

Gdańsk, 20.05.2025

dr hab. inż. Lucyna Holec-Gąsior, prof. uczelni
Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii
Wydział Chemiczny
Politechnika Gdańska

RECENZJA
rozprawy doktorskiej
Pani mgr inż. Sylwii Pniewskiej

zatyulowanej:

„Opracowanie modyfikowalnych platform biosensorowych do wieloparametrowej immunodetekcji wybranych biomarkerów związanych z infekcjami wirusowymi”

Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani mgr inż. Sylwii Pniewskiej pt.: „Opracowanie modyfikowalnych platform biosensorowych do wieloparametrowej immunodetekcji wybranych biomarkerów związanych z infekcjami wirusowymi” ubiegającej się o stopień doktora w dziedzinie nauki ścisłe i przyrodnicze, w dyscyplinie biotechnologia przed Radą Naukową Dyscypliny Biotechnologia Politechniki Warszawskiej. Promotorem rozprawy doktorskiej jest Pani prof. dr hab. inż. Elżbieta Malinowska, natomiast rolę promotora pomocniczego pełnił dr inż. Marcin Drozd. Praca zrealizowana została w Katedrze Biotechnologii Medycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej.

Ocena wyboru tematyki badawczej

Tematyka badawcza podjęta przez Panią mgr inż. Sylwię Pniewską w ramach realizacji rozprawy doktorskiej, koncentrująca się na opracowaniu nowoczesnych strategii wytwarzania oraz charakteryzacji białkowych warstw receptorowych dedykowanych multiplexowej detekcji biomarkerów związanych z zakażeniami wirusowymi, wpisuje się w istotny nurt współczesnych światowych trendów w diagnostyce medycznej. Prace te odpowiadają na aktualne potrzeby w zakresie miniaturyzacji i automatyzacji analiz, rozwoju platform multiplex, zaawansowanej inżynierii powierzchni oraz diagnostyki point-of-care, a także poszukiwania innowacyjnych,

skutecznych metod detekcji biomarkerów. Tak sformułowany zakres badawczy stanowi wartościowy wkład w rozwój nowoczesnych technologii diagnostycznych.

Tematyka badawcza skoncentrowana na inżynierii warstw receptorowych w immunodiagnostyce opierającej się na technice SPR (*Surface Plasmon Resonance*) jest wysoce aktualna i stanowi istotny obszar rozwoju nowoczesnych, szybkich oraz precyzyjnych metod diagnostycznych. Postęp w tej dziedzinie ma bezpośrednie przełożenie na poprawę jakości diagnostyki chorób cywilizacyjnych, zakażeń wirusowych oraz innych schorzeń, w których szybka i wiarygodna detekcja biomarkerów odgrywa kluczową rolę. Ponadto, rozwój technologii umożliwiających multiplexing, miniaturyzację sensorów oraz ich integrację z urządzeniami przenośnymi otwiera szerokie perspektywy zastosowań zarówno klinicznych, jak i badawczych. Wybór przedmiotowego tematu jest adekwatny do rosnących potrzeb medycyny precyzyjnej oraz biotechnologii, co czyni go kluczowym i perspektywicznym. Należy również podkreślić interdyscyplinarny charakter prowadzonych badań, które łączą zagadnienia z zakresu chemii powierzchni, biofizyki, inżynierii materiałowej oraz diagnostyki medycznej, co dodatkowo podnosi ich wartość naukową i aplikacyjną.

Ocena formalna i merytoryczna rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska ma charakter autoreferatu, którego integralną częścią są cztery publikacje naukowe (P1-P4) opublikowane w czasopismach ujętych na liście filadelfijskiej Journal Citation Reports (JCR). Rozprawa doktorska autorstwa Pani mgr inż. Sylwii Pniewskiej została opracowana zgodnie z aktualnym modelem prezentacji prac doktorskich opartych na cyklu publikacji, obejmujących krótkie wprowadzenie merytoryczne oraz zestaw spójnych tematycznie artykułów naukowych. Praca została przygotowana w języku polskim, a jej forma odpowiada standardom obowiązującym w przypadku rozpraw doktorskich opartych na publikacjach. Rozprawa rozpoczyna się od podziękowań, po których następuje streszczenie w języku polskim oraz angielskim. Kolejne elementy to spis treści, wykaz publikacji stanowiących podstawę rozprawy wraz z podaniem wartości wskaźnika Impact Factor (IF) dla poszczególnych czasopism oraz wykaz używanych skrótów. Następnie zaprezentowano cztery rozdziały, obejmujące: wprowadzenie teoretyczne do tematyki pracy, określenie celu i zakresu badań, komentarz Autorki odnoszący się do cyklu publikacji oraz podsumowanie. W dalszej części pracy znajdują się bibliografia oraz oświadczenia współautorów dotyczące wkładu w powstanie publikacji. Integralną część rozprawy stanowią również załączniki w postaci kopii publikacji wraz z materiałami uzupełniającymi. Pracę wieńczy szczegółowe przedstawienie dorobku naukowego Doktorantki, obejmujące współautorstwo w artykułach naukowych, udział w

