

Prof.dr hab.inż, Roman Hejft
Politechnika Białostocka
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku
Katedra Inżynierii Rolno-Spożywczej i Kształtowania Środowiska



RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. **Pawła Woźniaka**

na temat: „**Wpływ ciśnienia powietrza w układzie odmuchiwania cebuli na energochłonność i efektywność procesu obierania oraz jakość produktu**”.

Niniejsza recenzja została wykonana na podstawie umowy o dzieło nr 0600/2025/14, zawartej z Politechniką Poznańską, reprezentowaną przez dr hab. inż. Bartosza Gapińskiego prof. PP, Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej.

1. Charakterystyka podjętego problemu

W określonych ośrodkach naukowo-badawczych trwają prace związane z ulepszaniem konstrukcji urządzeń wykorzystywanych w różnych branżach przemysłu spożywczego, przez innowacje konstrukcyjne, innowacje technologiczne, innowacje w sposobie prowadzenia procesu, które pozwalają na minimalizację zapotrzebowania na energię, zwiększenie efektywności procesu oraz polepszenie jakości wytwarzanego produktu.

Stąd też poszukiwane są innowacyjne rozwiązania zmierzające do ograniczenia zużycia energii a także ilości odpadów i produktów ubocznych,

Przedstawiona praca doktorska mgr inż. **Pawła Woźniaka** wpisuje się w naukowe działania zmierzające do znalezienia innowacyjnego, nowatorskiego podejścia do optymalizacji parametrów procesowych maszyn do oczyszczania cebuli, zależnych od zmiennych jej właściwości,

2. Ogólna charakterystyka pracy

Rozprawa doktorska mgr inż. **Pawła Woźniaka** została zredagowana na 117 stronach i składa się ze streszczenia w języku polskim i angielskim, wykazu skrótów i symboli użytych w pracy, ośmiu rozdziałów oraz spisu literatury, spisu rysunków oraz tabel.

We wstępie (rozdziale pierwszym) Doktorant wprowadza Czytelnika w tematykę rozprawy.

Rozdział drugi pracy stanowi przegląd literatury dotyczący: cebuli, jej odmian i jej wykorzystania w żywieniu człowieka, zapotrzebowania rynku na cebulę, sposobów oceny jakościowej oczyszczonej cebuli, przegląd sposobów i aparatury do obróbki cebuli, w tym do jej obierania w przemyśle. W rozdziale tym można również odnaleźć charakterystykę parametrów eksploatacyjnych procesu oczyszczania cebuli, oceny jego efektywności oraz oceny ilości powstającego odpadu.

W rozdziale trzecim Autor przedstawił cele (główny i praktyczny) pracy oraz dwie hipotezy przyjęte w pracy. Doktorant przedstawił również uzasadnienie podjęcia badań przedstawionych w pracy.

W rozdziale czwartym zaprezentowane zostały badania parametrów fizycznych cebuli oraz parametrów procesowych mających wpływ na jej oczyszczenie. W rozdziale tym Doktorant prezentuje również stanowisko badawcze do odmuchu suchej łuski cebuli oraz prezentuje badania wstępne procesu usuwania suchej łuski.

Rozdział piąty stanowi prezentację badań zasadniczych odmuchu suchej łuski cebuli, obejmujące wpływ ciśnienia na parametry eksploatacyjne procesu oczyszczania cebuli. W rozdziale tym Doktorant przedstawił ocenę jakościową oczyszczonej cebuli, badania efektywności oczyszczania cebuli, ilości odpadu suchej łuski, nakładów energetycznych układu zasilania sprężonego powietrza. Wyznaczył również parametry cebuli wpływających na proces jej oczyszczenia.

W rozdziale szóstym Autor zaprezentował kolejne kroki przy opracowaniu aplikacji obliczeniowej do generowania parametrów eksploatacyjnych w procesie oczyszczania cebuli w tym: opracowanie programu aplikacyjnego oraz testy opracowanej aplikacji z udziałem przemysłowej linii do obróbki cebuli (badania eksploatacyjne w ramach realizacji doktoratu zostały przeprowadzone na pierwszym członie linii technologicznej, którym jest urządzenie do usuwania suchej łuski).

W rozdziale siódmym Doktorant zaprezentował analizę rynku pod kątem wdrożenia aplikacji obliczeniowej w przedsiębiorstwach przetwórstwa warzywnego, która pozwoliła na ocenę użyteczności opracowanej aplikacji obliczeniowej na rynku maszyn dostępnych i nowo opracowanych oraz ocenił możliwości i perspektywy rynkowe dystrybucji aplikacji.

