

Prof. dr hab. Bożena Gładyszewska
Katedra Fizyki Wydziału inżynierii Produkcji
Uniwersytet Przyrodniczy
20-834 Lublin
ul. Akademicka 13

Lublin, dn. 25 maja 2016 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pani mgr inż. Joanny Marii Mierczyńskiej

pt. „Analiza wpływu jonów Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}
na właściwości reologiczne matrycy polisacharydowej”

wykonanej pod kierunkiem promotora prof. dr hab. Artura Zdunka
oraz promotora pomocniczego dr inż. Justyny Cybulskiej.

*(na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN
w Lublinie z dn. 22 kwietnia 2016 r.)*

1. Informacja o rozprawie

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Joanny Mierczyńskiej została wykonana w Zakładzie Mikrostruktury i Biomechaniki Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie. Praca jest dobrze przygotowanym opracowaniem pod względem naukowym, aplikacyjnym i graficznym. Tekst recenzowanej pracy doktorskiej obejmuje istotne i wymagane części składowe. Zawiera 137 stron formatu A4, łącznie z wykazem ważniejszych oznaczeń (str. 12), wstępem i obszernym przeglądem literatury (str. 14 - 45) podzielonym na 13 podrozdziałów. Założenia badawcze oraz cel i zakres pracy zostały zamieszczone na str. 47 - 49, zaś metodykę uzyskanych wyników opisano na str. 50 - 64 (15 podrozdziałów). Wyniki i ich dyskusję Doktorantka przedstawiła w 12 podrozdziałach, na 40 stronach maszynopisu (str. 65 - 105).

Wykaz cytowanej literatury to 151 pozycji (str. 112 - 125) (monografie, podręczniki i periodyki, z których większość to prace najnowsze, opublikowane w języku angielskim po 2005 roku w czasopismach o wysokiej randze naukowej. Praca została zaopatrzona w streszczenie napisane w języku polskim i angielskim. Doktorantka zamieściła w pracy 28 rysunków i 6 tabel. Dodatkowo do pracy załączono 12 stronicowy Aneks zawierający 1 rysunek i 12 tabel.

2. Merytoryczna ocena pracy

Zainteresowanie naukowców oddziaływaniami między polisacharydami a kationami metali notuje się od XX wieku. Nagły wzrost zainteresowania tymi zagadnieniami nastąpił w ostatnich dwudziestu latach, ze względu na możliwą rolę takich oddziaływań w procesie wiązania jonów metali przez ściany komórkowe.

Ze względu na zdolność do tworzenia roztworów o dużej lepkości i żelowania, wiele polisacharydów znalazło zastosowanie w przemyśle spożywczym. Można przyjąć, że powszechne wykorzystywanie polisacharydów o znaczeniu gospodarczym ma wpływ na ekologię i ekonomię, ponieważ polisacharydy (celuloza, skrobia, pektyny i hemicelulozy) i większość produktów z nich otrzymywanych są biodegradowalne a także atrakcyjne ekonomicznie ze względu na niską cenę ich wytwarzania.

Na przestrzeni ostatnich lat, w dziedzinie badań reologicznych materiałów, nie tylko spożywczych, nastąpiły zauważalne zmiany, wynikające z pojawienia się możliwości wykorzystania nowych metod i urządzeń pomiarowych. Właściwości reologiczne, które określają związek między właściwościami strukturalnymi, mechanicznymi oraz właściwościami sensorycznymi badanych materiałów należą do podstawowych wyróżników, w tym również tekstury żywności.

Poszerzenie wiedzy o produktach spożywczych o wiedzę na temat ich właściwości reologicznych jest niezwykle ważne, ponieważ umożliwia poprawienie jakości żywności np. konsystencji, jak również pozwala na zmodyfikowanie produkcji żywności funkcjonalnej, na drodze zastępowania droższych składników tańszymi czy wzbogacanie produktów jonami różnych mikro i makroelementów mające na celu poprawę tekstury oraz uzupełnienie ich niedoborów w diecie. Parametrami opisującymi jakość produktów żywnościowych są między innymi lepkość oraz wielkości opisujące efekt tiksotropowy i krzywe płynięcia. Znajomość tych parametrów pozwala przewidywać zachowanie poszczególnych komponentów żywności podczas przetwarzania i procesów technologicznych.

