

Lublin, 25.01.2024

prof. dr hab. Magdalena Frąc
Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego
Polskiej Akademii Nauk
Zakład Badań Systemu Gleba-Roślina
Laboratorium Mikrobiologii Molekularnej i Środowiskowej
ul. Doświadczalna 4
20-290 Lublin

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Chudej
pt. „Ocena przebiegu oczyszczania pofermentu z wykorzystaniem procesów
fizykochemicznych oraz metody osadu czynnego z dozowaniem zewnętrznego źródła węgla”

Rozprawa doktorska **mgr inż. Aleksandry Chudej** została wykonana na Wydziale Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej pod kierunkiem promotora dra hab. inż. Krzysztofa Ziemińskiego, prof. uczelni.

1. Formalna ocena rozprawy doktorskiej – struktura rozprawy

Oceniana rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Chudej liczy 164 strony, w tym zawiera syntetyczną analizę opublikowanych pięciu artykułów naukowych oraz ich kopie, oświadczenia współautorów prac wchodzących w skład dysertacji, spis literatury, liczący 101 pozycji, a także życiorys naukowy Doktorantki. Na początku opracowania znajdują się streszczenia w języku angielskim i polskim, wykaz publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, wstęp i cel pracy, a także cele szczegółowe, które stanowią dobre uzasadnienie podjętych badań. Informacje umieszczone w tych rozdziałach wskazują na braki w obszarze badań z zakresu podjętej tematyki badawczej, a także przedstawiają praktyczny aspekt przeprowadzonych prac naukowych, co stanowi bardzo dobre wprowadzenie i nakreślenie zakresu podjętej w rozprawie problematyki naukowej, istotnej również z utylitarnego punktu widzenia. Po omówieniu poszczególnych publikacji naukowych Doktorantka sformułowała siedem trafnych wniosków. Przedstawione w rozprawie osiągnięcia naukowe oraz zamieszczony życiorys naukowy wskazują na bardzo dużą aktywność Doktorantki, liczne staże, podnoszenie swoich kwalifikacji i zdobywanie nowych umiejętności, udział w konferencjach naukowych, uzyskanie nagród i stypendiów oraz współautorstwo 6 publikacji w renomowanych periodykach naukowych, a także zaangażowanie w działalność organizacyjną, co stawia Doktorantkę w gronie bardzo ambitnych młodych uczonych.

Praca stanowi spójny tematycznie cykl pięciu artykułów naukowych opublikowanych w uznanych wysokopunktowanych czasopismach naukowych (*Waste Management – IF 8,82, 200 pkt; Energies – IF 3,25, 140 pkt (2 prace); BioResources – IF 1,5, 100 pkt; Chemical Engineering Journal – IF 15,1, 200 pkt*), o łącznym współczynniku wpływu *impact factor* 31,87 oraz punktacji wynoszącej 780 punktów ministerialnych. We wszystkich artykułach Doktorantka jest pierwszą autorką, a w trzech z nich pełniła również funkcję autora korespondencyjnego, co wskazuje na Jej wiodącą rolę w przeprowadzonych badaniach, opracowaniu ich koncepcji, zaplanowaniu eksperymentów, analizie danych oraz przygotowaniu podstawowej wersji manuskryptów, co potwierdzają również załączone do rozprawy doktorskiej oświadczenia Doktorantki oraz współautorów. Tytuł dysertacji jest kalrowny, został sformułowany poprawnie i odpowiada treści rozprawy doktorskiej. Należy podkreślić, że struktura pracy jest zgodna z ogólnymi zasadami i wymogami stawianymi rozprawom doktorskim. **Pod względem formalnym bardzo wysoko oceniam przedłożoną do oceny rozprawę doktorską.**