W rozdziale ósmym Doktorant przedstawił podsumowanie i wnioski płynące z badań oraz odniesienie do hipotez i celu pracy. Wynikające z przeprowadzonych badań. Zaprezentował wnioski poznawcze i użytkowe oraz propozycje dalszych prac.

W dalszej części Autor prezentuje spis bibliografii dotyczący pracy.

Ostatnią część pracy stanowi spis rysunków, spis tabel i streszczenie pracy w języku angielskim.

3. Ocena pracy

Rozprawa doktorska mgr inż. **Pawła Woźniaka** napisana jest poprawnym i zrozumiałym językiem. Pomimo pewnej ilości drobnych uchybień edytorskich, od strony formalnej nie budzi większych zastrzeżeń. Należy uznać iż jest przejrzysta i przedstawia wartościowy wkład naukowy i użytkowy.

Pierwszym elementem pracy jest zaprezentowane na stronie 5 streszczenie pracy. Szkoda, że obok polskiej wersji streszczenia nie pojawia się wersja angielska, która pojawia się dopiero na sam koniec rozprawy (na stronach 116-117).

We wstępie Doktorant wprowadza Czytelnika w tematykę rozprawy tj. rosnącego zapotrzebowania na energię oraz rosnącej ilości odpadów i produktów ubocznych w przetwórstwie spożywczym. Problemy te uwiadamia na przykładzie przetwórstwa cebuli. Wspomina również o problemie w przetwórstwie cebuli a mianowicie dość często braku uzupełniającej wiedzy użytkowników maszyn odnośnie zależności nastaw parametrów sprężonego powietrza w procesie odmuchiwania suchej łuski od zmiennych cech morfologicznych cebuli. Sprawia to wprowadzanie uproszczeń w maszynach, co skutkuje zwiększoną ilością odpadu, spadkiem wydajności, a w dalszych krokach przyczynia się do (wg Autora) zmniejszenia opłacalności mechanicznego oczyszczania cebuli na rzecz jej obróbki ręcznej. Powoduje to do podjęcia opracowania nowatorskiego podejścia do

optymalizacji parametrów procesowych maszyn do oczyszczania cebuli, zależnych od zmiennych jej właściwości. Opracowana technologia odmuchu cebuli uzależniona będzie od przetwarzanego surowca i pozwoli na poprawę jakości oczyszczania oraz wzrost jej efektywności, przy zmniejszeniu nakładów energetycznych na proces.

Rozdział drugi pracy przedstawia informacje dotyczące: cebuli, jej odmian i wykorzystania w żywieniu człowieka, zapotrzebowania rynku na cebulę, wskaźników oceny jakościowej oczyszczonej cebuli, przegląd sposobów i aparatury do jej obróbki, metody usuwania suchej łuski z cebuli w przemyśle (podrozdział 2.1 i 2.2).

W podrozdziale 2.3. charakteryzuje wskaźniki oceny zapotrzebowanie na energię procesu odmuchu suchej łuski z cebuli. wskaźniki oceny jego efektywności oraz oceny ilości powstającego odpadu. **Z podrozdziału wynika, że Doktorant traktuje to jako część metodyki badawczej** (m.in. w podrozdziale 2.3.2, Autor na „Rys. 2.17. *Metodyka działania procesu kontroli oceny jakościowej przetwarzanej cebuli*” przedstawia schemat oceny jakości obieranej cebuli).

W rozdziale trzecim Autor przedstawił cele (główny i praktyczny) pracy, które przyjmują brzmienie:

„Głównym celem rozprawy doktorskiej jest dobór parametrów oczyszczania cebuli wpływających korzystnie na zapotrzebowanie na energię, efektywność oraz jakość obieranego produktu.

Praktycznym celem pracy jest opracowanie aplikacji do generowania parametrów eksploatacyjnych procesu oczyszczania cebuli, zależnych od jej rodzaju oraz czasu przechowywania.”

oraz dwie hipotezy przyjęte w pracy:

1. **„Właściwości cebuli mają wpływ na parametry eksploatacyjne mechanicznego jej oczyszczania.**
2. **Parametry procesu oczyszczania cebuli mają wpływ na efektywność, zapotrzebowanie na energię oraz jakość obieranego produktu.”**

