

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej

**Wpływ zmian klimatycznych na parametry jakościowe
i zawartość substancji aktywnych włókna lnu**

Promotor: dr hab. inż. Małgorzata Zimniewska, prof. IWNiRZ PIB

Podstawa prawna recenzji: Uchwała Nr 16/7/IJK/2024 Rady ds. Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej w dyscyplinach Inżynieria Mechaniczna, Inżynieria Materiałowa z dnia 07.06.2024 roku w sprawie powołania Komisji Doktorskiej w postępowaniu o nadanie mgr inż. Edycie Kwiatkowskiej stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa.

1. Wstęp.

Ocena rozprawy doktorskiej została dokonana z wykorzystaniem czterech głównych kryteriów.

- Prawdliwość zdefiniowania problemu naukowego, powiązana z aspektem jego aktualności i oryginalności.
- Poprawność celów i hipotez badawczych, powiązana z poziomem ich weryfikacji.
- Poprawność i spójność rozprawy doktorskiej, prezentacji wyników badań oraz wnioskowania.
- Umiejętność samodzielnej pracy naukowej z uwzględnieniem warsztatu naukowego Doktoranta.

2. Prawdliwość zdefiniowania problemu naukowego, powiązana z aspektem jego aktualności i oryginalności

Rozprawa doktorska mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej dotyczy zależności wybranych parametrów włókien lnu od warunków klimatycznych panujących w okresie jego vegetacji, szczególnie zjawiska suszy. Ponieważ len ma powszechne zastosowanie w wyrobach odzieżowych z uwagi na korzystny wpływ na skórę ludzką (zawartość substancji aktywnych, tzw. zimny chwyt przydatny podczas upałów), tak postawiony

cel ogólny pracy jest jak najbardziej uzasadniony i zawiera się w zakresie inżynierii materiałowej (wcześniej włókiennictwa). Miarą suszy był poziom wilgotności gleby w hodowli wazonowej utrzymywany na założonych poziomach w okresie trzech lat. Taka metoda wydaje się najbardziej uzasadnionym rodzajem zabezpieczenia rośliny przy założonych parametrach. Zapewnia powtarzalne warunki uprawy w ciągu kilku lat badań, łatwość dozoru, możliwość pomiaru wilgotności gleby w każdym pojemniku.

Dla uściślenia celu pracy Autorka stawia hipotezę główną mówiącą, że „deficyt wody w glebie podczas okresu wzrostu lnu wpływa na jakość włókien lnianych oraz na zawartość substancji aktywnych we włóknie”.

Przedstawiana dysertacja jest interdyscyplinarna, łączy metody i badania dotyczące nauk rolniczych (badania czynników zewnętrznych podczas wegetacji lnu, pozyskiwanie włókien lnianych, ich morfologia i budowa) oraz inżynierii materiałowej (badania wybranych parametrów lnu). Interdyscyplinarność to znaczna zaleta tej pracy. Należy jednak pamiętać, że podlega ona ocenie i procedurom w zakresie dyscypliny inżynieria materiałowa. Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam jednoznacznie, że cel główny pracy oraz jej hipoteza główna w pełni mieszczą się w zakresie tej dyscypliny, tj. inżynierii materiałowej. Praca jest tym bardziej godna uwagi, że badania dotyczące aplikacji lnu we włókiennictwie i różnych wskaźników jego oceny są bardzo rzadkie.

Autorka stawia aż pięć hipotez szczegółowych, precyzujących parametry lnu poddawane ocenie. Dotyczą one wskaźników metrologicznych, składu chemicznego (zawartość lignin, substancji woskowych i tłuszczowych), mierników własności antyoksydacyjnych (kwasy fenolowe), stopnia krystaliczności i jakości włókien.

Wszystkie hipotezy szczegółowe można uznać za mieszczące się w zakresie inżynierii materiałowej (włókiennictwa), chociaż częściowo także i nauk rolniczych. Ostatnie określenie „jakość włókien lnianych” nie jest precyzyjne i wymaga wglądu do odpowiedniej części pracy.

Całość dysertacji jest przedstawiona w postaci sekwencji rozdziałów, z których poprzedzające mają bezpośredni wpływ na kolejne.