Rozprawa Doktorantki, dotycząca doskonalenia matrycy polisacharydowej wytworzonej na bazie wyłoków jabłkowych poprzez wzbogacanie jej jonami wapnia, magnezu i żelaza jako dodatku zagęszczającego i poprawiającego teksturę produktów żywnościowych, doskonale wpisuje się w ten kierunek badań.

Pierwszy rozdział stanowi *Wstęp* wprowadzający czytelnika w tematykę dysertacji. Kolejny obszerny, liczący 29 stron *Przegląd literatury* podzielony został na 13 podrozdziałów.

Wątpliwości budzi numeracja podrozdziałów np. rozdział 2.3.3 oraz rozdziały 2.3.4.1 do 2.3.4.4 poświęcone są charakterystyce pektyn, biosyntezie, strukturze, funkcjom i enzymom pektynolitycznym. Wydaje się, że w celu większej przejrzystości zapisu poszczególnych podrozdziałów należałoby zmienić numerację tych podrozdziałów na 2.3.3.1 do 2.3.3.4.

Zakres przeglądu literatury i dobór treści poszczególnych podrozdziałów jest merytorycznie uzasadniony i prawidłowo wprowadza czytelnika w zakres badań.

W pierwszych podrozdziałach *Przeglądu literatury* Doktorantka szczegółowo opisała budowę komórki, oraz budowę i funkcje ściany komórkowej zwracając uwagę na główny budulec ściany komórkowej jakim są polisacharydy. Bardzo dokładnie omówiła budowę i cechy charakterystyczne celulozy i hemicelulozy. Dużo więcej uwagi poświęciła biosyntezie i strukturze pektyn, zwracając uwagę na ich zróżnicowanie i wysoką zawartość w nich kwasu galakturonowego, który stanowi około 70 % łańcuchów pektynowych. Powołując się na bogatą literaturę Doktorantka zwróciła uwagę na rolę, jaką pektyny odgrywają w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym. Poruszyła również problematykę wpływu pektyn na zdrowie człowieka, wskazując zalety diety bogatej w włókna roślinne.

W kolejnym podrozdziale Doktorantka poruszyła możliwości zmiany struktury, a tym samym zastosowania pektyn, które mogą być modyfikowane przy udziale enzymów pektynolitycznych. Podrozdział ten, aczkolwiek ciekawy zdaniem recenzenta mógłby być mniej obszerny.

W podrozdziale 2.4 Autorka przekonuje czytelnika jak ważne jest poznanie składników ścian komórkowych roślin, które decydują o teksturze warzyw i owoców, pełniąc rolę czynnika żelującego i zagęszczającego. Autorka powołując się na literaturę zwróciła uwagę na różne definicje błonnika pokarmowego oraz wypunktowała jaki ma on wpływ na prawidłowe funkcjonowanie układu pokarmowego człowieka. Coraz częściej do produkcji żywności o wysokiej zawartości błonnika stosowane są tzw. produkty odpadowe powstające podczas produkcji np. soków owocowych.

Autorka wielokrotnie powołuje się w tekście na Codex Alimentarius (2009) zawierający zbiór przyjętych w skali międzynarodowej norm żywności, zaleceń i wytycznych wykorzystywanych przez przemysł rolno-spożywczy oraz środowisko naukowe. Nie zauważyłam jednak w spisie literatury tej pozycji.

Podrozdział 2.5 poświęcony jest szeroko pojętym dodatkom do żywności. Przemysł spożywczy wychodząc naprzeciw oczekiwaniom producentów, sprzedawców i konsumentów oczekujących przedłużonego terminu do spożycia produktów żywnościowych o oczekiwanych cechach sensorycznych i jakościowych, powszechnie stosuje wzbogacanie środkami

dodatkowymi, poprawiającymi także efekt wizualny i smakowy danego produktu. Ten proceder jest uregulowany przez system praw i przepisów określonych przez Unię Europejską oraz rządy krajów członkowskich, dlatego Autorka przywołała polską regulację zawartą w ustawie z 2006 roku oraz w zarządzeniach Ministra Zdrowia z 2008 roku. Wydaje się jednak zbędne zamieszczenie w pracy wykazu i opisu 24 dodatków do żywności zamieszczonych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia oraz Tabeli 1, w której opisano szczegółowo właściwości hydrokoloidów i ich zastosowanie w przemyśle spożywczym jako zagęstników i substancji żelujących.