2. Znaczenie i aktualność podjętej tematyki badawczej rozprawy

Biogazownie rolnicze wpisują się w aktualne krajowe, europejskie i światowe strategie gospodarki opartej na obiegu zamkniętym i są jednym z elementów realizacji celów polityki środowiskowej w zakresie zrównoważonej gospodarki odpadami, a przede wszystkim poprzez produkcję biogazu, przyczyniają się do zaspokojenia wysokiego zapotrzebowania na energię. Oprócz biogazu w biogazowniach powstaje również poferment, produkt odpadowy, który wymaga odpowiedniego zagospodarowania i przetworzenia, gdyż jego nieodpowiednie zastosowanie może stanowić zagrożenie dla środowiska, prowadząc do eutrofizacji wód powierzchniowych czy zakwaszenia gleb. Dlatego też ustalone zostały zasady aplikacji pofermentu jako nawozu, ograniczające jego stosowanie w ciągu sezonu wegetacyjnego. Warto podkreślić, że produkcja pofermentu jest znaczna i wymaga odpowiedniego składowania oraz przechowywania, ponieważ ze względów logistycznych i ekonomicznych transport dużych ilości tego produktu ubocznego na znaczne odległości jest nieopłacalny. Ze względu na to, że istnieje duże zainteresowanie opracowaniem skutecznych i opłacalnych ekonomicznie technologii przetwarzania i oczyszczania pofermentu, w recenzowanej rozprawie doktorskiej podjęto problematykę badawczą mającą na celu opracowanie technologii oczyszczania pozostałości pofermentacyjnych z biogazowni zasilanej wysłodkami buraczanymi, wykorzystując procesy fizykochemiczne oraz metody osadu czynnego.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Chudej obejmuje badania dotyczące składu pofermentu z biogazowni wykorzystującej w procesie fermentacji beztlenowej wysłodki buraczane, ustalenie w warunkach przemysłowych optymalnych parametrów operacyjnych mechanicznej separacji pofermentu, optymalizacji warunków oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu metodą osadu czynnego w układzie z wydzieloną komorą denitryfikacji oraz metodami fizykochemicznymi, wpisując się wprost w założenia i koncepcje prośrodowiskowe związane z zagospodarowaniem odpadów i ochroną środowiska przyrodniczego. Ponadto Doktorantka skupiła się na wykorzystaniu podejścia metataksonomicznego w celu określenia struktury i różnorodności społeczności mikroorganizmów osadu czynnego pod wpływem różnych źródeł węgla, a także określeniu aktywności denitryfikatorów, nitryfikatorów i mikroorganizmów heterotroficznych zasiedlających osad czynny.

Zarządzanie środowiskiem, w tym procesami operacyjnymi o strukturę, różnorodność i aktywność mikroorganizmów, do których należy zaliczyć oczyszczanie metodą osadu czynnego, wymaga wielu regularnych i systematycznych badań monitoringowych w celu zapewnienia stabilności i efektywności tego procesu. Zastosowane przez Doktorantkę podejście oparte o analizę zbiorowisk mikroorganizmów występujących w osadzie czynnym z wykorzystaniem narzędzi metagenomicznych należy do nowoczesnych i przyszłościowych strategii monitoringu środowiska. Ze względu na to, że rozwój odpowiednich grup bakterii w procesie oczyszczania pofermentu metodą osadu czynnego zależy od obecności i dopływu łatwo biodegradowalnych źródeł węgla, Doktorantka podjęła badania nad wpływem różnych źródeł węgla, w tym bardzo ważnych produktów ubocznych takich jak woda spławiakowa i melasa, które powstają w procesie wytwarzania cukru, na bioróżnorodność i skład taksonomiczny społeczności mikroorganizmów osadu czynnego. Nowoczesne podejście oparte na różnicach składu mikrobioty bakteryjnej osadu czynnego pod wpływem kwasu octowego, melasy i wody spławiakowej, dotyczy rozpoznania mikrobioty, istotnej dla procesu oczyszczania pofermentu, co jest jednym z kluczowych wyzwań dla nowoczesnych strategii monitoringowych oraz optymalizacyjnych podczas procesu oczyszczania metodą osadu czynnego.