Pracę rozpoczyna analiza literatury, która potraktowana jest stosunkowo szeroko, w zakresie historii uprawy lnu, technik jego pozyskiwania i obróbki itp. Tak postawiony problem dotyczy inżynierii materiałowej i nauk rolniczych, jednak z przewagą tych ostatnich. Zwraca uwagę powołanie aż siedmiu rozpraw doktorskich, co świadczy o dobrej orientacji Autorki w aktualnych trendach w tym zakresie. Literatura dotycząca badania włókien lnianych jest dość rzadka, część znaczących prac była wykonywana dawno na ówczesnym Wydziale Włókienniczym PŁ. Tłumaczy to określoną wcześniej nierównowagę obu zakresów. Dalsza część tego rozdziału dotyczy charakterystyki włókien lnianych, opisu ich składu chemicznego i właściwości prozdrowotnych. Wstęp można uznać za pożyteczny, jednak z punktu widzenia dyscypliny inżynieria materiałowa za przydatny tylko w zakresie ogólnej orientacji. Liczy aż 67 stron, co jest objętością znaczną dla wprowadzenia.

Kolejna część pracy dotyczy omówienia badań, czyli realizacji eksperymentu. Jest to rozdział odnoszący się w zdecydowanej większości do dyscypliny inżynieria

materiałowa, choć zawiera też nieliczne elementy nauk rolniczych (charakterystyka odmian Inu, analiza gleby). Autorka określa dokładną metodykę wyznaczania wszystkich parametrów włókna.

Uzyskane wyniki zostały podane i omówione w kolejnym rozdziale pracy. Zdecydowana większość wyników została określona i omówiona bardzo drobiazgowo i starannie. Pewną asymetrię wykazuje szerokokątna dyfraktometria rentgenowska, która ma objętość tylko 4 strony. Rozdział kończy zbiorcze zestawienie i ocena cech włókna badanych odmian Inu.

Pracę wieńczy podsumowanie i wnioski odnoszące się do całości dysertacji.

Doktorantka wyraźnie wyodrębniła i zdefiniowała powyższy zakres badań. Określenie zależności wybranych parametrów włókien od warunków klimatycznych panujących w okresie wegetacji Inu jest niewątpliwie dużą wartością pracy. Wymagało to zaplanowania eksperymentu w formie hodowli wazonowej, przeprowadzenia go na znacznej liczbie próbek, stałego dozoru parametrów roślin, zbierania próbek. Kolejne działania polegały na zaplanowaniu części badawczej, określeniu stanowisk, przeprowadzeniu badań, ich analizie i krytycznej ocenie. Wyjaśnia to również dużą interdyscyplinarność pracy, ponieważ bez wyjaśnienia problemów dotyczących nauk rolniczych nie do końca zrozumiała jest część odnosząca się do inżynierii materiałowej.

3. Poprawność celów i hipotez badawczych powiązana z poziomem ich weryfikacji

Autorka przedstawia cele i hipotezy badawcze w sposób bardzo rozbudowany, uzupełniający się wzajemnie. Taka metoda działania jest celowa i logiczna z uwagi na znacząco dużą objętość pracy, jej wieloaspektowość (tj. ilość badanych parametrów) i interdyscyplinarność ujęcia (tj. nauki rolnicze i inżynieria materiałowa). Całościowa analiza została zaproponowana jako ciąg kolejnych, celowo i systematycznie rozwiązywanych kroków szczegółowych. Doktorantka stawia kolejne hipotezy badawcze, kompleksowo je analizuje, przeprowadza badania, po czym przechodzi do następnej hipotezy. Jest to zatem logiczny ciąg samodzielnie stawianych hipotez badawczych połączonych z ich sukcesywną weryfikacją i walidacją za pomocą badań laboratoryjnych. Autorka formułuje szereg wniosków cząstkowych w poszczególnych etapach pracy, podsumowując aktualne jej etapy.

Wielką wartością pracy jest brak modelowania (w postaci małej liczby próbek) i poruszanie się w układzie rzeczywistym dużej ilości próbek Inu, dzięki czemu nie ma błędów aproksymacji w przejściu model – układ rzeczywisty. Pozwala to na bardzo wysoką ocenę pracy jako osobistego osiągnięcia naukowego, które zostało poparte wszechstronną i interdyscyplinarną analizą aktualnego stanu wiedzy. Jest to tym bardziej godne uwagi, że kompleksowe badania włókien Inu (formułowane np. w postaci dysertacji) są stosunkowo rzadkie w zakresie inżynierii materiałowej.

Doktorantka sformułowała bardzo oryginalny problem badawczy. Zwraca uwagę bogata i interdyscyplinarna literatura naukowa, obejmująca 144 pozycje, choć większość nie odnosi się bezpośrednio do dyscypliny inżynieria materiałowa. Jej

przeгляд i analiza występuje w kilku miejscach dysertacji. Dość szeroko są powołane w spisie i analizie literatury prace doktorskie, co jest stosunkowo rzadkie w przypadku dysertacji i dobrze świadczy o dojrzałości i rozległości przeglądu prac naukowych.