projektach badawczych i konferencjach, otrzymane nagrody, wyjazdy naukowe oraz pełnioną rolę opiekuna naukowego. Całość pracy cechuje wysoki poziom staranności redakcyjnej oraz poprawność języka, co świadczy o profesjonalnym podejściu Autorki do przygotowania rozprawy doktorskiej.

Rozdział I autoreferatu pt.: „Wprowadzenie w problematykę podjętych badań”, jak wskazuje na to sam tytuł, wprowadza czytelnika w zagadnienia stanowiące podstawę prowadzonych w ramach rozprawy badań naukowych oraz aktualny stan wiedzy w tym zakresie. Stanowi pewnego rodzaju „przewodnik” po tematyce, którą zajmowała się Doktorantka w ramach realizacji pracy doktorskiej. Z lektury tej dowiadujemy się m.in. ogólnych informacji o diagnostyce medycznej infekcji wirusowych w tym przykładowych biomarkerach zakażeń wirusowych, immunopłatformach analitycznych oraz diagnostyce wieloparametrowej. Doktorantka omawia także zagadnienia dotyczące mikromacierzy białkowych ze szczególnym uwzględnieniem strategii unieruchamiania receptorów i kontroli jakości białkowych warstw receptorowych. W ostatnim podrozdziale prezentuje różne strategie detekcji. Przedstawione zagadnienia są poparte adekwatnym piśmiennictwem obejmującym 159 pozycji literaturowych, z których znaczna część została opublikowana w okresie ostatnich dziesięciu lat (tj. 108 artykułów opublikowanych od 2015 do 2025 roku), co świadczy o aktualności podjętej przez Doktorantkę tematyki badawczej, a także uzasadnia celowość podjętych badań. Przygotowany wstęp teoretyczny wskazuje na dogłębną wiedzę Autorki w tematyce badań, jak i na umiejętność przekazania jej w klarowny i zrozumiały sposób. Świadczy to o jej dojrzałości naukowej.

Rozdział II autoreferatu przedstawia jasno sformułowany cel i zakres pracy doktorskiej, który dotyczył opracowania nowych strategii wytwarzania i charakteryzacji białkowych warstw receptorowych do multipleksowej detekcji biomarkerów związanych z zakażeniami wirusowymi. W moim przekonaniu cel pracy należy ocenić jako ambitny, aktualny i wysoce istotny naukowo oraz aplikacyjnie. Opracowanie bowiem nowych strategii immobilizacji i kontroli jakości warstw receptorowych stanowi odpowiedź na realne potrzeby współczesnej diagnostyki. Wyraźnie sformułowany przez Doktorantkę cel pracy obejmuje zarówno aspekty podstawowe (tj. opracowanie i optymalizacja nowych metod immobilizacji oraz kontroli jakości warstw białkowych), jak i aplikacyjne (wdrożenie tych rozwiązań do platform diagnostycznych oraz ich weryfikacja na próbkach klinicznych).

Rozdział III autoreferatu to szczegółowy komentarz Autorki odnoszący się do cyklu czterech artykułów naukowych, które stanowią fundament niniejszej rozprawy doktorskiej,