Ostatni podrozdział 2.6 Doktorantka zatytułowała *Reologia w przemyśle spożywczym*. Produkty żywnościowe są układami złożonymi z różnych komponentów, których właściwości reologiczne zmieniają się w czasie. Ponieważ produkty spożywcze są zawiesinami koloidalnymi cząsteczek, parametry reologiczne zależą nie tylko od temperatury i składu substancji, ale także od naprężenia ścinającego, prędkości oraz od czasu ścinania. Zmiany te można prześledzić badając zjawisko tiksotropii. Najpopularniejszą metodą jest wyznaczanie pętli histerezy i obliczanie pola między krzywą wstępującą i zstępującą.

Zbyt pobieżnie moim zdaniem Autorka opisała również zjawisko tiksotropii, bowiem jak sama stwierdza, zjawisko to jest bardzo ważne ze względu na „*możliwość przewidywania i określania zachowania płynu spożywczego w trakcie procesów technologicznych*”. Poza tym zagadnienie to dotyczy części pracy badawczej, której wyniki zamieszczono w rozdziale 5.

Po lekturze tego podrozdziału czytelnik może więc czuć niedosyt uzyskanych informacji na temat parametrów opisujących właściwości reologiczne płynnych produktów spożywczych.

Następnie Autorka przedstawiła *Założenia badawcze, cel i zakres pracy*. Autorka przyjęła cztery założenia dotyczące produkcji pektyn o określonych właściwościach żelujących, oczekiwanych właściwościach reologicznych i chemicznych, uzależnionych od stosowania rozpuszczalnika ekstrakcyjnego, zwracając uwagę na możliwość zastąpienia kwasu mineralnego stosowanego w przemyśle łagodniejszym, naturalnym kwasem cytrynowym. Autorka założyła wykorzystywanie polisacharydów ścian komórkowych jako dodatków do żywności oraz możliwość sieciowania pektyn matrycy polisacharydowej w obecności kationów wapnia oraz innych dwuwartościowych jonów metali, zmierzające do poprawy jej właściwości żelujących.

Celem ocenianej rozprawy było zbadanie jaki wpływ na właściwości reologiczne matrycy polisacharydowej, będącej mieszaniną modyfikowanych polisacharydów

pochodzących z wycieków roślinnych, ma dodatek dwuwartościowych jonów wapnia, magnezu i żelaza.

Postawiony cel pracy Doktorantka zaplanowała osiągnąć przez realizację czterech etapów pośrednich. Pierwszy cel szczegółowy dotyczył opracowania i zoptymalizowania procesu izolacji pektyn metodą ekstrakcji kwasem cytrynowym i ekstrakcji frakcyjnej, zaś drugi dotyczył porównania właściwości reologicznych i chemicznych pektyn owocowych i warzywnych otrzymanych z dostępnych surowców roślinnych.

Celem trzecim było opracowanie mieszaniny polisacharydów ścian komórkowych na bazie surowców odpadowych przemysłu owocowo-warzywnego np. z wycieków jabłkowych pozostałych po produkcji soków. Celem ostatniego etapu było wyznaczenie podstawowych parametrów reologicznych i wyznaczenie charakterystyki chemiczno-fizycznej opracowanej i zbudowanej przez Autorkę matrycy polisacharydowej, wzbogacanej następnie wodorotlenkiem wapnia, magnezu oraz mleczanem żelaza.

Dobór literatury, sposób jej zapisu i cytowania jest właściwy i wyczerpuje potrzeby merytorycznego uzasadnienia podjętego tematu.

