

prof. dr hab. Mariusz Matyka
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Puławy, 29.01.2024 r.

Recenzja osiągnięcia naukowego pt.:

**„Wydajność procesu produkcji etanolu lignocelulozowego z uwzględnieniem
rodzaju biomasy i jej głównych składników chemicznych”**

oraz dorobku naukowego

dr inż. Aleksandry Wawro

ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo

1. Najważniejsze fakty z życiorysu zawodowego Kandydatki

Pani dr inż. Aleksandra Wawro uzyskała w 2009 r. tytuł magistra inżyniera w specjalności technologia fermentacji na Wydziale Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Na tym samym Wydziale przygotowała pod kierunkiem prof. dr hab. Włodzimierza Grajka pracę doktorską pt. „*Ulepszanie właściwości technologicznych drożdży gorzelniczych Saccharomyces cerevisiae metodą tasowania genomowego*”. Obroniła ją w 2017 r. i na tej podstawie uzyskała stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie biotechnologia. W 2010 r. została zatrudniona w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu, gdzie pracuje do chwili obecnej. Aktualnie zatrudniona jest na stanowisku adiunkta w Zakładzie Inżynierii Bioproduktów Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu

2. Podstawa prawna

Kryteria oceny wynikają z art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.). Ocena została przygotowana na zlecenie Przewodniczącej Rady Naukowej dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Uniwersytetu Warmińsko Mazurskiego w Olsztynie, prof. dr hab. Agnieszki Pszczółkowskiej, z dnia 15 grudnia 2023 r.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 lit. b ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.). Habilitantka przedłożyła cykl pięciu oryginalnych prac naukowych opublikowanych w latach 2021-2023 pod wspólnym tytułem: „*Wydajność procesu produkcji etanolu lignocelulozowego z uwzględnieniem rodzaju biomasy i jej głównych składników chemicznych*”. Wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia są współautorskie, a liczba autorów zawiera się w przedziale od 2 do 8. W trzech (P2, P3, P5) przedłożonych pracach Kandydatka jest autorem korespondencyjnym, w dwóch pracach (P2, P5) jest pierwszym autorem, a w trzech (P1, P3, P4) drugim autorem. Jej wkład w przygotowanie omawianych prac w zależności od artykułu polegał na opracowaniu koncepcji, zakresu i metodyki badań; przeprowadzeniu badań laboratoryjnych; analizie, przetworzeniu i interpretacji wyników badań oraz przygotowaniu, złożeniu i procedowaniu procesu wydawniczego manuskryptów. Wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia opublikowano w języku angielskim w renomowanych czasopismach z bazy JRC charakteryzujących się wysokimi wartościami wskaźników bibliometrycznych. Łączny IF prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wynosi 17,234, a suma punktów wg listy MNiSW 620.

Wszystkie publikacje wchodzące w skład osiągnięcia są tematycznie spójne i wnoszą istotny z punktu widzenia poznawczego i użytecznego wkład w rozwój nauk rolniczych. Są one bardzo istotne z punktu widzenia wielokierunkowych możliwości wykorzystania biomasy lignocelulozowej. Przeprowadzone badania, których efektem są publikacje, wpisują się bardzo dobrze w koncepcję biogospodarki, gospodarki zasobooszczędnej oraz gospodarki obiegu zamkniętego.

W efekcie poprawnie zdiagnozowanych potrzeb społeczno-gospodarczych oraz problemów badawczo-wdrożeniowych głównym celem badań dr inż. Aleksandry Wawro było określenie możliwości pozyskiwania etanolu lignocelulozowego z wybranych surowców lignocelulozowych w tym biomasy rodzimych gatunków roślin włóknistych (konopi siewnych i lnu uprawnego), a także biomasy sorga cukrowego, biomasy roślin inwazyjnych i biomasy leśnej.

Ocenianie badania zostały zaplanowane i wykonane poprawnie pod względem metodycznym. Dotyczyły one następujących problemów badawczych:

1. Określenia zawartości składników chemicznych biomasy lignocelulozowej, ze szczególnym uwzględnieniem udziału procentowego celulozy, hemiceluloz i ligniny.
2. Ustalenia wpływu zasadowej obróbki wstępnej na skład chemiczny badanej biomasy.

3. Określenia i porównanie wydajności procesu otrzymywania bioetanolu uzyskanego z różnorodnej biomasy.

Powyzsze cele byly realizowane w rozny stopniu we wszystkich z prac wchodzacych w sklad osiagniecia.