Badania podjęte przez Doktorantkę są w pełni uzasadnione i celowe, biorąc pod uwagę korzyści wynikające zarówno z produkcji biogazu, jak też rolniczego zagospodarowania pofermentu. Prowadzenie badań nad analizą struktury i różnorodności mikroorganizmów tworzących osad czynny podczas oczyszczania ciekłej

frakcji pofermentu, stanowi ważny element w ustaleniu zależności między składem społeczności mikroorganizmów osadu czynnego a efektywnością biologicznego oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu. Znaczenie podjęcia przez Doktorantkę badań z tej bardzo aktualnej i wymagającej natychmiastowych i skutecznych rozwiązań tematyki jest ogromne, gdyż podejmuje bardzo ważne zagadnienia wychodzące naprzeciw problemom zagospodarowania odpadów i ochrony środowiska, dając nadzieję nie tylko na poszerzenie wiedzy teoretycznej, związanej ze strukturą i bioróżnorodnością mikroorganizmów osadu czynnego czy poznaniem zależności występujących pomiędzy mikroorganizmami, ale również przedstawia praktyczne rozwiązanie problemu w rzeczywistej skali przemysłowej w zakresie określenia optymalnych warunków oczyszczania. W związku z powyższym recenzowana rozprawa doktorska przedstawia bardzo ciekawą, interesującą i aktualną tematykę badawczą, istotną dla ochrony środowiska zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i utylitarnego. Należy dodać, że tematyka badawcza podjęta przez Doktorantkę wpisuje się w dziedzinę nauk rolniczych, dyscyplinę technologia żywności i żywienia.

3. Merytoryczna analiza rozprawy

W pierwszej części pracy Doktorantka przedstawiła podsumowanie otrzymanych rezultatów, poprzedzone wstępem wprowadzającym czytelnika w zagadnienia poruszane w dysertacji, co stanowi cenne opracowanie, nakreślające znaczenie biogazu, jako ważnego źródła energii odnawialnej w rozliczeniu energetycznym oraz pofermentu w celach nawozowych. Ocenianą rozprawę doktorską mgr inż. Aleksandry Chudej cechuje nowoczesne spojrzenie na zagadnienia kształtowania zbiorowisk mikroorganizmów osadu czynnego, charakterystyka fizykochemiczna pofermentu na różnych etapach oczyszczania, a także doskonałe powiązanie wszystkich technologicznych etapów oczyszczania pofermentu, wraz z optymalizacją procesu i uzyskaniem produktu finalnego. Przedstawione w rozprawie doktorskiej rezultaty wymagały opanowania przez Doktorantkę szerokiego zakresu metod badawczych, czego efektem jest bogaty warsztat badawczy Doktorantki obejmujący, metody fizykochemiczne, mikrobiologiczne, biochemiczne i z obszaru biologii molekularnej, a także umiejętność ich analizy statystycznej, bioinformatycznej i opracowania graficznego.

Poszczególne publikacje naukowe wchodzące w skład dysertacji są komplementarne i obejmują zakres prac badawczych zmierzających do realizacji celów rozprawy w ramach sześciu etapów prowadzonych badań. W pierwszym etapie Doktorantka skupiła się

