

Warszawa, 01.07.2023 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr. inż. Michała Pancerza
**„Próba wykorzystania pektyn z rodzimych
odmian porzeczek do produkcji żelowych
kapsulek w procesie ciągłym”**

wykonanej pod kierunkiem promotora:

dr hab. Anny Ptaszek, prof. URK

oraz promotora pomocniczego:

dr inż. Joanny Kruk

w Katedrze Inżynierii i Aparatury Przemysłu
Spożywczego Uniwersytetu Rolniczego
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Szkoła Główna Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie

Institut Nauk o Żywności

Katedra Inżynierii Żywności
i Organizacji Produkcji

dr hab. Artur Wiktor, prof. SGGW

ul. Nowoursynowska 159 C
02-776 Warszawa
+48 22 59 375 60
artur_wiktor@sggw.edu.pl

Problem badawczy i zakres pracy

Przemysł spożywczy jest tą gałęzią gospodarki, która musi adresować nie tylko „wielkie zmiany” wynikające z konieczności ochrony środowiska naturalnego, kryzysu klimatycznego czy rosnącej populacji naszej planety. W krótszym ujęciu czasu technologia żywności musi sprostać zmieniającym się trendom rynkowym a tym samym potrzebom klientów. Współcześni konsumenci bardzo często poszukują nowych form żywności funkcjonalnej. Aby sprostać tym wymaganiom naukowcy i inżynierowie ciągle poszukują nie tylko nowych procesów przetwórczych ale także nowych składników żywności. Bardzo ważne są także prace nad wykorzystaniem nowych surowców do otrzymywania tych samych składników żywności, gdyż pochodzenie botaniczne może warunkować zachowanie się danego składnika w aplikacji.

Zagadnienia te na płaszczyźnie czysto naukowej oraz aplikacyjnej zostały poruszone bezpośrednio i pośrednio



przez Pana Michała Pancerza w jego pracy doktorskiej.

Ocena formalna

Praca przedstawiona do recenzji została napisana w języku polskim a realizowana była w instytucji o doskonałej w środowisku naukowym renomie. Układ pracy oraz kolejność rozdziałów oceniam jako logiczny i typowy dla prac naukowych. Przedstawione opracowanie liczy 74 strony i składa się z rozdziałów zatytułowanych jak poniżej:

- Streszczenie w języku polskim
- Streszczenie w języku angielskim (ang. Summary)
- Wykaz prac naukowych wchodzących w skład cyklu (wraz z informacjami bibliometrycznymi)
- Wstęp
- Hipotezy badawcze i cel pracy
- Materiały i metody
- Streszczenie wyników opisanych w artykułach
- Podsumowanie i wnioski
- Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej
- Bibliografia
- Oświadczenia dotyczące udziału kandydata i współautorów

Dzięki jasnemu planowaniu oraz przedstawieniu publikacji w odpowiedniej kolejności, układ zaprezentowania streszczenia wyników opisanych w artykułach w odniesieniu do publikacji a nie do postawionych hipotez nie razi a raczej pomaga czytelnikowi w śledzeniu pracy. Fundamentem dysertacji są trzy artykuły opublikowane w latach 2021-2022 w prestiżowych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Całkowity IF tych publikacji wynosi 23,573. We wszystkich artykułach doktorant jest pierwszym autorem, natomiast korespondencyjnym wyłącznie w jednym. Współautorzy artykułów są afiliowani w tym samym Uniwersytecie co doktorant. Załączone oświadczenia wskazują, że wkład doktoranta w powstanie publikacji wynosił od 60 do 80% i polegał przede wszystkim na opracowaniu koncepcji, realizacji części eksperymentalnej, opracowaniu metodyki, analizie danych, przygotowaniu tekstu artykułu oraz przygotowania odpowiedzi na uwagi recenzentów (także w tych artykułach, w których nie był autorem korespondencyjnym). Publikację wyników w czasopismach o światowym zasięgu i znaczącym IF (zwłaszcza w *Food Hydrocolloids* i *Food Chemistry*) oceniam bardzo wysoko i uważam za dowód doskonałości naukowej.