natomiast rozdział IV stanowi podsumowanie powiązanych tematycznie publikacji. Pierwsza z nich (oznaczona jako P1) ma charakter przeglądowy, natomiast pozostałe trzy (P2-P4) prezentują wyniki oryginalnych badań eksperymentalnych. Na uwagę zasługuje fakt, iż jedna z prac (P3) opublikowana została w *Sensors and Actuators: B. Chemical* (Elsevier), które jest uznanym i renomowanym czasopismem o ugruntowanej pozycji i wysokim prestiżu w dziedzinie sensorów chemicznych. Pozostałe prace ukazały się w dobrych czasopismach naukowych, takich jak: *Sensors* (MDPI) i *Biosensors* (MDPI). Sumaryczny współczynnik oddziaływania (IF) zgodny z rokiem opublikowania dla prac wchodzących w skład rozprawy jest równy 22.32, natomiast uśredniona wartość IF dla wymienionych prac naukowych wynosi 5.58, co świadczy o wysokim poziomie publikacji, które stanowią podstawę recenzowanej pracy doktorskiej. W kontekście dorobku Doktorantki takie wartości IF są uznawane za bardzo dobre, gdyż plasują publikacje w czasopismach o istotnym oddziaływaniu naukowym i dobrej widoczności w środowisku akademickim.

Praca (P1) „Recent Advancements in Receptor Layer Engineering for Applications in SPR-Based Immunodiagnosics” została opublikowana w *Sensors* (2021, $IF_{2020} = 4.43$) w otwartym dostępie, liczy 35 stron. Artykuł ten stanowi kompleksowy przegląd nowoczesnych metod projektowania warstw receptorowych dla immunodiagnostyki opartej na rezonansie plazmonów powierzchniowych (SPR), co ma kluczowe znaczenie dla rozwoju czułych i selektywnych biosensorów medycznych. Praca dostarcza nie tylko teoretycznego przeglądu, ale także omawia praktyczne aspekty projektowania immunosensorów SPR, co jest cenne dla badaczy i inżynierów rozwijających nowe narzędzia diagnostyczne. Biorąc pod uwagę charakter pracy, który wymaga dogłębnej znajomości tematu, analizy literatury oraz syntezy aktualnych trendów udział mgr inż. Sylwii Pniewskiej w jej powstaniu należy ocenić jako znaczący. Analiza danych literaturowych niewątpliwie umożliwiła Doktorantce zapoznanie się z tematyką badawczą i stanowiła niezbędne wprowadzenie do dalszych badań naukowych realizowanych w ramach pracy doktorskiej.

Artykuł (P2) „A Careful Insight into DDI-Type Receptor Layers on the Way to Improvement of Click-Biology-Based Immunosensors” został opublikowany w *Biosensors* (2024, $IF_{2023} = 5.18$), liczy 17 stron. Dodatkowo na stronie wydawnictwa dostępny jest 7-stronicowy suplement. Publikacja stanowi istotny wkład w rozwój technologii biosensorowych, szczególnie w zakresie optymalizacji warstw receptorowych z użyciem koniugatów białko-DNA oraz analogów DNA (ZNA®, PNA). Autorzy przeprowadzili systematyczne badania wpływu czystości koniugatów, rodzaju i gęstości sond oligomerowych oraz doboru czynników wypełniających na wydajność i

specyficzność warstw receptorowych. W pracy zwrócono uwagę na praktyczne aspekty, takie jak możliwość regeneracji warstwy receptorowej, efektywność hybrydyzacji oraz stabilność systemu w różnych warunkach buforowych, co jest kluczowe dla wdrożenia platform DDI w rutynowej diagnostyce. Doktorantka jest pierwszą autorką publikacji, co jednoznacznie świadczy o kluczowym i wiodącym udziale w realizacji koncepcji badawczej, prowadzeniu eksperymentów oraz opracowaniu wyników.

Praca (P3) „A versatile approach to quality control of protein-based receptor layers by reversible, nonspecific staining for multiplex SPRi immunosensing” opublikowana w renomowanym periodyku naukowym *Sensors and Actuators: B. Chemical* (2024, IF₂₀₂₃ = 8.46) liczy 12 stron. Dodatkowo na stronie wydawnictwa dostępny jest 10-stronicowy suplement. Niniejszy artykuł naukowy dotyczy opracowania uniwersalnej, szybkiej i nieniszczącej metody kontroli jakości białkowej warstwy receptorowej w formie mikromacierzy SPRi. Autorzy proponują zastosowanie odwracalnego, niespecyficznego znakowania białek popularnymi anionowymi barwnikami (Ponceau S, czerń amidowa 10B, błękit brylantowy G-250) w celu wizualizacji i ilościowej oceny gęstości powierzchniowej białkowych warstw receptorowych w systemach SPRi. Metoda ta pozwala na szybkie, jednoczesne mapowanie wielu pól testowych, co jest kluczowe dla zapewnienia powtarzalności i wiarygodności analiz wieloparametrowych. Doktorantka jako pierwsza autorka, odegrała kluczową rolę w koncepcji, realizacji oraz analizie uzyskanych wyników badań.

