



Poznań, 28 listopada 2022 r.

**Prof. dr hab. inż. Agnieszka Piotrowska-Cyplik**

## **R E C E N Z J A**

**Rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Anny Rębas**

**pt.: „Optymalizacja procesu otrzymywania etanolu pod kątem stosowanych enzymów, parametrów ich pracy oraz warunków prowadzenia procesu.**

**Zależność pomiędzy procesem hydrolizy enzymatycznej, fermentacją alkoholową, a jakością uzyskiwanego DDGS-u”.**

**Zrealizowanej w latach 2018-2021 ramach II edycji programu „Doktorat wdrożeniowy”, sfinansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod opieką naukową prof. dr hab. inż. Joanny Kawy-Rygielskiej z Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz opiekuna pomocniczego mgr inż. Zbigniewa Ulanowskiego z ramienia Chemat Sp. z o.o. z siedzibą w Koninie.**

Podstawą wykonania niniejszej recenzji jest pismo z dnia 17 października 2022 r. wystosowane przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia prof. dr hab. Agnieszkę Kitę.

### **I. Dobór i znaczenie tematu**

Przedstawiona do oceny rozprawa dotyczy ważnego problemu technologicznego, udoskonalenia procesu produkcji etanolu nie tylko w kontekście samych warunków prowadzenia procesu hydrolizy skrobi, ale także należytego opisu zależności pomiędzy poszczególnymi operacjami jednostkowymi składającymi się na cały cykl produkcyjny. Praca doktorska wdrożeniowa jest specyficznym rodzajem podejścia do badań naukowych prowadzonych zarówno w przedsiębiorstwie, jak

i w laboratorium uniwersyteckim, zaplanowanym od samego początku w jednym konkretnym celu - ku wdrożeniu opracowanego w toku badań innowacyjnego rozwiązania. Firma, która zgłasza swojego pracownika jako doktoranta do programu ministerialnego „Doktorat wdrożeniowy”, oczekuje od Uczelni obok wsparcia naukowego również rozwiązania konkretnego problemu technologicznego. Tematyka zaprezentowanej pracy jest bardzo istotna i aktualna, także w kontekście kryzysu i braków surowcowych, z którymi przemysł gorzelniczy zmagają się od wielu lat, a w związku z tym w branży poszukuje się innowacyjnych, tańszych rozwiązań produkcyjnych.

Najnowsze rozwiązania technologiczne powstałe na kanwie szeregu badań prowadzonych w ostatnim dziesięcioleciu z zakresu procesu hydrolizy enzymatycznej i fermentacji alkoholowej, a także doboru różnorodnych surowców do produkcji etanolu, ukazują ogromny potencjał w zakresie badań realizowanych w tym obszarze. Większość opracowanych dotychczas innowacyjnych rozwiązań technologicznych, efektywnych w skali laboratoryjnej nie udaje się jednak implementować do skali przemysłowej, czy nawet półtechnicznej. Proces skalowania stanowi niewrażliwy i nie do końca rozwiązany problem badawczy, który jak się okazuje jest dla wielu zakładów przemysłowych najistotniejszą przeszkodą do zweryfikowania efektywności i zasadności wdrożenia nowych rozwiązań technologicznych. W konsekwencji obawa przed poniesieniem ogromnych kosztów inwestycyjnych pozwalających zweryfikować zasadność proponowanych rozwiązań w skali przemysłowej jest największą przeszkodą uniemożliwiającą ich zastosowanie w nowoczesnych zakładach produkcyjnych.

Praca doktorska **mgr inż. Justyny Anny Rębas** doskonale wpisuje się w wyżej wskazane zagadnienia. Wybór tematyki rozprawy uważam za trafny, aktualny oraz bardzo istotny zwłaszcza w aspekcie wdrożeniowym. Doktorantka w swych badaniach uwzględniła nie tylko skalę laboratoryjną, ale co najistotniejsze przedstawiła wyniki uzyskane w skali przemysłowej procesu w jednym z najnowocześniejszych zakładów branży spirytusowej działającym na polskim rynku.