na analizie fizykochemicznej pofermentu, określając skład pozostałości pofermentacyjnych powstających w procesie fermentacji beztlenowej wysłodków buraczanych oraz porównała skład pofermentu z biogazowni zasilanych różnymi surowcami, co zostało przedstawione w pierwszym artykule naukowym Doktorantki. Doktorantka wykazała, że rodzaj substratu stosowanego do produkcji biogazu ma znaczący wpływ na skład masy pofermentacyjnej, zwłaszcza zawartość związków organicznych, metali ciężkich i suchej masy, stąd technologia oczyszczania pofermentu powinna być ustalana dla każdej biogazowni indywidualnie. W tym miejscu nasuwa mi się pytanie: czy, a jeśli tak, to jaką przewagę ma poferment pochodzący z procesu fermentacji beztlenowej wysłodków buraczanych w stosunku do pozostałości pofermentacyjnych powstających z innych substratów zasilających biogazownie? Wspomniała Pani, że uzyskane wyniki wskazują na to, że stężenia metali ciężkich (Zn, Cu, Cd) w pofermencie z wysłodków buraczanych były około 3-krotnie wyższe niż w cieczach pofermentacji beztlenowej odpadów żywnościowych oraz gnojowicy świńskiej zmieszanej z odpadami z gospodarstw rolnych. W związku z tym chciałabym zapytać jaka jest tego przyczyna, czy poferment uzyskany z wysłodków buraczanych niesie większe zagrożenie dla środowiska oraz jakie są normy zawartości tych pierwiastków śladowych w odpadach, które mogą być stosowane w celach rolniczych i czy w testowanych i uzyskanych przez Panią pofermentach zostały one spełnione? Drugi etap badań, przedstawiony również w publikacji nr 1, koncentrował się na mechanicznej separacji pofermentu w wirówce dekantacyjnej, w ramach którego Doktorantka oceniła wpływ parametrów pracy wirówki na skuteczność separacji pofermentu, a także określiła zależności między rodzajem i dawką flokulantu poliakrylamidowego a składem frakcji stałej i ciekłej pofermentu. Uzyskane wyniki pozwoliły na dobór flokulantu poliakrylamidowego o dużej gęstości, który skutecznie poprawiał efekty separacji pofermentu z wysłodków buraczanych. W ramach tego etapu badań Doktorantka wykazała, że frakcja ciekła pofermentu, ze względu na dużą zawartość azotu amonowego i potasu oraz niskie stężenie suchej masy może być stosowana jako substytut nawozów mineralnych, a frakcja stała o wysokiej zawartości suchej masy i materii organicznej, która poprawia bilans węglowy w glebie, jest dobrym kandydatem do stosowania w rolnictwie jako nawóz organiczny. Trzeci etap dotyczył prac badawczych z zakresu biologicznego oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu metodą osadu czynnego z dozowaniem zewnętrznego źródła węgla, a uzyskane wyniki Doktorantka przedstawiła w ramach publikacji nr 2. Przeprowadzone badania skupiały się na analizie składu wody splawiakowej i melasy, jako zewnętrznych źródeł węgla, oraz określeniu ich wpływu na liczebność i aktywność grup

mikroorganizmów osadu czynnego, od których zależy efektywność oczyszczania (denitryfikatory, nitryfikatory, mikroorganizmy heterotroficzne). Ważnym elementem tych badań było porównanie efektów oczyszczania pofermentu przy zastosowaniu produktów odpadowych (melasy i wody spławiakowej) w stosunku do konwencjonalnego źródła węgla (kwasu octowego) oraz analiza fizykochemiczna ścieków oczyszczonych. Rezultatem przeprowadzonych badań było m.in. wykazanie, że woda spławiakowa powstająca w cukrowni może być stosowana jako alternatywne źródło węgla do intensyfikacji procesu denitryfikacji podczas oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu metodą osadu czynnego. W tym miejscu nasuwa mi się pytanie, dotyczące zastosowania melasy jako produktu odpadowego w procesie produkcji cukru: jakie alternatywne zastosowania melasy mogłaby Pani wymienić jako istotne dla dziedziny nauk rolniczych oraz dyscypliny technologia żywności, biorąc pod uwagę wyniki Pani badań oraz dane literaturowe? Kolejnym czwartym etapem badań, który został przedstawiony w publikacji nr 3 były badania Doktorantki ukierunkowane na analizę struktury osadu czynnego podczas oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu obejmujące określenie wpływu zewnętrznego źródła węgla na strukturę i różnorodność mikroorganizmów tworzących osad czynny, a także ustalenie zależności między składem społeczności mikroorganizmów osadu czynnego a efektywnością oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu. **Tę część pracy należy zaliczyć do nowatorskich i bardzo ciekawych w kontekście procesu oczyszczania, a także pogłębienia wiedzy na temat zbiorowisk mikroorganizmów osadu czynnego, gdyż Doktorantka wykazała obecność bakterii, które w badaniach innych autorów nie były identyfikowane w osadach.** Analiza zmian struktury mikroorganizmów na poziomie rodzaju potwierdziła, że melasa jest trudniej biodegradowalnym źródłem węgla w porównaniu z wodą spławiakową. Czy w swoich badaniach zaobserwowała Pani obecność taksonów mikroorganizmów charakterystycznych dla osadu czynnego po zastosowaniu jako źródła węgla każdego z testowanych produktów odpadowych (melasy i wody spławiakowej) czy profil taksonomiczny mikroorganizmów był stabilny niezależnie od zastosowanego źródła węgla? Czy wśród gatunków i rodzajów mikroorganizmów występujących w testowanych osadach znalazły się przedstawiciele mikroorganizmów chorobotwórczych i czy ich obecność różniła się dla testowanych wariantów eksperymentalnych? Uzyskane efekty dostarczają nowej wiedzy i jednocześnie wyznaczają nowe kierunki badań, wskazując na potrzebę rozwijania narzędzi monitoringowych wspomagających zarządzanie procesami oczyszczania pofermentu, opartych o interakcje i zmiany zachodzące w zbiorowiskach mikroorganizmów.