Ostatnia z załączonych prac (P4) „PET Foils Functionalized with Reactive Copolymers as Adaptable Microvolume ELISA Spot Array Platforms for Multiplex Serological Analysis of SARS-CoV-2 Infections” została opublikowana w *Sensors* (2024, IF₂₀₂₃ = 4.25), liczy 18 stron. Dodatkowo na stronie wydawnictwa dostępny jest 9-stronicowy suplement. Publikacja ta prezentuje innowacyjne podejście do tworzenia platform immunoenzymatycznych opartych na elastycznych foliach PET funkcjonalizowanych reaktywnymi kopolimerami (MCP-2 oraz Copoly Azide). Autorzy podjęli się opracowania i walidacji nowoczesnych zminiaturyzowanych, elastycznych podłoży testowych do jednoczesnej detekcji różnych klas i podklas przeciwciał przeciwko koronawirusowi ciężkiego ostrego zespołu oddechowego (SARS-CoV-2) w niewielkich objętościach surowicy ludzkiej. Wykazali, że zastosowanie reaktywnych kopolimerów znacząco poprawia efektywność immobilizacji białek oraz właściwości antyadhezyjne powierzchni, co przekłada się na wysoką czułość i specyficzność testów serologicznych. Szczególnie wartościowe jest porównanie różnych strategii immobilizacji oraz integracja platformy z analizą SPR. Pozycja Pani mgr inż. Sylwii Pniewskiej jako pierwszego

autora oraz zakres prowadzonych badań jednoznacznie wskazują na wiodącą, samodzielną rolę Doktorantki, a jej wkład należy uznać za decydujący dla jakości i wartości naukowej pracy.

Wszystkie powyżej wymienione artykuły naukowe wchodzące w skład rozprawy doktorskiej zostały przez Doktorantkę opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych i były wcześniej poddane merytorycznej analizie przez niezależnych Recenzentów i ocenione przez nich pozytywnie. Dlatego wartość merytoryczna publikacji nie podlega dyskusji i dalszej ocenie.

Podsumowując należy podkreślić, że Doktorantka pełniła funkcję pierwszej autorki we wszystkich trzech artykułach badawczych (P2-P4), zaś w jednej publikacji figuruje jako druga autorka (P1). Taki układ autorstwa jednoznacznie świadczy o istotnym i bezpośrednim wkładzie Doktorantki w realizację prowadzonych badań, co znajduje potwierdzenie również w załączonych oświadczeniach współautorów. W moim przekonaniu wkład mgr inż. Sylwii Pniewskiej w powstanie cyklu publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej jest znaczący i wielowymiarowy. W trzech artykułach doświadczalnych jej udział obejmował zarówno współtworzenie koncepcji badawczej, jak i samodzielne przeprowadzenie większości eksperymentów, wdrażanie nowych protokołów laboratoryjnych, opracowanie i analizę wyników, a także przygotowanie graficznych ilustracji oraz redakcję manuskryptów na wszystkich etapach pracy, w tym podczas korekty po recenzji. W przypadku pracy przeglądowej (P1) doktorantka odpowiadała za zapoznanie się z literaturą przedmiotu, współtworzenie koncepcji oraz redakcję wybranych rozdziałów, co świadczy o jej kompetencjach w zakresie analizy i syntezy aktualnego stanu wiedzy. Ponadto w jednej z publikacji (P4) doktorantka wykazała się inicjatywą w nawiązywaniu współpracy międzynarodowej oraz wykorzystaniu kompetencji zdobytych podczas zagranicznego stażu naukowego, co dodatkowo podkreśla jej samodzielność i zaangażowanie w rozwój badań naukowych. Zakres i charakter przedstawionych działań jednoznacznie wskazują na kluczowy i samodzielny wkład Doktorantki w realizację badań oraz powstanie publikacji naukowych, co stanowi dowód wysokich kompetencji badawczych oraz umiejętności pracy zespołowej i interdyscyplinarnej. Ponadto wystąpienia na konferencjach międzynarodowych i krajowych, nagrody, udział w projektach badawczych oraz trzymiesięczny wyjazd naukowy w ramach programu „Mobility i NAWA STER” świadczą o wysokim poziomie zaangażowania oraz konsekwentnym poszerzaniu kompetencji naukowych. Wymienione aktywności z pewnością przyczyniły się do zdobycia cennego doświadczenia badawczego, rozwoju umiejętności współpracy w środowisku międzynarodowym oraz poszerzenia perspektywy naukowej Doktorantki.