## II. Ocena formalna pracy

Rozprawa ma charakter typowo wdrożeniowy i stanowi obszerne, jednolite opracowanie obejmujące 131 stron maszynopisu z dwoma załącznikami –schematem procesowym układu destylacji oraz schematem blokowym gorzelni, zawiera 10 tabel, 14 schematów oraz 54 wykresy przy czym wykres 53 na str. 101 powinien raczej zostać podpisany jako schemat. Praca została zredagowana starannie i nie znalazłam w tekście i referencjach literaturowych istotnych usterek. Rozprawa posiada klasyczny układ rozdziałów, a mianowicie: streszczenie po polsku i angielsku, wstęp, który jest skróconym ośmiostronicowym przeglądem literatury. Ta część pracy została przygotowana z należytą starannością i wskazuje na bardzo dobrą orientację Doktorantki w obszarze poruszanych zagadnień. Następnie przechodzimy bezpośrednio do celu i zakresu pracy, materiałów i metod badawczych. Kolejne rozdziały to wyniki badań, dyskusja, wnioski, bibliografia oraz rozdział VII zatytułowany raporty, który zawiera trzy raporty w formie tabeli oraz cztery w formie chromatogramów, przed którymi można byłoby umieścić krótki wstęp podkreślający istotność prezentowanych raportów. W moim odczuciu w/w raporty mogłyby zostać umieszczone razem z dwoma schematami w ostatnim rozdziale zatytułowanym załączniki. Autorka cytuje 90 pozycji literatury. Spośród literatury naukowej ponad 78% (71 poz.) stanowią pozycje anglojęzyczne, 22% (19 poz.) polskojęzyczne. Literatura naukowa z ostatnich 5-7 lat stanowi około 35% (34 poz.). Mając na uwadze dużą liczbę prac naukowych z podjętego zakresu badawczego, należy stwierdzić, że dobór bibliografii jest odpowiedni i stanowi dobrą podstawę dla dokonania wszechstronnego przeglądu literaturowego.

## III. Ocena merytoryczna pracy

### Wstęp

Wstęp jest rozdziałem, który zdecydowanie wyróżnia się spośród wstępów do doktoratów, które dotychczas miałam okazję czytać. Zamiast, jak to zwykle bywa, szeroko opisanych poszczególnych zagadnień, często luźno związanych z przedmiotem rozprawy, tutaj mamy wstęp, który stanowi spójną całość dobrze

wprowadzającą w podejmowane zagadnienie. Poza dobrze zbalansowanym przedstawieniem ogólnego tła badań, we wstępie znajdujemy przekonujące uzasadnienie podejmowanych badań, ogólny stan wiedzy w obszarze technologii, ich zalet i ograniczeń oraz charakterystykę produktów ubocznych powstających podczas procesu produkcji etanolu. Momentami jednak, wstęp przejmuje zbyt rolę szerszego wyjaśnienia celu podjętych badań. Jedno czego mi zdecydowanie zabrakło we wstępie to podsumowanie najlepiej tabelaryczne, możliwych rozwiązań z zakresu procesu hydrolizy enzymatycznej i fermentacji alkoholowej wprowadzonych dotychczas w skali przemysłowej w Polsce. Nowe rozwiązania optymalizacyjne w zakresie produkcji, wdrożone w głównej mierze w celu obniżenia kosztów pozyskiwania etanolu, które gorzelnie wprowadziły od początku lat 90-tych ubiegłego wieku, zyskują na znaczeniu zwłaszcza w obecnej sytuacji kryzysu energetycznego na całym świecie. Cennym uzupełnieniem byłoby zatem ukazanie, dotychczas już wdrożonych rozwiązań technologicznych, w związku z nowymi trendami w zakresie stosowanych surowców, ich dostępności oraz opłacalności produkcji w kontekście poszukiwania tańszych rozwiązań produkcyjnych. Analiza kosztów zakupu surowców i produkcji spirytusu w przeliczeniu na litr surowego etanolu w Polsce, zwłaszcza w doktoracie wdrożeniowym, to kluczowe w moim odczuciu zagadnienie, które powinno znaleźć się w pracy, a zarazem pozwoliłoby Autorce bardziej zagłębić się w temacie i lepiej przybliżyć czytelnikowi sytuację tej branży w naszym kraju.

### **Cel i zakres pracy**

Jako cztery szczegółowe cele prac eksperymentalnych Autorka wskazała w pracy

Sformułowane przez Doktorantkę cele pracy i poprzedzające je hipotezy badawcze zostały sprecyzowane jasno i są adekwatne do przeprowadzonych badań przedstawionych w kolejnych rozdziałach. Świadczy to o dużej świadomości realnych problemów technologicznych



ekonomicznych producentów etanolu w Polsce. Pozwoliło to na precyzyjne zaplanowanie badań niezbędnych do realizacji głównego celu wdrożeniowej pracy doktorskiej ukierunkowanej przede wszystkim na poprawę efektywności produkcji etanolu.

### **Materiały i metody badawcze**

Przedstawiona do oceny rozprawa charakteryzuje się dobrze przygotowaną opisaną metodyką badań. Odnosi się to zarówno do charakterystyki stosowanego materiału badawczego, enzymów i szczepów drożdży zastosowanych w doktoracie, a także zakresu prowadzonych badań i to zarówno w skali laboratoryjnej jak przemysłowej przeprowadzonej. Surowiec, którym w pracy jest kiszona kukurydza jednocześnie określany jest wielokrotnie również jako materiał badawczy (np. schemat 7, str.32), w moim odczuciu należałoby zdecydować się na jednolite określenie - surowiec. Autorka nie podała od jakich plantatorów lub z jakich źródeł pochodził surowiec, określenie „z różnych źródeł” jest zbyt lakoniczne. W metodyce brakuje nazw producentów enzymów i drożdży (Tabele nr. 3 i 4) zastosowanych w badaniach. W tabeli nr 3 nie ujęto wartości i jednostek aktywności enzymatycznych handlowych preparatów enzymatycznych. Wskazanie w tabeli nr 3, że najwyższa aktywność danego enzymu jest przy górnym zakresie temperaturowym, przy dość szerokich zakresach dozowania enzymów podanych za kartą producenta, nie informuje w pełni o uzyskanych aktywnościach enzymów zastosowanych w badaniach. Sugerowane jest doprecyzowanie metodyki w wyżej wymienionych fragmentach.