Rozdział 4 *Metodyka* został podzielony na 15 podrozdziałów. Pierwszy z nich Autorka poświęciła na opis materiału roślinnego jaki wybrała do badań. W przystępny dla czytelnika sposób scharakteryzowała materiał zarówno pod względem uprawy, jak i wartości odżywczych oraz wartości sensorycznych, cenionych przez konsumentów i przemysł spożywczy. Były to owoce i warzywa (marchew, jabłka czterech odmian, brzoskwinia, malina, śliwka węgierka, truskawka oraz czarna porzeczka), z których ekstrahowano pektyny do dalszych badań. W drugim podrozdziale Doktorantka szczegółowo opisała cechy trzech związków metali dwuwartościowych: wodorotlenku wapnia i magnezu oraz mleczanu żelazawego, które wykorzystwała do sieciowania matrycy polisacharydowej.

Szczegółowe omówienie metody badań stanowiło dla mgr inż. Joanny Mierczyńskiej wprowadzenie do analizy uzyskanych wyników. Autorka dużo miejsca poświęciła omówieniu przygotowania i charakterystyki pektyn owocowych i warzywnych. Szczegółowo wyjaśniła metodę ekstrakcji pektyn w kwasie cytrynowym. Schemat blokowy następujących po sobie działań zaprezentowała na rysunku 9 oraz omówiła metodę przygotowania materiału ściany komórkowej i ekstrakcję frakcyjną pektyn marchwi. Następnie jasno przedstawiła sposób wyznaczania zawartości kwasu galakturonowego w pektynach owocowych ekstrahowanych kwasem cytrynowym oraz jego określanie jego zawartości we frakcjach pektyn z marchwi.

W kolejnym etapie pracy Doktorantka skupiła swoją uwagę na wyznaczeniu podstawowych parametrów reologicznych wodnych roztworów pektyn za pomocą reometru

rotacyjnego zaopatrzonego w sensor stożek – płytka. Wyzaczyła krzywe lepkości, badała efekt tiksotropowy oraz krzywe płynięcia, opisując je modelem Oswalda de Waele'a .

Podrozdział 4.2.2 dotyczy przygotowania i charakterystyki matrycy polisacharydowej z wycieków jabłkowych. Schemat blokowy produkcji matrycy MPS został przez Autorkę przedstawiony na rysunku 10. Kolejnym etapem prac było określenie właściwości chemicznych matrycy, między innymi wyznaczenie kwasowości ogólnej w oparciu o Polską Normę oraz zawartości kwasu galakturonowego. Następnym krokiem było przygotowanie roztworów matrycy polisacharydowej z dwuwartościowymi jonami wapnia, magnezu i żelaza w celu wyznaczenia lepkości wodnych za pomocą reometru rotacyjnego R/S Plus. Pozostałe parametry zmierzono przy wykorzystaniu oscylacyjnego reometru dynamicznego RS 300. W tym przypadku zastosowano sensor stożek – płytka.

Analizę statystyczną Doktorantka przeprowadziła za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA), w tym testowi post-hoc, zaś różnice istotne statystycznie za pomocą programu STATISTICA.

W rozdziale *Wyniki i dyskusja* Pani mgr inż. Joanna Mierczyńska na 40 stronach, w sposób kompleksowy i dojrzały, przeanalizowała otrzymane w ramach przeprowadzonych badań wyniki i omówiła je w kontekście danych literaturowych oraz dokonała szczegółowego omówienia wyników badań uzyskanych wcześniej wymienionymi metodami, zgodnie z zaproponowanym zakresem badań. Na podstawie analizy uzyskanych wyników stwierdziła, że pektyny uzyskane z badanych surowców wykazały zbliżone właściwości reologiczne. Analizowała dla jakich roztworów efekt spadku lepkości wraz ze wzrostem szybkości ścinania był najwyraźniejszy. Zauważyła, że pektyny jabłkowe wykazały się największymi właściwościami żelującymi i zagęszczającymi, a dokładne analizy krzywych lepkości, krzywych płynięcia oraz parametrów modelu Oswalda de Waele'a pozwoliły Doktorantce na zakwalifikowanie wszystkich badanych próbek do cieczy nienewtonowskich o przepływie pseudoplastycznym. Na stronie 83 Autorka opisała obraz mikroskopowy pektyn uzyskany z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych. Warto byłoby załączyć w tekście otrzymane zdjęcie, aby czytelnik mógł sam zobaczyć opisywane łańcuchy polimerów.