Obowiązkiem recenzenta jest dokonanie krytycznej analizy ocenianej pracy. Pomimo złożoności problematyki badawczej, zarówno zagadnienia teoretyczne, jak i zastosowane metody oraz uzyskane wyniki zostały przedstawione przez Doktorantkę w sposób systematyczny i kompleksowy, obejmując wszystkie istotne aspekty przedmiotowego zagadnienia. Wybór tematyki badawczej należy uznać za w pełni uzasadniony oraz istotny zarówno z punktu widzenia poznawczego, metodologicznego, jak i aplikacyjnego. Praca charakteryzuje się nowatorskim podejściem, a zaprezentowane wyniki stanowią oryginalny wkład w literaturę naukową. Z całą stanowczością stwierdzam, że postawione cele badawcze zostały osiągnięte, a otrzymane rezultaty wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny. Mimo wyjątkowej staranności w przygotowaniu rozprawy, Doktorantka nie ustrzegła się pewnych nieprawidłowości. Tabele, rysunki i znajdujące się opisy są czytelne, choć zdarzają się w tekście błędy topograficzne w postaci wielu spacji pomiędzy wyrazami i zdaniami. Za nieprawidłowe uważam stosowanie przez Doktorantkę terminu „ekspresja” w odniesieniu do białka, np. w podrozdziale 1.1.1. „Biomerkery zakażeń wirusowych” na stronie 21 Autorka pisze „Obejmują one DNA lub RNA i białka strukturalne, które ulegają ekspresji podczas replikacji i infekcji wirusowej”, a na stronie 22 „Białko N odgrywa kluczową rolę w upakowaniu genomu wirusa, a jego ekspresja osiąga najwyższy poziom spośród wszystkich białek wirusowych”. Merytorycznie poprawnie jest stwierdzenie „ekspresja genu”, przy czym słowo „ekspresja” odnosi się do procesu, w którym informacja genetyczna zawarta w genie jest odczytywana i przekształcana w produkt genu. W związku z tym, termin „ekspresja” nie odnosi się bezpośrednio do białka, lecz do genu, którego produktem jest to białko. Ponadto Doktorantka w niektórych miejscach swojego autoreferatu zastosowała potoczne określenia np. „przeciwciężło anty-koza” na stronie 31. Należy zaznaczyć, że wskazane przeze mnie, zgodnie z wymogami recenzji, drobne uchybienia nie wpływają negatywnie na ogólną, bardzo wysoką ocenę pracy.

Konkludując, należy podkreślić, iż interdyscyplinarność podjętej problematyki badawczej, jej nowatorski charakter oraz potencjał aplikacyjny, w połączeniu z klarownością i logiczną spójnością analizy, stanowią o wysokiej wartości naukowej prezentowanej rozprawy doktorskiej. Niemniej jednak, każda praca doktorska o znaczącym wkładzie poznawczym prowokuje dalsze refleksje naukowe i generuje pytania, wynikające z naturalnej ciekawości badawczej. Z nałożonego na mnie obowiązku recenzenta poniżej sformułowałam kilka pytań, prosząc zarazem Doktorantkę o ustosunkowanie się do nich w trakcie publicznej obrony pracy doktorskiej.

