

Dr hab. inż. Renata Różyło, profesor uczelni
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
ul. Głębocka 28, 20-612 Lublin
e-mail: renata.rozylo@up.lublin.pl
<https://orcid.org/0000-0002-3249-8929>

Lublin, 21.04.2023 r.

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej autorstwa **mgr inż. Justyny Wajs** pt. „Zbrylanie proszków spożywczych w trakcie przechowywania”

OCENA WSTĘPNA

Recenzja rozprawy doktorskiej autorstwa mgr inż. Justyny Wajs została sporządzona na zlecenie prof. dr hab. Cezarego Sławińskiego - Dyrektora Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk (PAN) w Lublinie z dnia 21.03.2023 roku.

Recenzowana Rozprawa doktorska opiera się na wynikach badań opisanych w 2 publikacjach naukowych, 2 patentach oraz dodatkowych rezultatach stanowiących badania uzupełniające. Wszystkie te wyniki zestawiono, opisano i zaprezentowano w zwartej formie, ponadto w rozprawie zamieszczono oświadczenia współautorów publikacji oraz życiorys Doktorantki, wynoszące sumarycznie 120 stron maszynopisu.

Rozprawa doktorska została opracowana pod kierunkiem Promotora prof. dr hab. inż. Mateusza Stasiaka oraz Promotora pomocniczego dr inż. Jacka Panka zatrudnionych w Instytucie Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Justyny Wajs, zgodnie ze stawianymi wymogami potwierdza znajomość zagadnień teoretycznych w ocenianej dyscyplinie oraz wykazuje nowatorski charakter badań, potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia i interpretacji badań naukowych.

Zarówno opracowanie części teoretycznej pracy jak i opis metodyki oraz wyników badań są wykonane sumiennie, dokładnie a zarazem syntetycznie. Praca posiada logiczną strukturę i stanowi zwartą całość, treść odpowiada tematowi określonymu w tytule pracy.

Sama praca doktorska ma również bardzo nietypowy układ. Jej integralną częścią oprócz 2 artykułów (P1, P2) są 2 patenty (P.436420; P.436421) oraz obszerny opis dodatkowych badań. Publikacje zostały wydane w czasopismach z listy JCR o łącznym $IF=5,375$. W tych artykułach naukowych Pani mgr inż. Justyna Wajs jest pierwszym i znaczącym autorem z udziałem procentowym oszacowanym na 75%. Wynalazki posiadające ochronę patentową, też zostały opracowane z dużym wkładem Doktorantki określonym każdorazowo na 50%. Badania uzupełniające opisane w rozprawie odnoszą się do nowych rozwiązań badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości materiałów sypkich. W moim przekonaniu opracowania patentowe są szczególnie wartościowe, bo opisują nowatorskie stanowisko do badań oraz nowy sposób badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów. Opracowanie wynalazków powinno być zwieńczeniem prac naukowych oraz częścią integralną wielu badań, dlatego trzeba pochwalić Autorkę Rozprawy Doktorskiej, że zdecydowała się na takie nietypowe zestawienie swoich rezultatów. Należy również docenić opis badań uzupełniających pokazujących wyniki analiz wytrzymałości materiałów sypkich nową metodą pomiarową dążące do optymalizacji pomiaru, wyniki te są obszerne i w przyszłości mogą z powodzeniem być opublikowane w znaczących czasopismach naukowych.

OCENA CZĘŚCI TEORETYCZNEJ

Wstęp pracy został opracowany prawidłowo, poruszając i wprowadzając w najważniejsze zagadnienia ujęte w rozprawie. Należy zaznaczyć, że poszczególne rozdziały stanowią zwartą całość, wynikają jasno z poprzednich. Odnośniki do literatury przedstawione w tej części są aktualne i prawidłowo dobrane oraz cytowane.