Standard edytorski dysertacji jest dobry – praca jest poprawna językowo, czyta się ją



dobrze a drobne błędy, nieścisłości są rzadkie i nie mają wpływu na ogólną jakość pracy, choć czasem „rzucają się w oczy” jak np. błędne zastosowanie kropki w przypadku tytułu zawodowego doktoranta.

Ocena treści pracy

Streszczenie zostało napisane zgodnie z przyjętymi dla tego typu tekstów standardami. W sposób przekrojowy określa co było tematyką prowadzonych badań oraz co zostało osiągnięte. Już na tym etapie doktorant wskazuje, że praca została podzielona na dwa etapy, z których pierwszy dotyczył charakterystyki pektyn otrzymanych z czerwonej i czarnej porzeczki, a drugi związany był z zaprojektowaniem i wykonaniem prototypu urządzenia służącego do produkcji kapsulek żelowych w procesie ciągłym metodą żelowania jonotropowego. W dalszych rozdziałach opracowania doktorant przedstawiając podział pracy na części nazywa je, jak rozumiem powielając podział „roboczy”, częścią naukową i technologiczną. Zastosowanie takiego nazewnictwa wydaje się dość naturalne, jednak umniejsza w pewnym sensie wartości pracy, dlatego się z nim nie zgadzam i stwierdzam, że obie części mają charakter wybitnie naukowy. Osobną kwestią jest stwierdzenie, że w drugim etapie dokonywano optymalizacji pracy prototypowego urządzenia. W środowisku naukowym termin „optymalizacja” bardzo często rozumiany jest poprzez wykorzystanie zaawansowanych metod statystycznych w celu znalezienia parametrów, które pozwolą osiągnąć zamierzony i zdefiniowany cel technologiczny. W praktyce „optymalizacją” określa się szereg działań, które są ukierunkowane (choć nie zawsze odpowiednio zorganizowane i usystematyzowane) na znalezienie „najlepszych” parametrów tj. takich, które pozwolą osiągnąć założony efekt technologiczny. Nie dostrzegłem wykorzystania metod statystycznych w celu zaprojektowania doświadczenia ani opisu tego jakie działania zostały wykonane, aby prototyp pracował w sposób „optymalny”, ale wierzę, że proces doboru parametrów pracy urządzenia miał miejsce podczas jego opracowywania. Jest rzeczą oczywistą, że nie wszystkie działania i akcje podejmowane w trakcie badań doktorskich są opisywane, dlatego ta drobna uwaga w żaden sposób nie umniejsza jakości pracy. Wersja angielska streszczenia jest czytelna oraz dobrze napisana.

Wstęp stanowi istotny rozdział pracy, ponieważ wprowadza czytelnika w tematykę. Doktorant przygotował tę część bardzo starannie, opisując czym są pektyny w ujęciu chemicznym, skupiając się na ich budowie oraz zachowaniu w roztworach wodnych. Dodatkowo, przedstawił podział pektyn oparty na stopniu estryfikacji oraz określił właściwości zarówno pektyn nisko- jak i wysokometylowanych. W tej części doktorant opisał także aplikacje, w których pektyny wykorzystywane są w przemyśle spożywczym, (podając ciekawe przykłady jak np. zastępowanie tłuszczu), kosmetycznym czy innych branżach. Następnie doktorant postanowił skupić się na pochodzeniu botanicznym pektyn w kontekście dostępności zarówno samego produktu jak i publikacji i danych