W pracy P1 Habilitantka przeprowadzila ocene wplywu trzech roznych metod obróbki wstepnej biomasy sorgo, na sklad glownych komponentow strukturalnych biomasy tj.: celulozy, hemiceluloz i ligniny. W wyniku przeprowadzonych badan dr inż. Aleksandra Wawro potwierdzila, ze biomasa sorgo odmiany Sucrosorgo 506 jest perspektywicznym surowcem do produkcji bioetanolu, miedzy innymi ze wzgledu na korzystny udzial węgłowodanow wynoszący ok. 60%. Stwierdzila takze, ze obróbka zasadowa i biologiczna biomasy sorgo to skuteczne metody przyczyniajace sie do delignifikacji oraz zwiekszenia powierzchni wlasciwej celulozy. Najwyzsza wydajnosc etanolu uzyskano dla biomasy poddanej obróbce NaOH i wyniosla ona 271 litrow na tone suchej masy surowca, co w przeliczeniu na 1 hektar uprawy stanowilo ok. $5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Publikacja P2 odnosila sie do badan majacych na celu okreczenie wplywu odmiany konopi wloknistych na jakosc surowca przeznaczonego do pozyskiwania bioetanolu. Badaniami objeto cztery polskie odmiany tj. Biaobrzeskie, Tygra, Henola i Rajan. Na ich podstawie stwierdzono, ze zastosowanie obróbki zasadowej spowodowalo oczekiwane rozluźnienie struktury lignocelulozy, odnotowano wzrost udzialu procentowego celulozy, a takze czesciowa degradacje hemiceluloz. Na podstawie otrzymanych wynikow do dalszego etapu badan wybrano biomase dwuch odmian konopi tj.: Tygran i Rajan. W kolejnym etapie Kandydatka wykazala, ze obie odmiany charakteryzuja sie duzym potencjalem energetycznym i moga stanowic wartosciowe surowce do produkcji etanolu lignocelulozowego. Dla odmiany Rajan wydajnosc etanolu byla rowna $190 \text{ L} \cdot \text{Mg}^{-1}$ (s.m. slomy konopnej), tj. $2,23 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast dla odmiany Tygra wydajnosc etanolu wynosila $165 \text{ L} \cdot \text{Mg}^{-1}$ (s.m. slomy konopnej), tj. $1,81 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

W pracy P3 dr inż. Aleksandra Wawro przedstawila wyniki badan nad ocena roznych form uzytkowych lnu uprawnego (oleistej, wloknistej i dwucelowej) jako potencjalnego surowca do produkcji etanolu lignocelulozowego. Na podstawie zawartosci cukrow redukujacych oraz analizy skladu chemicznego po wstepnej obróbce alkalicznej, a takze po przeprowadzeniu procesu SSF stwierdzila, ze wszystkie wybrane formy lnu moga byc perspektywicznym surowcem do produkcji bioetanolu.

Habilitanta w publikacji P4 zaprezentowala wyniki pracy nad ocena potencjalu energetycznego wybranych gatunkow roslin inwazyjnych. W badaniach uwzgledniono nastepujace taksony z rodzaju: *Reynoutria* (*R. japonica*, *R. sachalinensis* i *R. xbohemica*), *Solidago* (*S. canadensis* L. i *S. gigantea*) oraz

Spiraea (S. tomentosa L.). Analiza składu chemicznego wykazała, że zawartość poszczególnych składników chemicznych w każdym z badanych taksonów kształtowała się na porównywalnym poziomie. Udział procentowy celulozy (ok. 30-40%) oraz hemiceluloz (ok. 20-35%) wskazuje, że biomasa badanych roślin może być potencjalnie efektywnym surowcem do produkcji bioetanolu. Najwyższą wydajność etanolu z hektara uzyskano dla biomasy *Reynoutria xbohemica* i była równa 2,6 m³·ha⁻¹.

W publikacji P5 przedstawiono ocenę możliwości otrzymywania etanolu lignocelulozowego z biomasy igieł sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris L.*) pochodzącej z siedlisk, które zostały przygotowane do odnowienia w 9 różnych wariantach. Analiza składu chemicznego wykazała, że alkaliczna obróbka wstępna skutecznie rozbija kompleks lignocelulozowy, oddzielając ligninę od polisacharydów. Wyniki potwierdzają, że nastąpiło zmniejszenie udziału procentowego ligniny oraz wzrost udziału procentowego celulozy. Habilitanta stwierdziła, że najwyższy średni plon igieł sosnowych oraz najwyższą wydajność bioetanolu z hektara igieł sosnowych uzyskano dla wariantu z orką pługiem (sposoby przygotowania gleby) oraz uprzątnięcia odpadów pozrębowych (sposoby zagospodarowania pozostałości zrębowych). Nie wykazała natomiast żadnych istotnych różnic w sposobie przygotowania gleby ani w sposobie zagospodarowania pozostałości zrębowych. Natomiast potwierdzeniu uległo założenie, że biomasa igieł sosnowych może odgrywać znaczącą rolę w procesie produkcji etanolu lignocelulozowego.