Autorka na początku dużo uwagi poświęca produkcji i zapotrzebowaniu pszenicy i ziemniaków w ujęciu globalnym, co bezsprzecznie wynika i uzasadnia dobór surowca do badań (tj. mąka pszenna i skrobia ziemniaczana) oraz podjętą tematykę pracy. Według mnie dodatkowo warto byłoby wspomnieć o krajowej produkcji i znaczeniu tych surowców na naszym rynku. Wstęp do pracy jest dość obszerny (ponad 6 stron), z powodzeniem mógłby być określony mianem przeglądu literatury. W takim układzie dla ułatwienia czytelności tekstu można było zaproponować nazwy podrozdziałów. Jednak z uwagi, że rozprawa w większości stanowi opis już opublikowanych prac wystarczyłoby skrócić niektóre wątki.

Należy zaznaczyć, że w opublikowanych pracach P1 i P2 ich wprowadzenia są opracowane bardzo szczegółowo i rzeczowo, dlatego wstęp samej rozprawy mógłby być skrócony. Niektóre wątki są rozwinięte zbyt szczegółowo np. w akapicie o peletach produkowanych na cele opałowe wystarczyło wspomnieć, że skrobia jest stosowana jako lepsze poprawiające ich kruchość i strukturę. Ponadto zrezygnowałabym z akapitu opisującego białkowe produkty uboczne. Autorka bardzo szczegółowo opisuje wykorzystanie skrobi ziemniaczanej, natomiast dla zrównoważenia treści zabrakło kilku dodatkowych informacji o wykorzystaniu mąki pszennej. Prawdopodobnie wynika to z tego, że jednak wiedza o wykorzystaniu skrobi ziemniaczanej nie jest tak powszechna jak w przypadku wykorzystania mąki pszennej. Dalsza część wstępu dotyczy zagadnień ściśle związanych z tematem pracy tj. opisu składowania i problemów związanych z aglomeracją proszków spożywczych podczas magazynowania. Ta część opisu wykonana jest bardzo profesjonalnie, świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym.

Autorka rozprawy trafnie zauważa braki w dotychczas prowadzonych badaniach i uzasadnia konieczność prowadzenia badań w tym kierunku.

Treść została przekazana jasnym, zrozumiałym i poprawnym językiem, tylko w jednym miejscu zauważyłam skrót myślowy „tworzyć mosty przez silos”, który mógłby być wyrażony w inny sposób.

W części podsumowującej wstęp, w zdaniu „*Najnowsze badania opisane w literaturze naukowej koncentrują się na zagadnieniach dotyczących wpływu wilgotności na parametry fizyczne proszków...*” zabrakło odnośnika do konkretnej literatury, jednak w większości przypadków te odnośniki są prawidłowo zastosowane. We wstępie przydałoby się wyjaśnić określenie zjawiska „*slip-stick*”, które zawiera się w opisie celów szczegółowych i hipotez badawczych.

Mocne strony opisu części teoretycznej:

- Wstęp rozprawy stanowi zwartą całość, poszczególne rozdziały wynikają jasno z poprzednich;
- W publikacjach P1 i P2 wprowadzenia do prac opracowane są bardzo szczegółowe i rzeczowe;
- Odnośniki do literatury zacytowane prawidłowo odnoszą się do najnowszej literatury dotyczącej tematu;
- Treść przekazana jest jasnym, poprawnym i zrozumiałym językiem;
- Profesjonalnie przygotowany opis dotyczący tematyki ściśle związanej z tematem;
- Trafna identyfikacja braków w dotychczas prowadzonych badaniach i uzasadnienie konieczności prowadzenia badań w tym kierunku.

Pytania lub niedociągnięcia dotyczące opisu części teoretycznej:

- Autorka odnosi się do globalnej produkcji surowców badawczych, proszę podać jaka jest produkcja mąki pszennej i skrobi ziemniaczanej i ich znaczenie na rynku krajowym?
- Szczegółowo opisano wykorzystanie skrobi ziemniaczanej dla zrównoważenia opisu powinno pojawić się więcej informacji dotyczących wykorzystania mąki pszennej.
- Niektóre wątki we wstępie do pracy powinny być skrócone.
- We wstępie brakuje wyjaśnienia znaczenia zjawiska „*slip-stick*”.