W rozdziale tym Doktorant przedstawił uzasadnienie podjęcia badań przedstawionych w pracy, kolejne kroki do realizacji celów badawczych, które pozwolą udowodnić przyjęte hipotezy badawcze. W tym też rozdziale Autor pisze m.in.: **„W ramach pracy przyjęto metodykę badań, która obejmuje szeroko zakrojone analizy, skupiające się na badaniach parametrów fizycznych cebuli oraz parametrów dysz odmuchowych, aby dokonać oceny ich wpływu na efektywność...”**. Przedstawione również na rysunku 3.1 etapy postępowania prac badawczych i opis przedstawiony pod rysunkiem (str. 30) to też elementy metodyki badawczej, która powinna się znaleźć w innym rozdziale. Jednakże rozdziału takiego w pracy brakuje. Moim zadaniem jest to na tyle ważny element pracy, który pozwala uznać, że praca ma klasyczny charakter pracy badawczej i Doktorant po zaprezentowaniu celów pracy oraz hipotez badawczych powinien w kolejnym odrębnym rozdziale (czwartym) przedstawić właśnie metodykę badawczą dotyczącą badanego surowca, badań parametrów fizycznych cebuli, badań wstępnych (przedstawionych w rozdziale 4), badań zasadniczych (zaprezentowanych w rozdziale 5). Natomiast w pracy Doktoranta metodyka znajduje się częściowo w podrozdziale 2.3 i częściowo w początkowych częściach rozdziałów: czwartego, piątego i szóstego.

W rozdziale czwartym zaprezentowane zostały badania parametrów fizycznych cebuli oraz szerokie badania parametrów procesowych (siły odmuchu oraz zużycia sprężonego powietrza w zależności od ciśnienia zasilania i czasu odmuchu dla 6 różnych przyjętych do badań dysz) mających wpływ na proces oczyszczenia cebuli. Doktorant uzyskane wyniki badań zaprezentował w postaci tabel, wykresów oraz dokonał analiz statystycznych uzyskanych wyników (w postaci graficznej. tabelarycznej).

W rozdziale tym Doktorant również prezentuje bardzo szczegółowo stanowisko badawcze do odmuchu suchej łuski cebuli, którego wirtualny model konstrukcji został przez niego opracowany z wykorzystaniem oprogramowania CAD 3D, które zostało również fizycznie wykonane (zintegrowanego ze stanowiskiem usuwania korzenia i szczypioru wyposażonym w przenośnik łańcuchowy zawierający gniazda obróbcze cebuli) i oprzyrządowane. Moim zdaniem stanowisko te powinno być przedstawione w rozdziale opisującym metodykę badań.

Należy podkreślić, że badania umożliwiły Doktorantowi przeprowadzenie oceny wpływu ciśnienia na proces obróbki cebuli, ocenę jego wpływu na efektywność oczyszczania oraz ilość powstałego odpadu.

W rozdziale czwartym Autor prezentuje również badania wstępne procesu usuwania suchej łuski, które pozwoliły na analiza efektywności oczyszczania wybranych dysz oddechowych, określenie wpływu wielkości cebuli na efektywność oczyszczania oraz określenie wpływu ilości suchej łuski w cebuli na efektywność oczyszczania, wpływu udziału korzenia i szczypioru na efektywność oczyszczania suchej łuski z cebuli, wpływu odległości dyszy od cebuli na prędkość strugi powietrza. W ramach podjętych badań wstępnych Doktorant wyznaczył zakresy parametrów, które wykorzystał w badaniach zasadniczych, których założonym przez Doktoranta celem było określenia ich wpływu na efektywność, ilość odpadu oraz zapotrzebowania na energię elektryczną.

Rozdział piąty stanowi prezentację badań zasadniczych odmuchu suchej łuski cebuli, obejmujące wpływ ciśnienia na parametry eksploatacyjne procesu oczyszczania cebuli. W rozdziale tym Doktorant przedstawił ocenę jakościową oczyszczonej cebuli, badania efektywności oczyszczania cebuli, badania ilości odpadu suchej łuski, badania nakładów energetycznych układu zasilania sprężonego powietrza. **Na podstawie przeprowadzonych badań zasadniczych na stanowisku wyznaczył dodatni związek pomiędzy ilością odpadu i efektywnością oczyszczania, a parametrami procesowymi (ciśnieniem zasilania, natężeniem przepływu powietrza, siłą odmuchu, czasem odmuchu) i materiałowymi (twardością cebuli) oraz ujemny związek pomiędzy ilością odpadu, twardością cebuli.** Zgodnie z badaniami parametr ciśnienia zasilania charakteryzuje się największym wpływem na ilość powstającego odpadu ($r_s = 0,99$; $p < 0,01$) oraz efektywność oczyszczania ($r_s = 0,91$; $p < 0,01$), co potwierdza przyjęte w rozprawie hipotezy pracy.