### **Wyniki**

Najważniejszym osiągnięciem Autorki są szerokie badania w skali przemysłowej, gdyż proces skalowania jest jednym z najważniejszych elementów badań naukowych i rozwojowych, umożliwiającą zweryfikować ich zasadność i potwierdzić ich skuteczność w skali technologicznej. Doktorantka zastosowała nowoczesne techniki analityczne w postaci chromatografii gazowej co świadczy o Jej bogatym warsztacie analitycznym.

## **Dyskusja**

Silną stroną pracy jest doskonała dyskusja wyników obejmująca próby interpretacji przyczynowo-skutkowej oraz nawiązanie do danych literaturowych. Stwierdzam również, że wnioski wyciągnięte z przeprowadzonych badań znajdują pełne oparcie w rezultatach przeprowadzonych doświadczeń.

Ogólna ocena rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Justyny Rębas jest bardzo wysoka. Praca obejmuje szeroki zakres wykonanych doświadczeń i zawiera dużą ilość materiału faktograficznego. Ponadto napisana jest w sposób precyzyjny i dobrze przemyślany. Należy podkreślić, że praca wykonana jest poprawnie pod względem formalnym, stylistycznym i językowym oraz nie budzi zastrzeżeń natury naukowej. Na uwagę zasługuje bardzo dobry styl języka polskiego. Na specjalną pochwałę zasługuje sama redakcja pracy, którą wykonano bardzo estetycznie i wyjątkowo starannie.

**Lektura kolejnych rozdziałów rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Rębas obok bardzo pozytywnej oceny nasuwa pewne drobne uwagi.**

Autorka w tytule pracy używa pojęcia optymalizacja, które oznacza „wyznaczanie przy użyciu metod matematycznych optymalnego (najlepszego, najkorzystniejszego), ze względu na wybrane kryteria, rozwiązania danego problemu”. Wyjaśnienia wymaga zatem zastosowana metoda optymalizacji to jest, czy była to klasyczna, jednowymiarowa metoda, gdzie modyfikacji podlegał tylko jeden z czynników, podczas gdy pozostałe przyjmowały stałe wartości, czy też zastosowano inne, mniej czasochłonne i mniej kosztowne techniki matematyczne i statystyczne jak np. metoda powierzchni odpowiedzi.

W rozdziale „Metody analityczne” nie opisano metodyk badań, które zastosowano do analizy jakości suszonego wywaru, a ocena jakości otrzymywanego DDGSu to jeden z czterech szczegółowych celów doktoratu. Nie znalazłam również w pracy wniosku, który stanowiłby odniesienie do oceny jakości otrzymywanego DDGSu.

Tytuł rozdziału 3.3.7. na str. 47 „Ocena mikroskopowa stanu fizjologicznego drożdży...” w moim odczuciu powinien być zastąpiony bardziej adekwatnym tytułem do zastosowanej metody barwienia komórek drożdży błękitem metylenowym – „Ocena



stanu żywotności drożdży...”, gdyż określenie „stan fizjologiczny” można zastosować jedynie do żywych komórek drożdży a nie do martwych, które także liczone w tej metodzie.

W rozdziale „Wyniki badań „ na str.50 niepotrzebnie wymienia się metody analityczne, które zastosowano do oznaczenia zawartości węglowodanów w zacierach.

Poczynione przeze mnie uwagi w większości dyskusyjne i uściślające, nie obniżają wartości merytorycznej przedłożonej do oceny pracy. W mojej opinii praca jest bardzo wartościowa. Widać w niej bardzo dobry plan badawczy i konsekwentną realizację eksperymentów. Silną stroną jest dobra prezentacja wyników i ich szeroka dyskusja. Świadczy to o dojrzałości naukowej Autorki i o Jej dobrym przygotowaniu merytorycznym i warsztatowym. Wyniki badań noszą znamiona oryginalności i nowości naukowej. Praca zawiera bogaty, a przy tym interesujący zarówno z poznawczego jak i wdrożeniowego punktu widzenia materiał dokumentacyjny.

### Wniosek końcowy

**Biorąc pod uwagę wysoką wartość naukową przeprowadzonych badań i korzyści płynące z ich wdrożenia, a także szeroki zakres wykonanych eksperymentów i umiejętności logicznej interpretacji wyników oraz właściwego wnioskowania stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska w pełni spełnia wymagania określone w art. 187 ust.1-4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020, poz. 85 ze zm.). Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny Technologia Żywności i Żywienia Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr inż. Justyny Rębas do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