OCENA CELU ROZPRAWY

Cel rozprawy doktorskiej i hipotezy badawcze zostały prawidłowo określone i opisane, wynikają jasno z przeprowadzonego przeglądu literatury. Głównym celem badawczym rozprawy doktorskiej była ocena wpływu warunków przechowywania proszków spożywczych na stopień ich zbrylania. Podoba mi się sposób identyfikacji problemu badawczego oparty na przemysłanych badaniach wstępnych. Sformułowany problem badawczy podzielono na etapy obejmujące opracowanie metody umożliwiającej ocenę wytrzymałości obciążanych proszków z możliwością nawilżania próbki, oraz w dalszej części zaprojektowanie stanowiska oraz opracowanie nowej metody pomiaru wytrzymałości proszków przechowywanych w wybranych warunkach wilgotności.

Mocne strony opisu celu rozprawy:

- Prawidłowa identyfikacja problemu badawczego oraz celu rozprawy;
- Poprawny układ celów szczegółowych;
- Poprawny i przemyślany układ hipotez badawczych świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktorantki;
- Interdyscyplinarne podejście do procesu aglomeracji proszków poszukujące zależności pomiędzy wzrostem mikroorganizmów a procesem zbrylania materiałów sypkich;

OCENA CZĘŚCI BADAWCZEJ

Materiał badawczy stanowiła skrobia ziemniaczana oraz mąka pszenna typ 500. W opisie materiału Autorka podała źródła pochodzenia tych surowców oraz sposób ich przygotowania do eksperymentów. W tej części pracy na podkreślenie zasługują wyjaśnienia celowości odpowiednich przygotowań materiału np. Autorka wyjaśnia, że suszenie proszków przeprowadziła w celu ujednoczenia zawartości wody w próbkach a ponadto aby uzyskać bardziej jednorodny układ materiał przesiewano. Takie wyjaśnienia świadczą o świadomym przygotowaniu i planowaniu eksperymentu.

W części opisującej materiał badawczy zauważyłam tylko niewielkie niedociągnięcia, tj. brakuje podanego podstawowego składu chemicznego badanych surowców, temperatury suszenia surowców, oraz rodzaju i wielkości oczek w sicie.

Powszechnie wiadomo, że skrobia ziemniaczana znacznie różni się składem chemicznym i właściwościami fizycznymi od mąki pszennej, co szczegółowo zostało opisane w publikacjach, dlatego dobór materiału badawczego oceniam jako świadomy i poprawny.

Mocne strony opisu materiału badawczego:

- Świadomy i prawidłowy dobór surowców do badań;
- Poprawne wskazanie i opis źródeł pochodzenia surowców;
- Szczegółowe i trafne wyjaśnienia dotyczące celowości przygotowania materiału badawczego;
- Dokładny opis sposobu przygotowania materiału badawczego.

Pytania lub niedociągnięcia dotyczące opisu materiału badawczego:

- Jaki był podstawowy skład chemiczny badanych surowców?
- Czy w badaniach wstępnych wykonywano podstawowe pomiary właściwości fizycznych np. gęstość usypowa, gęstość utrżona, kąt zsypania badanych materiałów, czy opierano się na ogólnodostępnej literaturze?
- Jaka była temperatura suszenia oraz wielkość oczek w sicie, którym przesiewano materiał?

Metodyka badań opisuje bardzo drobiazgowo sposób przechowywania, rodzaj i wymiary stosowanych naczynek pomiarowych. Podobnie jak w części opisującej materiał badawczy Doktorantka wyjaśnia, że zastosowała naczynka z perforowanymi ścianami w celu zwiększenia powierzchni kontaktu materiału z warunkami środowiska zewnętrznego. W tabeli 2 obrazowo i klarownie przedstawiono warunki przechowywania zastosowane w poszczególnych etapach realizacji pracy doktorskiej. Takie metodyczne podejście do planowania eksperymentów oceniam bardzo wysoko.