W rozdziale tym Doktorant wyznaczył również parametry cebuli wpływających na proces jej oczyszczenia.

W rozdział szóstym Doktorant przedstawił aplikację obliczeniową, która służy do wyznaczania podstawowych parametrów eksploatacyjnych procesu odmuchu. Pozwala to, po wprowadzeniu parametrów fizycznych cebuli oraz parametrów procesowych na określenie efektywności oczyszczania oraz ilości odpadu. Algorytm działania programu aplikacyjnego przedstawiono na rys. 6.2. Badania eksploatacyjne z wykorzystaniem aplikacji wdrożeniowej przeprowadzono na przemysłowej linii do mechanicznego oczyszczania cebuli (Firma Stanek Sp. z o.o.) opracowanej w Sieć Badawcza Łukasiewicz-Poznańskim Instytucie Technologicznym, Badania eksploatacyjne przeprowadzono na pierwszym członie linii technologicznej w celu wyznaczenia zużycia sprężonego powietrza, natężenia przepływu oraz ciśnienia zasilania w układzie odmuchowym, Na trzecim stole inspekcyjnym przeprowadzono ocenę jakości oczyszczania wraz z ręcznym doczyszczaniem wadliwych cebul. Przeprowadzone badania eksploatacyjne oraz analizy modelowe pozwoliły na weryfikację funkcji regresji, która została ustalona na podstawie wyników ilości odpadu oraz efektywności oczyszczania. Wyniki analiz wykazały, że wzrost ciśnienia oraz zmniejszenie średnicy wylotowej dysz wydmuchowych powodowały zwiększenie efektywności oczyszczania odpowiednio 9,8p.p.dla średnich twardości 5,6 i 11,4 kG/cm² (0,56 i 1,14MPa) przy minimalnym wzroście odpadów wynoszącym 3,5p.p.i 1,2p.p.

Rozdział siódmy to analiza rynku pod kątem wdrożenia aplikacji obliczeniowej w przedsiębiorstwach przetwórstwa warzywnego. Autor podkreśla, że po dokładnym przeanalizowaniu zalet nowej aplikacji w porównaniu z konkurencyjnymi produktami, może być korzystna dla producentów i operatorów maszyn przetwórczych.

W rozdziale ósmym Doktorant przedstawia podsumowanie i wnioski. Przeprowadzone badania eksperymentalne, w tym testy przemysłowe oraz ich analiza potwierdzają cele i hipotezy postawione w pracy doktorskiej. Dalsze prace polegają na doskonaleniu aplikacji co może przyczynić się do efektywniejszej produkcji a tym samym do zwiększenia opłacalności i wykorzystania przetwarzanego surowca.

Spis literatury oparty jest aktualnych publikacjach polskich i zagranicznych i liczy 94 pozycje.

Na szczególną uwagę i podkreślenie odnośnie pracy doktorskiej zasługuje:

1. Przemyślany plan i program badań
2. Przeprowadzenie szerokiego i szczegółowego przeglądu literatury.
3. Wykonanie szerokich i pracochłonnych badań parametrów fizycznych cebuli w rocznym okresie jej przechowywania (próby składały się z 180 cebul każdej z 4 odmian pobieranych od producenta co 2 miesiące przez okres 12 miesięcy) oraz szerokie badania parametrów procesowych (siły odmuchu oraz zużycia sprężonego powietrza w zależności od ciśnienia zasilania i czasu odmuchu dla różnych przyjętych do badań dysz) mających wpływ na proces oczyszczenia cebuli, wraz ze statystyczną analizą ich wzajemnych zależności.
4. Opracowanie z wykorzystaniem komputerowego oprogramowania CAD 3D wirtualnego modelu konstrukcji stanowiska badawczego – moduł odmuchu rolkowego do usuwania suchej łuski z cebuli oraz wykonanie i oprzyrządowanie fizycznego prototypu.
5. Opracowanie programu aplikacyjnego oraz testy opracowanej aplikacji z udziałem przemysłowej linii do obróbki cebuli.
6. Statystyczne opracowanie wyników badań.
7. Strona graficzna (tabele, rysunki) bez zastrzeżeń.

