



dr hab. inż. Justyna Starzyk, prof. UPP
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii
ul. Szydlowska 50
60-656 Poznań

Poznań, 04.12.2052 r.

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej

mgr inż. Piotra Kanarka

pt. ” OPRACOWANIE INNOWACYJNEJ TECHNOLOGII BEZCHLOROWEGO
UZDATNIANIA WÓD POPŁUCZNYCH PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO Z
WYKORZYSTANIEM SKŁADNIKÓW BIOAKTYWNYCH POCHODZENIA
ROŚLINNEGO”.

1. Podstawa opracowania recenzji

Praca doktorska mgr inż. Piotra Kanarka wykonana została w Katedrze Mikrobiologii i Ekologii Roślin, na Wydziale Rolnictwa i Biotechnologii Politechniki Bydgoskiej im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy pod kierunkiem Pani Promotor dr hab. inż. Barbary Brezy-Boruty, prof. PBS. Recenzję wykonano w związku z uchwałą NR 69/2024/2025 podjętą przez Radę Naukową Dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo Politechniki Bydgoskiej im. J.J. Śniadeckich z dnia 30 września 2025 roku oraz Zawiadomieniem nr 2/NB.520.1.2025 sygnowanym przez Przewodniczącą w/w Rady dr hab. inż. Annę Baturo-Cieśniewską, informującym o wyznaczeniu na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Piotra Kanarka.

2. Ogólna charakterystyka – zasadność podjęcia tematu

W dobie rosnącego kryzysu wodnego i globalnych wyzwań związanych ze zrównoważonym rozwojem przemysł rolno-spożywczy, który jest jednym z największych konsumentów wody staje przed koniecznością rewolucyjnej zmiany w zarządzaniu zasobami wodnymi. Odzyskiwanie i ponowne wykorzystywanie wody przestaje być opcjonalną innowacją, a staje się strategicznym imperatywem. Ukierunkowanie działań związanych z wykorzystaniem potencjału metod biologicznych w oczyszczaniu wód popłucznych z przemysłu rolno-spożywczego w ostatnich latach skupiało się przede wszystkim na wykorzystaniu drobnoustrojów poprzez zastosowanie biologicznie aktywnych filtrów tworzących środowisko dla bakterii rozkładających substancje organiczne. Inne metody wykorzystują bakterie, grzyby i algi w procesach biotechnologicznych, które przekształcają zanieczyszczenia w mniej szkodliwe związki.

Mimo niepodważalnej roli mikroorganizmów w tym zakresie, nadal istotnym problemem pozostaje kontaminacja mikrobiologiczna. Intensywny rozwój przemysłu rolno-spożywczego generując znaczące ilości wód technologicznych i popłucznych, które wymagają skutecznego uzdatniania przed ponownym użyciem lub zrzutem do środowiska w pewnym stopniu wymusza poszukiwanie nowych sposobów ich uzdatniania. Tradycyjne metody dezynfekcji, oparte głównie na chlorowaniu, są efektywne w eliminacji patogenów, lecz wiążą się z ryzykiem powstawania szkodliwych dla zdrowia i środowiska produktów ubocznych, takich jak chloroform, kwasy di- i trichlorooctowy, bromian czy pochodne jodu. W odpowiedzi na te wyzwania oraz rosnące wymagania ekologiczne i zdrowotne, kluczowe staje się poszukiwanie innowacyjnych, bezpiecznych i zrównoważonych alternatyw. Twierdząc, że zaproponowany przez mgr inż. Piotra Kanarkę w rozprawie doktorackiej konstrukt jest rozwiązaniem łączącym wszystkie powyższe cechy dobrej alternatywy. Niniejsze opracowanie koncentruje się na innowacyjnej technologii bezchlorowego uzdatniania wód poprzemysłowych z sektora rolno-spożywczego, wykorzystującej składniki bioaktywne roślinne (fitochemikalia) jako kluczowe czynniki dezynfekcyjne. Związki te, w tym polifenole, flawonoidy i terpeny, wykazują naturalne i szerokie spektrum działania przeciwdrobnoustrojowego. Należy podkreślić, że w literaturze przedmiotu powszechnie znany jest fakt roli antagonistycznego oddziaływania roślinnych substancji bioaktywnych w zwalczaniu patogenów, zwłaszcza tych wielolekoopornych. Jednak na wyraźne zaakcentowanie zasługuje nowatorskie podejście do wykorzystania potencjału przeciwdrobnoustrojowego roślinnych substancji bioaktywnych podczas ich implementacji w złożach biologicznych.

Zastosowanie wyciągów roślinnych jako naturalnych środków dezynfekujących ma duży potencjał, by skutecznie eliminować zanieczyszczenia mikrobiologiczne, jednocześnie minimalizując toksyczność procesu uzdatniania wód popłucznych, a tym samym wpisuje się w ideę Zielonej Chemii i Gospodarki Obiegu Zamkniętego (GOZ) umożliwiając nie tylko efektywną inaktywację patogenów, ale także często potencjalne wykorzystanie odpadowej biomasy z samego przemysłu, jako źródła tych aktywnych substancji poprzez wykorzystanie naturalnych, odnawialnych zasobów.