Praca ma charakter nowatorski i interdyscyplinarny ponieważ skupia się na niestandardowych testach (ocena wytrzymałości aglomerowanego materiału) oraz najnowszych metodach oceny struktury materiałów biologicznych (analiza widm FTIR), ponadto wprowadza analizę oceny rozwoju zanieczyszczeń grzybowych w materiale. Analiza widm FTIR została uzupełniona o wartościowy wskaźnik krystaliczności badanych materiałów.

Na wyróżnienie zasługuje propozycja nowego stanowiska, które wykonano w celu ulepszenia dotychczas stosowanych pomiarów wytrzymałości aglomeratów.

Prawidłowo cytowano literaturę lub normy na podstawie, których zrealizowano oznaczenia. Metody opisano szczegółowo w sposób umożliwiający powtórzenie eksperymentu. Podano liczbę powtórzeń i sposób wyliczenia wartości średnich. W większości oznaczeń była to średnia arytmetyczna, natomiast w przypadku analiz mikrobiologicznych podczas długoterminowego przechowywania wyniki przedstawiono w postaci średniej ruchomej wyrównującej wahania. Taki sposób wyliczeń konieczny do prawidłowej interpretacji wyników badań świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktorantki. Analiza statystyczna została wykonana prawidłowo, przeprowadzono ocenę normalności rozkładu oraz analizę wariancji.

Mocne strony opisu metodyki badań:

- Metodyczne i prawidłowe planowanie oraz układ doświadczeń;
- Zastosowanie nowatorskich metod i wskaźników oceny właściwości materiału badawczego;
- Prawidłowe cytowania i odnośniki do literatury lub norm na podstawie których wykonywano doświadczenia;
- Wystarczająca liczba powtórzeń eksperymentu;
- Prawidłowa analiza statystyczna.

Pytania i niedociągnięcia dotyczące metodyki badań:

- Proszę podać jaki typ i rodzaj komory klimatycznej zastosowano podczas przechowywania materiału badawczego?
- Proszę wyjaśnić dlaczego do analiz oceny rozwoju pleśni wybrano rozcieńczenia 10^{-2} i 10^{-3} ?
- Proszę podać dlaczego z oznaczeń zawartości zanieczyszczeń mikrobiologicznych zostały zastosowane oznaczenia dotyczące rozwoju drożdży i pleśni, jakie inne oznaczenia są istotne ze względu na bezpieczeństwo zdrowotne surowców i produktów zbożowych?
- Czy oprócz analizy wariancji próbowano wykonywać testy post hoc, jakie testy według Pani można było zastosować w niniejszej pracy?

OCENA OMÓWIENIA I DYSKUSJI WYNIKÓW

Omówienie i dyskusja wyników bardzo obszernie i szczegółowo zostały opisane w publikacjach P1 i P2 oraz opisie wyników uzupełniających jak również w patentach. Opisy wyników w treści rozprawy przedstawiono rzeczowo i syntetycznie.

Wyniki są prawidłowo zaprezentowane w postaci przejrzystych rysunków zawartych w treści pracy jak i w publikacjach. W tej części jednak przydałoby się ujednoczyć wielkość rysunków i czcionkę w ich podpisach (np. rys. 10 i rys. 11).