Regularne monitorowanie struktury taksonomicznej osadu czynnego może pomóc zoptymalizować efektywność oczyszczania i uniknąć pojawiających się problemów technicznych. Kolejne dwa etapy prac badawczych przeprowadzonych przez Doktorantkę dotyczyły ozonowania i ultrasonikacji ciekłej frakcji pofermentu, a ich wyniki zostały przedstawione w publikacji nr 4. Do najważniejszych osiągnięć tego etapu należy wykazanie, że oba zabiegi mogą być skutecznie wykorzystywane w celu zmniejszenia ChZT, suchej masy i związków azotu w ciekłej frakcji pofermentu, a najlepsze efekty obróbki tego odpadu Doktorantka uzyskała stosując ozonowanie poprzedzone ultrasonikacją. Ostatnim etapem badań, zaprezentowanym w publikacji nr 5, były prace badawcze związane z etapem filtracji membranowej ciekłej frakcji pofermentu. Rezultatem przeprowadzonych badań było ustalenie wpływu strategii obróbki wstępnej pofermentu na łagodzenie zjawiska zarastania membrany, skuteczność ultrafiltracji oraz jakość pofermentu. Testowano kilka wariantów obróbki pofermentu, w tym wirowanie, wirowanie połączone z koagulacją z dodatkiem polichlorku glinu, biokoagulacją z chitozanem lub flokulacją z poliakrylamidem. Doktorantka wykazała, że strategia obróbki wstępnej miała duży wpływ na łagodzenie zarastania membran, a zastosowanie koagulacji lub flokulacji po mechanicznej separacji pofermentu znacząco wydłużyło czas przepływu i poprawiło jakość pofermentu. Chociaż w tym etapie badań Doktorantka nie prowadziła badań nad składem zbiorowisk mikroorganizmów, które tworzą biofilm na membranach filtracyjnych, chciałabym zapytać czy znane są Pani wyniki takich prac badawczych, a jeśli tak, to jakie mikroorganizmy najczęściej tworzą biofilm na membranach podczas filtracji membranowej osadów?

Rozprawa doktorska nadała nową jakość badaniom nad technologią oczyszczania pofermentu, obejmując kompleksowe podejście oparte na optymalizacji wszystkich etapów procesu oczyszczania odpadu, przyczyniając się do istotnego pogłębienia badań, których celem było opracowanie technologii oczyszczania pofermentu z biogazowni zasilanej wysłodkami buraczanymi z wykorzystaniem procesów fizykochemicznych oraz metody osadu czynnego i lepsze zrozumienie struktury taksonomicznej osadu czynnego oraz zależności pomiędzy składem społeczności mikroorganizmów a efektywnością biologicznego oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu.