Zaproponowane metody badawcze są innowacyjne, wpisują się w nowoczesne trendy, nie mające odpowiedników w dostępnej literaturze naukowej w sensie interdyscyplinarnego przenikania się nauk rolniczych i inżynierii materiałowej. Całość problematyki jest bardzo szeroka, wymagająca szczegółowej analizy, planowania i wykonania badań, zaś finalnie sformułowania wniosków niezbędnych do osiągnięcia celu globalnego i potwierdzenia bądź odrzucenia hipotez szczegółowych.

Zwracają uwagę dokładne i jednoznaczne stwierdzenia o wypełnieniu czterech z pięciu szczegółowych hipotez badawczych. Autorka stwierdza to wyraźnie w konkretnych miejscach tekstu, przy omawianiu wyników badań oraz całościowym podsumowaniu i wnioskach.

Wszystko to pozwala ocenić pozytywnie i wysoko poprawność celów i hipotez badawczych oraz ich poziom weryfikacji.

4. Poprawność i spójność rozprawy doktorskiej, prezentacji wyników badań oraz wnioskowania

Rozprawa ma układ tradycyjny, typowy dla prac doktorskich, dotyczy bardzo szerokiego zakresu analiz i badań. Dlatego jej objętość jest bardzo znaczna, liczy aż 211 stron. Sumarycznie zawiera 7 rozdziałów o rozbudowanej strukturze, w tym 70 ilustracji, 40 tabel, 144 pozycje literatury i jeden załącznik. Jest niewątpliwie spójna merytorycznie, formalnie i treściowo.

Spis oznaczeń ułatwia zbiorczą ocenę wszystkich elementów rozprawy. Jednak wielkości występujące w rozdziale *Wykaz skrótów i symboli* zostały podane bez jednostek. Takie opisy symboli bez jednostek występują również w tekście pracy np. na stronach 78 i 99. Zdecydowanie sugeruję podanie jednostek na samym początku, tj. w *Wykazie* i miejscach, gdzie ich brakuje.

W pracy występują dość powszechnie, w wielu miejscach, zakresy wielkości, ale podawane z jednostką tylko po maksymalnej wielkości. W takich przypadkach sugeruję podanie zakresu w nawiasie, z jednostką poza nawiasem, np. na stronie 23 zamiast (20 – 25 %), zdecydowanie lepiej będzie (20 – 25) %.

Prawdopodobnie z powodu dużej ilości materiału dysertacja zawiera kilka niejasnych problemów.

Pewną niekonsekwencją Autorki jest prezentacja modelu przekroju poprzecznego pojedynczego włókna lnu. Dobry pogląd daje w tym zakresie rozdział 1.1.4. *Organizacja wewnętrzna tkanek biologicznych lnu*, szczególnie rysunek 5 oraz rozdział 1.1.6 *Wzrost grubości ściany komórkowej lnu* i rysunek 7. Len ma warstwy o różnych sztywnościach, kształt zewnętrzny i poszczególne warstwy mają kształty wielokątów. Tymczasem w rozdziale 1.4 *Charakterystyka włókien lnianych* Doktorantka przytacza bez komentarza rysunek 8, gdzie model według Nyktera ma kształt koncentrycznych warstw kołowych z pustym kanałem wewnętrznym. Problem

ten wymaga chyba przynajmniej ogólnej dyskusji dotyczącej zgodności modelu ze stanem rzeczywistym.

Autorka wykonuje właściwie wszystkie badania na podstawie wycofanych norm (tj. PN-P-04680-09:1987; BN 86/7511-16; PN-EN ISO 1973:2011; PN-P-04676:1986; PN-91/P-04601; BN-86/7501-10; BN-86/7501-11). Fakt wycofania został wyraźnie określony z podaniem przyczyny. Zrozumiałe, że wszelkie normy branżowe i starego typu podlegają takiej procedurze. Wobec oparcia badań Inu na takich normach, bardzo wyraźnie zabrakło dyskusji na temat jakości i powtarzalności wyników w przypadku porównań z innymi ośrodkami. Uważam to za jeden z istotnych problemów dysertacji.

Kolejna sprawa wymagająca przynajmniej ogólnej dyskusji to stopień aproksymacji badania zjawiska suszy w okresie 3 lat (2019 – 2021, patrz rozdział 3.1 *Warunki prowadzenia eksperymentu*) na suszę globalną, w dłuższym okresie czasu. Jest oczywiste, że Autorka musiała prowadzić badania ograniczone czasowo. Jednak w żadnym miejscu pracy nie spotkałam uzasadnienia reprezentatywności akurat trzyletniego okresu badań przy zdefiniowanych parametrach gleby na zjawisko suszy globalnej.