- W pracy przeglądowej (P1) przedstawiono główne ograniczenia i wyzwania związane z zastosowaniem biosensorów w diagnostyce klinicznej, zwłaszcza przy analizie próbek klinicznych pochodzących od pacjentów. Chciałabym jednak poznać Pani własną opinie w tym zakresie – zarówno w świetle literatury, jak i doświadczeń zdobytych podczas realizacji badań własnych. Proszę wskazać, jakie Pani zdaniem są kluczowe ograniczenia praktycznego zastosowania opracowanych przez Panią biosensorów warunkach klinicznych.
- W swoich pracach badawczych, obejmujących zarówno aspekty projektowania warstw receptorowych, jak i zastosowań biosensorów w analizie próbek klinicznych, z pewnością napotkała Pani na szereg wyzwań technicznych i naukowych. Proszę wskazać, jakie były główne trudności napotkane podczas realizacji założonych celów badawczych, zarówno na etapie projektowania i optymalizacji biosensorów, jak i podczas pracy z rzeczywistymi matrycami biologicznymi. Proszę również opisać, jakie strategie i rozwiązania zostały przez Panią zastosowane w celu przezwyciężenia tych wyzwań oraz w jaki sposób wpłynęły one na ostateczną funkcjonalność i potencjał wdrożeniowy opracowanych rozwiązań.
- Proszę wskazać, jakie kluczowe wyzwania technologiczne i naukowe, Pani zdaniem, pozostają nadal nierozwiązane w kontekście praktycznego wdrożenia opisanych rozwiązań. Proszę odnieść się zarówno do ograniczeń wynikających z własnych badań, jak i do aktualnych trendów oraz barier wskazanych w literaturze przedmiotu.
- W swoich publikacjach przedstawiła Pani szereg innowacyjnych rozwiązań w zakresie konstrukcji oraz zastosowań biosensorów w analizie próbek klinicznych. Mając na uwadze zarówno przedstawione wyniki eksperymentalne, jak i obecny stan wiedzy, proszę o przedstawienie Pani opinii na temat perspektyw komercjalizacji oraz wdrożenia zaproponowanych rozwiązań w praktyce laboratoryjnej.
- W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój narzędzi sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego w analizie i interpretacji złożonych danych eksperymentalnych, w tym w obszarze biosensoryki. Choć w Pani publikacjach zagadnienie to nie zostało szerzej omówione, proszę o przedstawienie swojej opinii na temat możliwości i potencjalnych korzyści wynikających z zastosowania

algorytmów sztucznej inteligencji lub uczenia maszynowego do analizy i interpretacji sygnałów generowanych przez biosensory SPR. Jakie konkretne aspekty pracy, Pani zdaniem, mogłyby szczególnie skorzystać z takich rozwiązań, a jakie wyzwania należałoby pokonać, aby ich implementacja była efektywna w praktyce laboratoryjnej i klinicznej?

Podsumowanie

Podsumowując moją ocenę rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Sylwii Pniewskiej, pragnę podkreślić wysoki poziom merytoryczny prowadzonych badań. Wybór tematyki badawczej oceniam jako szczególnie trafny, nowatorski oraz perspektywiczny, co świadczy o doskonałej orientacji Autorki w aktualnych potrzebach nauki i medycyny oraz o umiejętności formułowania ambitnych, a zarazem realistycznych celów badawczych. Postawiony cel pracy został w pełni zrealizowany. Opracowane strategie oraz platformy badawcze charakteryzują się wysoką skutecznością, innowacyjnością oraz znaczącym potencjałem aplikacyjnym w obszarze nowoczesnej diagnostyki medycznej. Publikacje naukowe, które stanowią podstawę rozprawy, nie tylko odpowiadają na pilne potrzeby kliniczne, lecz również wyznaczają nowe kierunki rozwoju w dziedzinie biosensorów i immunodiagnostyki. Interdyscyplinarny charakter badań, wysoka wartość aplikacyjna oraz innowacyjność zaproponowanych rozwiązań stanowią o ich wyróżniającym miejscu wśród aktualnych prac naukowych z tego obszaru.

Wniosek końcowy

W moim ocenie rozprawa doktorska mgr inż. Sylwii Pniewskiej spełnia wymogi formalne i merytoryczne określone w art. 187 Ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.). Przedstawione w pracy badania cechują się wysokim poziomem naukowym oraz zostały przeprowadzone z zastosowaniem zaawansowanego warsztatu metodologicznego, co pozwoliło na opracowanie oryginalnych i istotnych rozwiązań w obszarze problematyki badawczej. W związku z powyższym **wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Biotechnologia Politechniki Warszawskiej o przyjęcie rozprawy oraz dopuszczenie mgr inż. Sylwii Pniewskiej do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora**. Mając na uwadze wysoką wartość naukową i innowacyjny charakter rozprawy **zwracam się z wnioskiem do Rady Naukowej Dyscypliny Biotechnologia o jej wyróżnienie**. W celu uzasadnienia niniejszego wniosku załączam dodatkowy dokument zawierający szczegółową argumentację.

dr hab. inż. Lucyna Holec-Gąsior, prof. uczelni