Rezultaty badań przedstawiono w ściśle określonym porządku, zgodnie z układem przyjętym w części metodycznej. Wyniki są opisane szczegółowo, ale też jasno i rzeczowo. Czytając opisy nie miałam wątpliwości, że Doktorantka jest bardzo dobrze przygotowanym i też już doświadczonym pracownikiem naukowo-badawczym, który prawidłowo prezentuje i interpretuje uzyskane zależności. Autorka udowadnia, ponadto, że posiada umiejętność krytycznego myślenia o problemie badawczym. Doktorantka próbuje wyjaśniać, dlaczego uzyskała takie a nie inne wyniki oraz opisuje jasno co nowego wnosi do dorobku naukowego w danym temacie. Dyskusja wyników w publikacjach zawiera wartościowe porównania, oraz trafną interpretację wynikłych zjawisk w świetle aktualnej literatury naukowej. Szczególnie dogłębnie wyjaśniono różnice między skrobią ziemniaczaną i mąką pszenną i powiązania ich składu, struktury z intensywnością pasm obserwowanych podczas analizy FTIR. Porównania odnoszą się do literatury najnowszej i ściśle związanej z tematyką badań. Autorka wykazała się dużymi umiejętnościami opisów analizy wyników, charakterystycznymi dla doświadczonego i ukształtowanego badacza.

Myślę, że bardzo interesujące i pomocne w interpretacji byłoby przedstawienie analizy związków korelacyjnych i podanie ich wartości liczbowych (macierz korelacji) pomiędzy badanymi właściwościami np. czy występują jakieś zależności między siłą zbrylania a wskaźnikiem krystaliczności. Pomimo tego rzeczowo zostały opisane zmiany liczby kolonii pleśni podczas przechowywania mąki pszennej i skrobi ziemniaczanej.

Opis nowych rozwiązań badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów sypkich przedstawiony w pracy jest efektem wymiernym i praktycznym rozwiązaniem problemu naukowego. Opracowanie nowej metody dla wielu badaczy jest zwieńczeniem wieloletnich poszukiwań naukowych, dlatego to osiągnięcie uznaję za bardzo wartościowe. Nowa metoda umożliwia pomiar wytrzymałości proszków poddanych konsolidacji z jednoczesną możliwością ich nawilżania. Autorka trafnie zauważyła, że dotychczasowe metody pomiaru wytrzymałości aglomeratów nie pozwalały ocenić siły zbrylania w materiale pod wpływem działania naporu pionowego przy równoczesnym badaniu wpływu czynników zewnętrznych na te parametry, co ma istotne przełożenie praktyczne. W konsekwencji udało się uzyskać 2 patenty na wynalazki tj. stanowisko oraz sposób badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów proszkowych. Ponadto na prototypie urządzenia przeprowadzono obszerne badania uzupełniające prowadzące do optymalizacji pomiarów. Wyniki badań przedstawione w tej części bardzo szczegółowo wyjaśniają powstałe zjawiska doszukując się wpływu struktury morfologicznej, wielkości cząstek, adhezji, ściśliwości czy siły wewnętrznych oddziaływań między cząstkami proszków.

Wyniki uzyskane z wykorzystaniem proponowanego stanowiska do pomiaru wytrzymałości i sypkości proszków charakteryzowały się wysoką powtarzalnością i dokładnością dla dwóch zróżnicowanych surowców dlatego z powodzeniem mogą mieć zastosowanie do badania innych proszków spożywczych, ponadto możliwa jest także analiza zjawiska *slip-stick*.

Mocne strony omówienia i dyskusji wyników:

- Obszerne i szczegółowe omówienie wyników badań;
- Materiał graficzny przedstawiony przejrzysto i czytelnie;
- Prawidłowa prezentacja i interpretacja uzyskanych wyników badań;
- Przemyślany opis znaczenia własnych wyników badań oraz trafne wyjaśnienia i porównania w świetle aktualnej i znaczącej literatury naukowej;

- Wysoko oceniam opis i opracowanie patentów dotyczących nowego stanowiska i sposobu badania stopnia zbrylenia materiałów sypkich, ponieważ świadczy o umiejętności krytycznego myślenia o problemie badawczym, co charakteryzuje świadomego i doświadczonego badacza.