Należy podkreślić, że przedstawioną w tym rozdziale dyskusję wyników cechuje rzetelność i obiektywizm w przytaczaniu argumentów za i przeciw własnym tezom. Z przyjętym przez Autorkę zakresem pracy związane są dwa artykuły Pani mgr inż. Joanny

Mierczyńskiej. Są to prace zbiorowe, przygotowane przez czterech współautorów, lecz Doktorantka jest pierwszym autorem obu artykułów opublikowanych w czasopiśmie z listy JCR: *Food Bioprocess and Technology* i *Carbohydrate Polymers*. Ten fakt potwierdza dużą wartość naukową rozprawy.

Podsumowując, należy stwierdzić, że Doktorantka poprawnie zinterpretowała wyniki jakie uzyskała w trakcie badań z uwzględnieniem odniesienia do dyskusji z wynikami uzyskanymi przez innych autorów oraz wykazała się konsekwencją w dociekaniu przyczyn obserwowanych tendencji, co jest koniecznym warunkiem tworzenia lub doskonalenia wiedzy naukowej.

W zamykającym rozprawę rozdziale *Podsumowanie i wnioski* Doktorantka omówiła główne rezultaty swojej pracy. Cele zostały zrealizowane w sposób przemyślany. Z badań wynika, że dwuwartościowe jony wapnia i żelaza wpływają na poprawę właściwości żelujących i zagęszczających zawiesin powstających na bazie matrycy polisacharydowej MPS. Można je uznać za efektywny dodatek zagęszczający poprawiający teksturę produktów żywnościowych, podczas gdy jony magnezu pogarszają te właściwości. Autorka zauważyła, że dodatek jonów magnezu prowadził do zmiany jakości tekstury analizowanej zawiesiny poprzez zmniejszenie jej lepkości i konsystencji, działając jako czynnik blokujący proces żelowania polisacharydów.

Na pozytywną ocenę zasługuje również opracowanie wniosków przedstawionych w rozdziale 9. Każdy bowiem z sześciu wniosków jest dobrze uzasadniony w treści rozprawy i z tej rozprawy wynika. Nie ma tu zdań, nazwanych czasem wnioskami, które można byłoby napisać nie przeprowadzając żadnych badań, a same wnioski mają znaczenie poznawcze, jak również praktyczne.

Należy jednak zauważyć, że Autorka powinna poświęcić więcej uwagi stronie redakcyjnej tego rozdziału.

3. Uwagi szczegółowe

Autorka nie ustrzegła się wielu błędów stylistycznych i edycyjnych. Nauki empiryczne wymagają ścisłych i jednoznacznych określeń oraz precyzyjnego formułowania zdań. Wskazane jest dokonanie korekty redakcyjnej między innymi w podanych poniżej przypadkach.

- Str. 14¹⁴ - Jest „Barack S” - powinno być „Barak S”.
- Str.16⁸ „, Rośliny przeprowadzają” - powinno być „W roślinach zachodzą”.