literaturowych. Z oczywistych względów kandydat uwagę skupił na porzeczkach, przedstawiając wielkość produkcji tego surowca i jego wartość odżywczą. W oparciu o skład porzeczek doktorant wskazał interesujące jego zdaniem kierunki przetwarzania porzeczek w tym m.in. wykonywanie kapsułek żelowych z soku lub przecieru. Po tym opisie logiczną konsekwencją jest następująca część, w której przedstawione zostało żelowanie jonotropowe, które powszechnie wykorzystywane jest w przemyśle farmaceutycznym, a które to mogłoby prowadzić do otrzymywania interesujących produktów spożywczych, także opartych na porzeczkach. W ten sposób doktorant „domknął klamrę” bardzo dobrego wstępu wprowadzającego czytelnika do dalszych, bardziej skomplikowanych etapów dysertacji. Po lekturze tej części nasuwają mi się następujące pytania:

1. *Czy wszystkie pektyny rzeczywiście tworzą żele nieodwracalne termicznie?*
2. *Jakim trendom rynkowym odpowiadałoby wprowadzenie na rynek kapsułek opartych na porzeczkach (np. powstałych z soku lub przecieru porzeczkowego)?*
3. *Jakie inne metody technologiczne (lub formy produktu) prowadzące do otrzymania kapsułek można byłoby uznać za najbardziej „konkurencyjne” dla żelowania jonotropowego?*

W kolejnej części zatytułowanej „Hipotezy badawcze i cel pracy” doktorant raz jeszcze uzasadnia tematykę podjętych badań. W części tej przedstawiony zostaje podział na część naukową oraz technologiczną wraz z przypisanymi tym częściom celami i hipotezami. Tak jak już wspomniałem wyodrębnienie części bardziej aplikacyjnej i części bardziej „podstawowej” wydaje się bardzo sensowne, intuicyjne (zwłaszcza po lekturze całości). Do przedstawionych hipotez i celów nie mam większych zastrzeżeń. Zostały jasno przedstawione, choć niektóre z nich mają charakter wielce ogólny.

W rozdziale „Materiał i metody” na 9 stronach przedstawiono metodologię zastosowaną w przeprowadzonych eksperymentach. W swoich badaniach kandydat wykorzystał porzeczeki czarne i czerwone, które przechowywał w formie zamrożonej. Dodatkowym materiałem badanym były preparat pektyny dostępny na rynku o znanych właściwościach. Co do wykorzystania preparatu komercyjnego mam odczucia ambiwalentne. Z jednej strony uważam to za zaletę, z drugiej strony natomiast bardzo chciałbym, żeby spróbować zastosować opisaną metodę pozyskiwania pektyn także z owoców jabłoni. Zastosowane metody badawcze wskazują, że doktorant jest osobą dobrze zorganizowaną, o dobrym warsztacie laboratoryjnym. Opis stosowanych metody jest na ogół wystarczająco obszerny.

Po lekturze tej części mam następujące pytania:

4. *Jakie są prawidłowe nazwy wykorzystanych odmian porzeczek? Istnieją pewne drobne różnice w pisowni odmian przedstawionych w opracowaniu w rozdziale*