Pytania lub niedociągnięcia dotyczące opisu wyników:

- Czy różnice w sile zbrylania mąki pszennej i skrobi ziemniaczanej można powiązać z ich składem chemicznym lub innymi właściwościami fizycznymi?
- Czy przeprowadzono analizę związków korelacyjnych dla wszystkich badanych parametrów? Czy jest Pani w stanie zsyntetyzować pomiędzy którymi badanymi parametrami występowały takie zależności?
- W publikacji P2 na rysunku 7 oprócz równania zależności należało jeszcze podać wartość współczynnika determinacji R^2 określającego miarę dopasowania równania do uzyskanych wyników badań.
- W treści pracy przydałoby się ujednoczyć wielkość jak i czcionkę stosowaną w podobnych typach rysunków.

OCENA PODSUMOWANIA I WNIOSKÓW

Na podstawie wyników badań oraz przeprowadzonej analizy statystycznej sformułowano bardzo merytoryczne i szczegółowe podsumowanie oraz 17 wniosków.

We wnioskach udowodniono rozwiązanie problemu naukowego, celowość podjętych badań oraz potwierdzają one przyjęte hipotezy badawcze. Należy też zaznaczyć, że próbowano wyjaśnić przyczyny oraz zawarto wskazówki do przyszłych kierunków badań.

Stwierdzenia i wnioski są bardzo rozbudowane i opracowane szczegółowo, co z uwagi na obszerność wyników w wielu przypadkach było konieczne. We wnioskach ujęto najbardziej istotne spostrzeżenia i stwierdzone powiązania. W moim przekonaniu można było spróbować jednak połączyć i skrócić niektóre wnioski o podobnej tematyce. Ciekawą propozycją byłoby sformułowanie przez Doktorantkę wniosku końcowego pozwalającego na wyłonienie najważniejszych elementów rozprawy.

PODSUMOWANIE OCENY ROPRAWY DOKTORSKIEJ

Po dokonaniu analizy treści przedłożonej Rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Wajs uważam, że praca jest napisana w sposób spójny oraz zawiera wartościowy materiał zarówno naukowy jak i aplikacyjny.

Doktorantka właściwie przedstawiła problem naukowy, celowość badań, oraz wyjaśniła konieczność ich podejmowania. Ciekawe jest interdyscyplinarne podejście do procesu aglomeracji proszków poszukujące zależności pomiędzy wzrostem mikroorganizmów a procesem zbrylania materiałów sypkich. Poprawny i przemyślany układ celów oraz hipotez badawczych świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktorantki i tę część oceniam bardzo wysoko.

Doktorantka wykazała się dobrym przygotowaniem metodycznym, umiejętnie planowała, przeprowadzała i opisywała eksperymenty, ponadto wykonała prawidłowe analizy statystyczne. Szczególnie wartościowe i perspektywiczne uznaję opracowanie patentów dotyczących nowych rozwiązań badania stopnia zbrylenia i wytrzymałości skonsolidowanych materiałów sypkich, które są efektem wymiernym i praktycznym rozwiązaniem problemu naukowego. Opracowanie nowej metody dla wielu badaczy jest zwieńczeniem wieloletnich poszukiwań naukowych, dlatego to osiągnięcie uznaję za bardzo wartościowe a taki nietypowy układ pracy oparty na publikacjach, patentach i badaniach uzupełniających uznaję za godny naśladowania.

Z pełnym przekonaniem Stwierdzam, że **Rozprawa doktorska spełnia kryteria** określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z2022 r. poz. 574 ze zm.).

Z uwagi na interdyscyplinarne i kompleksowe podejście do rozwiązania problemu naukowego, duży wkład badawczy, w tym wartość naukową popartą zarówno artykułami jak i patentami a także staranność wykonania pracy, **wniosuję o wyróżnienie** przedłożonej Rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Wajs.

Lublin, dnia 21.04.2023 r.

KIEROWNIK ZAKŁADU
INŻYNIERII EKSPLOATACJI MASZYN

dr hab. Renata Różyło
dr hab. inż. Renata Różyło, profesor uczelni