- Str. 19⁷⁻⁸ - np. „procent wagowy suchej masy celulozy” – w encyklopedycznym znaczeniu nie znajdujemy definicji „masy” ani suchej ani mokrej. Używane zwykle potoczne znaczenie masy suchej jako substancji nie ma odpowiednika np. w języku angielskim, dlatego należy wystrzegać się tego określenia.
- Str. 23⁹⁻¹⁰ - „wysoko lepkie roztwory” -styl.
- Str. 24¹ - „W UE” - powinno się rozwinąć skrót „W Unii Europejskiej”
- Str. 26⁶ - „Koubala 2008” - powinno być „Koubala i in. 2008”.
- str. 32₇ - jest „koniczności” - literówka „konieczności”.
- Str. 34¹³ - „Codex Alimentarius (2009)” brak w spisie literatury.
- Str. 37⁵ - „Burkitta z 1971” – brak w spisie literatury.
- Str. 39₁ - „pochłanianie produktów” - zbyt stwierdzenie potoczne.
- str.57⁶ - jest „Blumenkrantz i Asboe-Hansen (1973)” - powinno być „Blumenkrantza i Asboe-Hansena (1973)”.
- str.59¹⁵ - jest „Cybulska, Mierczyńska 2014” - powinno być „Cybulska i Mierczyńska 2014”.
- str.64⁵ - nie potrzebny jest zapis...- „ o wzorze”.
- Str.72²⁵ 97₇ - „idą w parze”...- .zbyt potoczne określenie.
- str. 58, 64,73,74 np. rys.14, rys.15 - w zapisie jednostki brakuje znaku iloczynu (kropki). Jest Pas, a powinno być Pa·s.
- str.78²¹ - jest „Cybulska i in. 2014”, a powinno być „Cybulska i in. 2012”.
- str. 91¹⁰ – „niewielkie niuansy” – określenie jest zbyt potoczne.
- str. 99 – rys. 27 C brak opisu trzech z sześciu zależności.
- str. 101₆ - w tekście jest „Mewis i Wagner 2005” - w spisie literatury „Mewis i Wagner 2009”.
- str.103²³⁻²⁶ - powinno się zacytować, opatrzyć nazwiskiem autora tego stwierdzenia
- Str.110 wnioski Ad.1 ...różnice polegają na intensywności...- czego?, Ad.2a...przejawiają głównie przepływy dylatacyjne...- styl, Ad.2b...frakcji izolowanych z marchwi...- niezrozumiały zapis, Ad.3...analizowane parametry reologiczne zyskują na intensywności...-niezrozumiałe, Ad.5b.....właściwości pseudoplastyczne.....wzrastały...- styl, Ad.5c.....wzrost właściwości żelujących...- ...styl....
- Str. 112₄ Brak zacytowania w tekście art. Borycka B. i Stachowiak J. (2008).

- Strony np. 73^{rys.14}, 74¹⁵, 75¹⁶, 92²⁶ itd. Oznaczenie kolejnymi literami alfabetu A,B,C wykresów na rysunkach w tekście i w Aneksie, w celu większej czytelności rysunków należy podać w lewym górnym rogu.
- W aneksie (str. 125 – 128) zamieszczono wykresy z niewłaściwym opisem osi odciętych. Zapis jest zupełnie niezrozumiały i sugeruje skalę liniową, a jest to najprawdopodobniej skala logarytmiczna.

Po lekturze dysertacji pojawiają się także pewne uwagi i pytania:

1. W jaki sposób wyznaczano współczynnik dopasowania R^2 ?
2. Dlaczego do opisu krzywych płynięcia zastosowano model potęgowy Oswalda de Waele'a? Czy są jakieś ograniczenia w jego stosowaniu?
3. Jakie są metody pomiaru lepkości cieczy?

Ocena końcowa rozprawy

Praca doktorska Pani mgr inż. Joanny Mierczyńskiej jest interesującą i wartościową dysertacją. Cel rozprawy generował sytuację problemową z pogranicza zagadnienia (zadania) i problemu naukowego. Pracę cechuje trafny wybór tematyki, jasno sprecyzowany cel rozprawy, poprawnie zrealizowany poprzez wybór i zastosowanie odpowiednio dobranych metod i technik eksperymentalnych. Oceniana rozprawa wpisuje się w nowoczesny kierunek badawczy zmierzający do wykorzystania jonów różnych metali, między innymi w przemyśle przetwórczym do poprawienia tekstury produktów spożywczych. Należy podkreślić, że recenzowana rozprawa mimo wielu uwag, tak w odniesieniu do tekstu, jak i dokumentacji graficznej i tabelarycznej, pod względem merytorycznym zawiera bardzo cenne wyniki, a ich analiza pozwala na stwierdzenie, że Doktorantka osiągnęła wszystkie założone cele.

Podsumowując stwierdzam, iż rozprawa doktorska Pani Joanny Marii Mierczyńskiej pt. „Analiza wpływu jonów Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} na właściwości reologiczne matrycy polisacharydowej” spełnia wszystkie wymagania określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki zgodnie z § 6 ust. 3 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 30 października 2015 r. stawiane rozprawom doktorskim i proszę wysoką Radę Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pani mgr inż. Joanny Mierczyńskiej do publicznej obrony.

Biorąc zaś pod uwagę zarówno naukową wartość rozprawy, jak i widoczny wzrost wiedzy naukowej Doktorantki w okresie tworzenia rozprawy, zwracam się do Wysokiej Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki w Lublinie o wyróżnienie Autorki dysertacji stosowną nagrodą.

B. Szadypańska