Wszystkie prace składające się na osiągnięcie zostały starannie i szczegółowo opisane w rozdziale 4.1.3., załącznika 2 autoreferatu. Uzyskane wyniki potwierdzają pełną realizację założonych celów badań, czego kwintesencją jest syntetyczne podsumowanie.

Do najważniejszych osiągnięć dr inż. Aleksandry Wawro wykazanych w przedłożonym do oceny osiągnięciu zaliczam:

1. Wykazanie, że biomasa rodzimych gatunków roślin włóknistych, sorga cukrowego, roślin inwazyjnych oraz odpadów leśnych w postaci igieł sosny to perspektywiczny i efektywny surowiec do produkcji etanolu lignocelulozowego. Wydajność etanolu uzyskaną z badanych materiałów lignocelulozowych kształtowała się na poziomie od 1 do 5 m³·ha⁻¹.
2. Udowodnienie, że pod wpływem działania zasadowej obróbki wstępnej dochodzi do zmiany udziału procentowego głównych składników chemicznych biomasy lignocelulozowej (celulozy, hemiceluloz i ligniny). W wyniku tego procesu dochodzi do zwiększenia udziału celulozy na rzecz zmniejszenia udziału ligniny i części hemiceluloz, co wpływa na uzysk etanolu z biomasy lignocelulozowej.

Na podstawie przedstawionej powyżej analizy stwierdzam, że przedłożone przez dr inż. Aleksandrę Wawro osiągnięcie naukowe składające się z 5 oryginalnych prac naukowych zebranych pod wspólnym tytułem „*Wydajność procesu produkcji etanolu lignocelulozowego z uwzględnieniem rodzaju biomasy i jej głównych składników chemicznych*” wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Przedstawione w osiągnięciu badania odnoszą się do powtarzalnego procesu pozyskiwania etanolu z biomasy lignocelulozowej dlatego mają monotematyczny i spójny charakter zarówno pod względem koncepcji jak i omówienia wyników oraz płynących z nich wniosków i rekomendacji. Podkreślenia wymaga fakt, że to produkcji etanolu lignocelulozowego Habilitantka wykorzystwała szeroki wachlarz biomasy roślinnej pochodzącej ze zróżnicowanych źródeł oraz poddawała go różnym rodzajom obróbki wstępnej. Świadczy to o tym, że prowadziła swoje badania w sposób przemyślany, usystematyzowany, wieloaspektowy i dogłębny. Istotnym jest również, że oprócz ważnych walorów poznawczych osiągnięcia zawiera ono bardzo ważne wnioski praktyczne. **W związku z powyższym stwierdzam, że oceniane osiągnięcie naukowe spełnia wymagania stawiane tego typu opracowaniom.**

4. Ocena aktywności naukowo-badawczej

Oprócz prac uwzględnionych w osiągnięciu habilitacyjnym dr inż. Aleksandra Wawro opublikowała 24 artykuły naukowe. Podkreślić należy, że aż 16 (66%) z nich było opublikowane w bardzo dobrych czasopismach z wskaźnikiem IF. Pozostałe prace ukazały się w liczących się periodykach naukowych, w tym jedna z nich była rozdziałem w monografii. Podkreślić należy, że Habilitantka zauważalnie powiększyła swój dorobek publikacyjny po doktoracie ponieważ w okresie tym opublikowała 14 z 24 artykułów, co stanowi to 58%. Sumaryczny IF artykułów (bez osiągnięcia) wynosi 26,301, a liczba punktów MEiN 1040. Wskaźnik cytowania dla całego dorobku (łącznie z osiągnięciem) w bazie Web of Science wynosi 76 punktów, a Indeks Hirscha 5 punktów.

Dr inż. Aleksandra Wawro w okresie przed doktoratem zajmował się zagadnieniami dotyczącymi metod wstępnej obróbki biomasy sorgo i miskatna, hydrolizy enzymatycznej substratów celulozowych, selekcji szczepów drożdży gorzelniczych poprawiających efektywność hydrolizy enzymatycznej i fermentacji etanolowej. Prowadziła również prace dotyczące efektywnego pozyskania ekstraktów wodnych i wodno-etanolowych z wybranych rodzimych surowców zielarskich.

Po uzyskaniu stopnia doktora Jej zainteresowania naukowe konsekwentnie dotyczyły pozyskiwania etanolu ze zróżnicowanej biomasy lignocelulozowej. W szczególności Habilitantka zajmowała się:

- Doskonaleniem metod obróbki wstępnej biomasy.
- Analizą składu chemicznego biomasy.
- Ulepszeniem drożdży gorzelniczych w celu podniesienia wydajności procesu fermentacji alkoholowej.
- Selekcją drożdży gorzelniczych *S. cerevisiae* odpornym na stresy środowiskowe.
- Poprawą efektywności technologii pozyskania etanolu II generacji.
- Poszerzeniem katalogu biomasy wykorzystywanej do produkcji etanolu m.in. o biomasę odpadową, czy pozyskiwaną z halofitów.
- Oceną potencjału energetycznego biomasy lignocelulozowej.
- Określeniem potencjału plonotwórczego roślin uprawnych wykorzystywanych na cele energetyczne.