- 3.1. w porównaniu do informacji dostępnych w publikacji 1 i 2.
5. Co miał Pan na myśli pisząc o przebadanych odmianach jako „rodzimych”? Czy miał Pan na myśli ich pochodzenie czy też wykorzystanie?
 6. W jaki sposób owoce były przygotowywane przed zamrożeniem i w jaki sposób były pakowane?
 7. Czy wie Pan z jakiego surowca wyprodukowany był komercyjny preparat pektyny jabłkowej?
 8. Czy zaproponowana metoda ekstrakcji mogłaby posłużyć do wyprodukowania pektyny z jabłka? Czy jesteśmy w stanie określić w jaki sposób właściwości tak wyprodukowanej pektyny różniłyby się od preparatu komercyjnego?
 9. Bardzo proszę o wskazanie na czym polegały modyfikacje metody ekstrakcji pektyn w porównaniu do „standardowej metody dostępnej w literaturze [Alba i in. 2016]”. Dlaczego zostały wprowadzone?
 10. Czy dokonano scharakteryzowania budowy łańcucha polisacharydowego pektyny dostępnej komercyjnie? Czy jest to ten sam preparat, który został opisany w publikacji Pancierz i wsp. (2019), Food Hydrocoll., 89, 406-415?
 11. Proszę o rozwinięcie i skonkretyzowanie myśli „Zmiany lepkości zredukowanej pozwalają na opisanie natury badanego związku, pod względem zachowania w roztworze. Ma to bezpośrednie przełożenie na możliwości jego zastosowania w różnych dziedzinach” (strona 20).
 12. W części 3.11. podano jakie stężenia roztworów pektyn zostały wybrane do doświadczeń wskazując, że odbyło się to na podstawie wcześniejszych doświadczeń. Jakie wyniki poprzednich doświadczeń doprowadziły do takiego wyboru?
 13. Analiza statystyczna – ile rzeczywiście było powtórzeń? W rozdziale 3.14 czytamy, że co najmniej 5 a w opisie poszczególnych metod badawczych często jest inna liczba lub jej brak.

Kolejną częścią opracowania jest przedstawienie wyników badań, które poniżej oceniam w postaci opinii o kolejnych publikacjach wchodzących w skład rozprawy.

W publikacji 1 autor zaprezentował wyniki swoich badań nad właściwościami fizykochemicznymi roztworów pektyn wyizolowanych z czerwonej porzeczki. Stwierdził, że pektyna z tego surowca charakteryzuje się stosunkowo niewielkim udziałem segmentów rozgałęzionych a jej stężenie krytyczne wynosi 0,78 g/dL. Bardzo interesująco prezentuje się omówienie wyników dotyczących oddziaływań polimer-woda oraz polimer-polimer. Rzeczywiście, zastosowanie osmometrii membranowej wraz z techniką NMR okazało się, zgodnie z tym co obiecał doktorant na wcześniejszych stronach rozprawy, bardzo trafne. Należy podkreślić, że zarówno



publikacja jak i jej streszczenie w rozprawie zostały przygotowane bardzo starannie.

Publikacja 2 skupia się na właściwościach pektyny pochodzącej z porzeczek czarnej. Badania przeprowadzone przez doktoranta dowiodły, że pektyna ta charakteryzuje się wyjątkowo niską masą cząsteczkową, obecnością krótkich i mocno rozgałęzionych łańcuchów. Można zatem stwierdzić, że są to właściwości bardzo różne od pektyny otrzymanej z porzeczek czerwonej, która została opisana w publikacji 1. Przejawia się to m.in. dużo niższą wartością pierwszego stężenia krytycznego, które w tym przypadku wynosi 0,43 g/dL. Chciałbym w tym miejscu nadmienić, że bardzo podoba mi się powiązanie budowy, struktury pektyny z czarnej porzeczek z jej zdolnościami do tworzenia żeli. Poniżej prezentuję swoje pytania do tej części rozprawy:

14. *Czy otrzymane wyniki wskazują, że zastosowanie pektyn z porzeczek w zakresie poniżej stężenia krytycznego, może mieć uzasadnienie technologiczne?*
15. *Czy oceniał Pan barwę otrzymanych preparatów pektynowych?*
16. *Do jakich aplikacji rekomendowałby Pan wykorzystanie pektyny z czarnej oraz czerwonej porzeczek?*

W kolejnym artykule (**Publikacja 3**) autor przedstawia możliwość praktycznego wykorzystania otrzymanych preparatów pektynowych poprzez wykorzystanie prototypowego urządzenia do żelowania jonotropowego. Urządzenie zostało wykonane według własnego projektu i składało się ze zbiornika z przenośnikiem ślimakowym, pompy wraz ze strzykawką i igłą pełniącą rolę dyszy wkraplającej. W końcowej części aparatu znajduje się zbiornik z wodą do przemywania otrzymanych kapsułek. Część ta jest bardzo interesująca, choć pozostawia pewien niedosyt w stosunku do zaprezentowanych wariantów eksperymentu. Mam nadzieję, że ukażą się następne publikacje, w których zaprezentowane zostaną możliwości żelowania jonotropowego opracowanego prototypu. Poniżej zamieszczam kilka pytań do tej części pracy:

17. *Czy projekt urządzenia/proces został opatentowany? Czy ma Pan wiedzę na temat wykorzystania podobnych urządzeń w przemyśle farmaceutycznym?*
18. *Wydaje się, że kapsułki były niezwykle delikatne – w jaki sposób określano ich średnicę? Dlaczego przedstawiono wyniki pomiarów „zbiorczo” a nie dla każdego z analizowanych wariantów osobno?*
19. *Wyniki otrzymane dla pektyn z porzeczek wskazują, że mają one charakter dość efemeryczny tj. są delikatne i raczej szybko się rozpadają. Czy podczas pomiaru zdolności do pochłaniania wody, kapsułki, których masę zarejestrowano, wracały do roztworu? Czy można w jakiś sposób „utrwalić” otrzymane kapsułki?*
20. *Dlaczego nie porównano tych samych stężeń preparatów otrzymanych laboratoryjnie z preparatem komercyjnym?*

Podsumowanie i wnioski zostały przygotowane jasno i czytelnie a przede wszystkim w odniesieniu zarówno do celu, hipotez oraz zakresu prowadzonych badań.

Analiza spisu piśmiennictwa kolejny raz udowadnia mi, że doktorant to fachowiec, który zna się na tematyce swoich badań.

Drobne uwagi

Sama rozprawa doktorska (opracowanie), jak i publikacje wchodzące w jej skład zostały przygotowane na bardzo wysokim poziomie redakcyjnym. Struktura, układ i wizualizacja wyników są przejrzyste i kompleksowe. Mam jedną sugestię na przyszłość dotyczącą wizualizacji danych. Zarówno tabele jak i rysunki powinno dać się zinterpretować nawet bez dostępu do tekstu publikacji – powinny zatem zawierać wyjaśnienia wszystkich skrótów stosowanych np. w legendzie lub w nazewnictwie nagłówek (sugestię odnoszę przede wszystkim do tabeli 1 w publikacji 3). Analogicznie, tytuł tabeli i rysunku powinien wyjaśniać kompleksowo co jest przedmiotem wizualizacji (patrz tabela 3 w publikacji 3).

Wniosek końcowy

Oceniana przeze mnie rozprawa doktorska to dzieło oryginalnie, starannie zaplanowane, wykonane oraz napisane. Wartością dodaną tej pracy doktorskiej jest jej przeprowadzenie zarówno w ujęciu nauk podstawowych jak i aplikacyjnych, co w technologii żywności jest niezwykle cenne. Doktorant udowodnił, że potrafi posługiwać się literaturą, planować i przeprowadzać eksperymenty (a także konstruować prototypy urządzeń!), interpretować otrzymane wyniki i formułować wnioski. W mojej ocenie, Pan mgr inż. Michał Pancerz jest naukowcem przygotowanym do samodzielnego prowadzenia badań.

Oświadczam, że przedłożona do mojej recenzji praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone w obowiązujących przepisach prawa. W związku z powyższym wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny technologii żywności i żywienia o dopuszczenie mgr. inż. Michała Pancerza do kolejnych etapów przewodu doktorskiego. Co więcej, biorąc pod uwagę zaprezentowane wyniki, które dowodzą kompleksowości przeprowadzonych badań według ścieżki „od badań podstawowych do aplikacji”, ich rozpoznawalność i potencjalny wpływ na dyscyplinę, mierzoną publikacjami w renomowanych czasopismach, wnoszę do Rady Dyscypliny o wyróżnienie pracy doktorskiej Pana Michała Pancerza.



Dr hab. Artur Wiktor, prof. SGGW