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska jest przykładem doskonałego, bardzo umiejętnego i nowoczesnego wykorzystania podejścia technologicznego oraz różnorodnych metod niezbędnych do realizacji założeń i celów, co wymagało opanowania warsztatu badawczego z obszaru fizykochemii, mikrobiologii, biochemii i biologii

molekularnej. Należy podkreślić bardzo dużą wartość naukową uzyskanych wyników, bardzo dokładne opisy metodyczne, obejmujące szczegóły technologiczne procesu, a także publikację uzyskanych wyników w ramach pięciu artykułów naukowych w renomowanych czasopismach międzynarodowych. Przedstawione wyniki badań, ich dyskusja na tle aktualnego stanu wiedzy, a także zastosowane podejście metodyczne potwierdzają szeroki zakres badań wykonanych przez Doktorantkę, obejmujący również obszerną wiedzę technologiczną. **Należy podkreślić, że metody badawcze zostały bardzo dobrze i umiejętnie dobrane, a prace eksperymentalne zostały zaplanowane w sposób doskonały, pokazując ich wzajemne powiązanie i stanowiąc logiczną całość. Badania zostały przeprowadzone właściwie, umożliwiając zrealizowanie podjętego celu rozprawy doktorskiej, co znalazło odzwierciedlenie we wspomnianych artykułach naukowych.**

Na podkreślenie zasługuje kompleksowe przeprowadzenie badań, zmierzających do rozwiązania rzeczywistego problemu technologicznego w powiązaniu z badaniami naukowymi, a także wprowadzenie nowoczesnych narzędzi do monitorowania struktury i różnorodności zbiorowisk mikroorganizmów w osadzie czynnym, co prowadzi do rozwoju rozwiązań użytecznych dla sektora gospodarki oraz daje przesłanki ku temu, żeby wyniki badań metataksonomicznych mikrobioty bakteryjnej osadu czynnego mogły stać się podstawą do wypracowania nowatorskich, opartych o mikrobiom, strategii wspomagających zarządzenie procesem oczyszczania pofermentu metodą osadu czynnego.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pokazuje umiejętność Doktorantki do prowadzenia badań naukowych, analizy, interpretacji i wizualizacji uzyskanych rezultatów oraz ich prawidłowego omówienia i przedstawienia na tle aktualnego stanu wiedzy. Rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Chudej wyróżnia się bardzo dużą klarownością opisu i wielką starannością przygotowania, a na uwagę zasługują doskonale przygotowane, umieszczone w każdej z publikacji opisy technologiczne poszczególnych eksperymentów, metod i wyników, które bardzo dobrze dokumentują przeprowadzone badania, nadając opracowaniu ład i czytelność.

Podczas analizy rozprawy doktorskiej nasunęły mi się pytania, które zadałam powyżej pod poszczególnymi analizowanymi zagadnieniami oraz poniżej. Podkreślam jednocześnie, że pytania te mają charakter dyskusyjny, wynikający z przeprowadzonych wielokierunkowych badań oraz ich kompleksowości, a także potwierdzają moje zainteresowanie i bardzo wysoką ocenę recenzowanej rozprawy doktorskiej.

W tym miejscu chciałabym jeszcze zapytać Doktorantkę jakie jest Pani zdanie na temat rolniczego wykorzystania odpadów, w tym pofermentów w kontekście bezpieczeństwa żywnościowego, czy konieczne jest prowadzenie w tym zakresie badań monitoringowych, a jeśli tak, to jakie parametry należy badać?

4. Wniosek końcowy

Dysertacja doktorska Pani mgr inż. Aleksandry Chudej jest opracowaniem wnoszącym istotny wkład w rozwój nauk rolniczych w obrębie dyscypliny technologia żywności i żywienia. Doktorantka wykazała umiejętność samodzielnego wykonywania badań naukowych oraz opracowania i interpretacji uzyskanych wyników, zaprezentowała bardzo dobrą znajomość problematyki rozprawy, opanowała szeroki warsztat badawczy, a także wykazała się zdolnością do publikacji uzyskanych rezultatów w uznanych periodykach naukowych.

