem i opanowaniem metodyki badań, a także rozpoznaniem dobrych i słabych stron użytych technik badawczych. Jednocześnie, w sposób przejrzysty przedstawił kluczowe wyniki własnych badań porównując je z podobnymi opracowaniami innych autorów.

W opinii recenzenta, do najważniejszych naukowych i praktycznych osiągnięć ocenianej pracy należą:

- wykazanie bardzo dobrych właściwości emulgujących i stabilizujących oktenylobursztynianu skrobiowego, zarówno w odniesieniu do emulsji pierwotnych, przygotowywanych przed suszeniem, jak i emulsji odtworzonych z wysuszonych preparatów oleju lnianego,
- wykazanie, że trehaloza wykorzystywana jako składnik matrycy do kapsułkowania bioaktywnych składników żywności wrażliwych na czynniki środowiskowe, pomimo posiadania właściwości „uszczelniających” matrycy, przy nadmiernej adsorpcji wody wywołuje niekorzystne zmiany jakościowe w sproszkowanych preparatach emulsji, a przyczyną tego zjawiska jest przejście ze stanu amorficznego do krystalicznego,
- wykazanie, że mikrokapsułki wytworzone z oktenylobursztynianu skrobiowego z dodatkiem trehalozy w ograniczonym stopniu chronią zakapsułkowany olej lniany przed zmianami jakościowymi.

Pomimo niewątpliwych naukowych i praktycznych osiągnięć rozprawy, zabrakło w niej jednoznacznej oceny badanych suszonych emulsji oleju lnianego w aspekcie wykorzystania ich jako zabielaaczy. Autor nie przedstawił opinii, czy obie metody mikrokapsułkowania oleju są właściwe do wytwarzania tego rodzaju produktów, co należałoby zmienić, aby poprawić niektóre cechy funkcjonalne proszków, czy mikrokapsułkowany olej lniany może być wykorzystany jako składnik zabielaaczy w ciekłych produktach spożywczych, w kontekście wykazanych w rozprawie zmian jakościowych. Należy sądzić, że Autor rozwiąże te kwestie w czasie publicznej obrony.

#### **Uwaga końcowa**

Stwierdzam, że rozprawa Pana mgr inż. Jana Cenkiara pt. „*Wybrane właściwości suszonych emulsji stabilizowanych skrobią typu OSA w aspekcie mikrokapsułkowania oleju lnianego*” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 roku., jest bowiem samodzielnym i wartościowym dorobkiem naukowym, wnosi do nauki dużo elementów poznawczych i ma duże znaczenie dla praktyki. Doktorant dowiódł w pracy, że dysponuje dużą wiedzą teoretyczną z inżynierii i technologii żywności, wykazuje się inwencją naukową i techniczną przy planowaniu zadań i kształtowaniu warunków doświadczeń w stopniu zapewniającym możliwość samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Proszę Wysoką Radę Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie o przyjęcie pracy i dopuszczenie Pana mgr inż. Jana Cenkiara do publicznej obrony.

T. Pawłow