Zupełnie nowym obszarem badań Habilitantki jest opracowanie i wdrożenie do użycia praktycznego biomateriałów, które podlegają biodegradacji.

W świetle powyższych informacji stwierdzam, że aktywność naukowo-badawcza dr inż. Aleksandry Wawro spełnia wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego. Ponadto, podobnie jak osiągnięcia habilitacyjne, wnosi wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

5. Ocena aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej jednostce, w szczególności zagranicznej

Habilitantka w 2015 r. odbyła 2-tygodniowy staż w Instytucie Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu w Kordobie. Podczas tego stażu doskonała swój warsztat naukowy w zakresie biokonwersji różnorodnych surowców lignocelulozowych. Następnie w roku 2022 zrealizowała 3-tygodniowy staż w Katedrze Chemicznej Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, gdzie nabywała umiejętności w zakresie obsługi specjalistycznej aparatury wykorzystywanej do oznaczania składu chemicznego różnorodnej biomasy lignocelulozowej. Natomiast w 2023 r. odbyła miesięczny staż w Zakładzie Roślin Oleistych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego. Zakres stażu obejmował badania z zakresu genetyki i hodowli roślin oleistych w tym Inu. Należy podkreślić, że dr inż. Aleksandra Wawro nabyła w trakcie odbytych staży wiedzę i umiejętności wykorzystaną bardzo umiejętnie i efektywnie. Dowodem na to są badania i publikacje naukowe będące efektem odbytych staży.

Oprócz staży naukowych Habilitantka rozwijała swoją współpracę z innymi jednostkami poprzez pozyskiwanie i realizację, zarówno na poziomie krajowym jak i zagranicznym, projektów naukowych. Ponieważ były one realizowane przez konsorcja składające się z kilku jednostek naukowych, w tym zagranicznych, jest to niewątpliwie aktywność naukowa wykraczająca poza mury jednostki macierzystej. Dr inż. Aleksandra Wawro była lub jest zaangażowany jako wykonawca w realizację 11 projektów, a ponadto aktualnie jest kierownikiem projektu finansowanego przez NCN w ramach konkursu SONATA.

Wymienione dokonania Habilitantki są wystarczające w świetle wymogów stawianych w art. 219 ust. 1 pkt. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.).

6. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

Pomimo tego, iż Habilitanta zatrudniona jest IWNiRZ-PIB, który z założenia nie prowadzi rozbudowanej działalności dydaktycznej to podejmowała Ona aktywność również w tym zakresie. W latach 2014-2018 prowadziła zajęcia z zakresu biotechnologii środowiskowej dla uczniów klas akademickich III LO im. św. Jana Kantego w Poznaniu. W latach 2016-2023 sprawowałam opiekę nad praktykantami/stażystami z różnych ośrodków naukowych. Ponadto prowadziła wykłady, warsztaty i zajęcia seminaryjne dla studentów UP w Poznaniu.

O aktywności organizacyjnej dr inż. Aleksandry Wawro świadczy zasiadanie w latach 2016-2017 w Radzie Naukowej IWNiRZ. Habilitantka jest także członkiem Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów oddz. Poznań. W latach 2021-2022 była członkiem Komitetu Naukowego oraz Przewodniczącą Komitetu Organizacyjnego cyklicznej Ogólnopolskiej Konferencji Młodych Naukowców pt. „Nowoczesne rolnictwo dla biogospodarki” organizowanej przez IWNiRZ-PIB

Dr inż. Aleksandra Wawro włączała się również w działalność popularyzującą naukę poprzez udział w krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych. W ich trakcie wygłosiła łącznie 11 referatów i zaprezentowała 19 posterów.

Podsumowując pozytywnie oceniam aktywność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzującą dr inż. Aleksandra Wawro.

7. Wniosek końcowy

Osiągnięcie naukowe dr inż. Aleksandry Wawro pt.: *„Wydajność procesu produkcji etanolu lignocelulozowego z uwzględnieniem rodzaju biomasy i jej głównych składników chemicznych”* oraz pozostała aktywność naukowa stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo. Pozytywnie oceniam również działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską Habilitantki. Na tej podstawie stwierdzam, że dr inż. Aleksandra Wawro jest doświadczonym oraz samodzielnym pracownikiem naukowo-badawczym, a jej osiągnięcie i dorobek naukowy oraz organizacyjny spełnia wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.). **Wobec powyższego pozytywnie opiniuję wniosek dr inż. Aleksandry Wawro o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.**



prof. dr hab. Mariusz Matyka