Podsumowując, z pełnym przekonaniem stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Aleksandry Chudej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego, dotyczącego opracowania skutecznej technologii oczyszczania pofermentu z wykorzystaniem procesów fizykochemicznych oraz metody osadu czynnego, i spełnia wymagania na podstawie art. 187 z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, stanowiąc podstawę do nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia.

Wnoszę do Rady ds. Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej o dopuszczenie mgr inż. Aleksandry Chudej do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę kompleksowe rozwiązanie problemu naukowego, dotyczącego oczyszczania pofermentu, wraz z zastosowaniem odpowiednio dobranych etapów technologicznych oraz komplementarnych badań i eksperymentów, a także włączenie zaawansowanych i bardzo dobrze opanowanych metod badawczych, zaprezentowanych w nowoczesnym ujęciu i innowacyjność przeprowadzonych badań oraz otrzymanych rezultatów, a także bardzo wysoki poziom merytoryczny rozprawy doktorskiej, w tym opublikowanie wszystkich wyników badań w ramach pięciu artykułów naukowych w renomowanych, wysokopunktowanych czasopismach naukowych, **wniosuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Chudej odpowiednią nagrodą.**

Magdalena Frąc
prof. dr hab. Magdalena Frąc

Lublin, 25.01.2024r.

Lublin, 25.01.2024

prof. dr hab. Magdalena Frąc
Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego
Polskiej Akademii Nauk
Zakład Badań Systemu Gleba-Roślina
Laboratorium Mikrobiologii Molekularnej i Środowiskowej
ul. Doświadczalna 4
20-290 Lublin

Uzasadnienie wyróżnienia rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Chudej
pt. „Ocena przebiegu oczyszczania pofermentu z wykorzystaniem procesów
fizykochemicznych oraz metody osadu czynnego z dozowaniem zewnętrznego źródła węgla”

Rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Chudej nadała nową jakość badaniom nad technologią oczyszczania pofermentu, obejmując kompleksowe podejście oparte na optymalizacji wszystkich etapów procesu oczyszczania odpadu, przyczyniając się do istotnego pogłębienia badań, których celem było opracowanie technologii oczyszczania pofermentu z biogazowni zasilanej wysłodkami buraczanymi z wykorzystaniem procesów fizykochemicznych oraz metody osadu czynnego i lepsze zrozumienie struktury taksonomicznej osadu czynnego oraz zależności pomiędzy składem społeczności mikroorganizmów a efektywnością biologicznego oczyszczania ciekłej frakcji pofermentu.

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska jest przykładem doskonałego, bardzo umiejętnego i nowoczesnego wykorzystania podejścia technologicznego oraz różnorodnych metod niezbędnych do realizacji założeń i celów, co wymagało opanowania warsztatu badawczego z obszaru fizykochemii, mikrobiologii, biochemii i biologii molekularnej.

Biorąc pod uwagę kompleksowe rozwiązanie problemu naukowego, dotyczącego oczyszczania pofermentu, wraz z zastosowaniem odpowiednio dobranych etapów technologicznych oraz komplementarnych badań i eksperymentów, a także włączenie zaawansowanych i bardzo dobrze opanowanych metod badawczych, zaprezentowanych w nowoczesnym ujęciu i innowacyjność przeprowadzonych badań oraz otrzymanych rezultatów, a także bardzo wysoki poziom merytoryczny rozprawy doktorskiej, w tym opublikowanie wszystkich wyników badań w ramach pięciu artykułów naukowych w renomowanych, wysokopunktowanych czasopismach naukowych (*Waste Management – IF 8,82, 200 pkt; Energies – IF 3,25, 140 pkt (2 prace); BioResources – IF 1,5, 100 pkt; Chemical Engineering Journal – IF 15,1, 200 pkt*), **wniosuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Chudej odpowiednią nagrodą.**


prof. dr hab. Magdalena Frąc