Niedociągnięcia w pracy doktorskiej

1. Drobne błędy redakcyjne (przecinki, kropki itp.).
2. Str. 11 – w tabeli 2.1 Autor podaje zawartość poszczególnych składników w 100 g cebuli i w kolejnej kolumnie w 200 g. Co miało na celu wykonanie w tabeli tej drugiej kolumny?
3. Str. 14 – Doktorant w podpisie rysunku 2.1 powinien podać informacje czy prezentowany rysunek jest jego własnym opracowaniem lub podać odsyłacz do literatury. Podobne niedociągnięcia występują w rys.2.9, 2.10, 2.17, 4.1, 4.2.
4. Str. 19-20 – na tych stronach pojawia się informację popartą wartościami liczbowymi, lecz Doktorant nie stosuje żadnego odsyłacza. Podobne uwagi dotyczą informacji podanych na stronach 21-23.
5. Str. 21 – W pierwszym akapicie na tej stronie Doktorant pisze: „*Na podstawie przeglądu literaturowego, patentowego oraz istniejących rozwiązań, stwierdzono...*” lecz nie podaje w nim żadnego odsyłacza do literatury. Powinno się tu pojawić kilka odsyłaczy do literatury.
6. Str. 40 – opis kolejnych kolumn w tabeli 4.1 nie zawiera wyjaśnienia, co zawierają wyniki przedstawione wewnątrz tabeli. Czytelnik często nie wie nie wie jaką wielkość przedstawiają wyniki w tabeli, nie zna jej nazwy, jednostki tej wielkości, jednostek poszczególnych parametrów statystycznych obrazujących tę wielkość. Tylko z podpisu tabeli możemy wywnioskować, co zawiera tabela. Tabela powinna zawierać

dodatkowy wiersz nagłówkowy z nazwą przedstawianej wielkości i jej jednostką. Podobne uwagi mam do kolejnych tabel w tym rozdziale.

7. Str. 44 – podpis tabeli 4.7 jest nieprecyzyjny i na jakiej podstawie, jakie parametry są przedstawione w tabeli. Poza tym tuż nad tabelą Autor napisał, że:

..., *Przeprowadzono badania siły odmuchu oraz zużycia sprężonego powietrza względem ciśnienia zasilania i czasu, a ich wyniki poddano analizie statystycznej (tabela 4.7).*”

Z tabeli 4.7 nie wynika, aby były to wyniki uzależnione od ciśnienia zasilania i czasu. Autor podaje tylko pojedyncze wartości siły odmuchu oraz zużycia sprężonego powietrza dla każdej z wybranych dysz.

Str. 48,50 – przy rysunku 4.18, 4.20 odsyłacz do „firmy Metal Work. ?

9. Doktorant często używa jednostek spoza układu SI. (np, kG/cm²)

Przyjmuję, że wyniki badań, tabele, rysunki, zależności w dalszej części rozprawy doktorskiej są autorskie.

Polecam Doktorantowi zapoznanie się rozprawą doktorską, Marcin Wachowicz: „Badania wpływu wybranych cech i parametrów konstrukcyjnych maszyn do obierania cebuli na kształtowanie jej charakterystyk użytkowy” 2021, UTP w Bydgoszczy (obecnie Politechnika Bydgoska)

Po przeanalizowaniu zarówno osiągnięć Doktoranta przedstawionych w rozprawie jak i niedociągnięć w niej zauważonych, rozprawę oceniam pozytywnie.

4. Wniosek końcowy

Na podstawie przedłożonej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że mgr inż. **Paweł Woźniak** wykazał się dużą wiedzą zarówno naukową jak i techniczną z obszaru budowy i eksploatacji maszyn oraz inżynierii procesowej. Opracowanie aplikacji obliczeniowej, wirtualnego modelu konstrukcji stanowiska badawczego oraz wykonanie i oprzyrządowanie fizycznego prototypu stanowiska, opracowanie metodyki badań, przeprowadzenie dużej ilości różnorodnych badań laboratoryjnych, z analizą uzyskanych wyników badań, przeprowadzenie testów przemysłowych, świadczą o umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych, testów przemysłowych oraz o dużej wiedzy Doktoranta

Stwierdzam, że praca doktorska mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Stwierdzam, że praca doktorska mgr inż. Pawła Woźniaka pt. „Wpływ ciśnienia powietrza w układzie odmuchiwania cebuli na energochłonność i efektywność procesu obierania oraz jakość produktu”, spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w Ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dn. 30 sierpnia 2018 r. (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późniejszymi zmianami) i wnoszę o dopuszczenie Doktoranta do jej publicznej obrony.