Praca zawiera także kilka niejasności szczegółowych.

Nie jest jasne, czy zależność (1) na stronie 78 pochodzi z normy PN-P-04680-09:1987?

Każda zależność matematyczna powinna mieć dwie strony połączone znakiem równości. Tymczasem związek (6) na stronie 86 ma tylko jedną stronę i nie ma znaku równości.

W tabeli nr 12 na stronie 103 jest brak zamieszczenia wyniku pomiaru wytrzymałości właściwej włókna Inu odmiany Artemida tj. c.A 45% z 2019 roku.

Tabela nr 13 na stronach 105 i 106 zawiera wyniki badań średniej siły zrywającej i wydłużenia względnego badanych włókien Inu. Dodatkowa prezentacja tych wyników w postaci wykresu ułatwiłaby ocenę rezultatów eksperymentu.

Na stronach 168 i 169 występują gradacje poszczególnych odmian Inu. Można uznać, że zostały one podane w formie zależności. Jednak w obu przypadkach brakuje ich kolejnych numerów.

Niezależnie od powyższych uwag, Doktorantka sukcesywnie realizowała postawiony cel oraz główną i szczegółowe hipotezy pracy, przedstawiając je w postaci komplementarnego planu badań. Wszystko to pozwala uznać, że prezentacja wyników badań oraz wnioskowanie były w pełni poprawne.

5. Umiejętność samodzielnej pracy naukowej z uwzględnieniem warsztatu naukowego Doktoranta.

Dokładna analiza rozprawy doktorskiej mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej pokazuje, że podjęła się Ona ambitnego zadania analizy, opracowania wskaźników i określenia wpływu zmian klimatycznych na parametry jakościowe i zawartość substancji aktywnych włókna Inu. Praca jest typowym działaniem doświadczalnym, polegającym na formułowaniu kolejnych hipotez badawczych, sprawdzanych następnie w postaci

badania. Tym bardziej należy podkreślić samodzielność, dojrzałość i przygotowanie wskaźników oceny włókien lnu i programu badań doświadczalnych, skrupulatność w ich przeprowadzaniu oraz konsekwencję w dążeniu do wytyczonego celu.

Doktorantka wykonała dużą pracę naukową, ponieważ obiektywne i jednoznaczne określenie wpływu suszy globalnej na wskaźniki użytkowe lnu jest rzadko spotykane w literaturze przedmiotu. Mimo nieznacznych uchybień Autorka wykazała się dużą dojrzałością w tych pracach, formułując przemyślane i wieloaspektowe wnioski. Podkreślić należy możliwość ich praktycznej aplikacji przy zastosowaniu lnu jako surowca w produktach włókienniczych (głównie odzieży).

Tak więc strona warsztatowa pracy jest jak najbardziej poprawna, dojrzała i wskazuje na duży potencjał naukowy Doktorantki.

6. Wniosek końcowy

Niezależnie od przedstawionych wyżej uwag, pracę doktorską mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej oceniam bardzo pozytywnie. Bazując na analizie stanu wiedzy i dostępnej literaturze przedmiotu Doktorantka doszła do wniosku, że dotychczasowe metody analiz i badań nie zapewniają prawidłowego i jednoznacznego określenia wpływu suszy na parametry jakościowe i zawartość substancji aktywnych włókna lnu. W efekcie dokonanych analiz i prac doświadczalnych stworzyła autorską metodę badań, która pozwala na wyznaczenie własności lnu i w efekcie optymalizację jego własności użytkowych.

Na podkreślenie zasługuje również interdyscyplinarny charakter przedstawionych rozważań. Doktorantka wykazała się biegłością w rozwiązywaniu problemów z zakresu inżynierii materiałowej (wieloaspektowe problemy oceny wskaźników jakości lnu), oraz nauk rolniczych (problemy uprawy i techniki pozyskiwania lnu). Niestety ze szkodą dla jej interdyscyplinarności, praca musi podlegać ocenie w zakresie dyscypliny inżynieria materiałowa.

Wszystkie przytoczone wyżej argumenty pozwalają stwierdzić, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska *Wpływ zmian klimatycznych na parametry jakościowe i zawartość substancji aktywnych włókna lnu* spełnia wymagania art. 187 Ustawy z dnia 20.07.2018 r.

W związku z tym wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Edyty Kwiatkowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego i publicznej obrony.



Dr hab. inż. Halina Szafrńska, prof. URad.