Stąd też badania oparte na poszukiwaniu alternatywnych, bezchlorowych technologii uzdatniania wód popłucznych przemysłu rolno-spożywczego z wykorzystaniem ekstraktów roślinnych są jak najbardziej zasadne i istotne dla dziedziny nauk rolniczych, dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

Przedstawione przez Doktoranta w dysertacji wyniki badań są bardzo ważne i uzasadnione, ponieważ zwiększają dostępną wiedzę na temat roli właściwości ekstraktów roślinnych w ograniczaniu rozwoju mikrobioty chorobotwórczej, co zostało osiągnięte dzięki zakrojonej na szeroką skalę analizie różnorodnych surowców roślinnych, a w szczególności identyfikacji chromatograficznej profili chemicznych zawartych w nich związków, co z kolei pozwoliło na wytypowanie związków bioaktywnych o potencjale bakteriobójczym.

Jednakże najcenniejszym elementem przedstawionej dysertacji niewątpliwie jest jej nowatorski aspekt praktycznego wykorzystania roślinnych składników bioaktywnych w zaprojektowanej, skonstruowanej i wdrożonej technologii uzdatniania wody popłucznej w skali rzeczywistych systemów uzdatniania wody odpadowej.

Powszechnie bowiem wiadomo, że choć wiele słusznych założeń w dziedzinie mikrobiologii znajduje często potwierdzenie w analizach badań prowadzonych w

warunkach *in vitro*, to przejście do makroskali często nie przynosi oczekiwanych rezultatów.

Poza nadrzędnie wytyczonym celem, innym ważnym aspektem wynikającym z przeprowadzonych badań przez Doktoranta jest fakt, że opracowanie to stanowi cenny zbiór danych na temat szerokiego spektrum taksonomicznego drobnoustrojów występujących w różnych próbkach wody popłucznej oraz określenie wybranych profili lekooporności.

Obszerne wyniki innowacyjnych badań oraz zgromadzona wiedza, pozwalająca na kontrolowanie stanu mikrobiologicznego przemysłowych wód popłucznych w dłuższej perspektywie mają istotne znaczenie i wpisują się w dziedzinę nauk rolniczych, dyscyplinę rolnictwa i ogrodnictwa.

3. Formalna ocena rozprawy oraz sylwetka naukowa Doktoranta

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została przygotowana w formie opracowania naukowego, składającego się z cyklu czterech artykułów powiązanych z tematem dysertacji, którymi są:

1. Kanarek Piotr, Breza-Boruta Barbara, Rolbiecki Roman, Microbial composition and formation of biofilms in agricultural irrigation systems- a review, *Ecohydrology &Hydrobiology* (Elsevier), 2024, 24(3), 583 590, <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2023.10.004>, 100 pkt MNiSW1, Impact Factor: 2,2
2. Kanarek Piotr, Breza-Boruta Barbara, Bogiel Tomasz. In the Depths of Wash Water: Isolation of Opportunistic Bacteria from Fresh-Cut Processing Plants, *Pathogens*(MDPI).2024;13(9):768,<https://doi.org/10.3390/pathogens13090768> 100 pkt MNiSW1, Impact Factor:3,3
3. Kanarek Piotr, Breza-Boruta Barbara, Stocki Marcin. Antimicrobial Activity and Phytochemical Profiling of Natural Plant Extracts for Biological Control of Wash Water in the Agri-Food Industry. *Applied Sciences* (MDPI). 2025;15(9):5199. <https://doi.org/10.3390/app15095199>, 100 pkt MNiSW1, Impact Factor: 2,5
4. Kanarek Piotr, Breza-Boruta Barbara, Poćwiardowski Wojciech, Pilot Scale Evaluation of a Filter Prototype for Bacterial Inactivation in Agro-Food Processing Wastewater, *Water* (MDPI), 2025;17(7):2631. <https://doi.org/10.3390/w17172631>, 100 pkt MNiSW1, Impact Factor: 3,0

Wszystkie artykuły stanowiące podstawę osiągnięcia naukowego, opublikowano w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym z listy Journal Citation Reports (JCR), takich jak: *Ecohydrology &Hydrobiology*, *Pathogens*, *Applied Sciences* i *Water*.

Parametry naukometryczne przedstawionego przez Pana mgr inż. Piotra Kanarka osiągnięcia naukowego są wysokie. Łączny sumarycznym Impact Factor wynosi 11, a liczba punktów wg wykazu MNiSW równa się 400 (zgodnie z rokiem wydania).

Badania zostały sfinansowane w ramach programu Doktorat wdrożeniowy (DWD/5/0207/2021) ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Opłaty za publikację artykułów nr 3 i 4 zostały sfinansowane w ramach programu Działania Naukowe Młodych Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich (DNM/2/24 i DNM 9/2025).

Na uwagę zasługuje fakt, że mgr inż. Piotr Kanarek we wszystkich publikacjach naukowych jest pierwszym autorem. Z załączonych oświadczeń dotyczących współautorstwa wynika, że indywidulany wkład Doktoranta w powstanie prac był znaczący. W trakcie przygotowywania prac naukowych był zaangażowany we współudział w opracowywaniu koncepcji pracy, zebranie danych literaturowych, przygotowanie pierwszej wersji manuskryptu oraz jego korektę, nawiązanie współpracy z zakładami przetwórczymi, wykonanie analiz mikrobiologicznych i antybiogramów, przygotowanie ekstraktów, opracowanie i interpretacja wyników oraz odpowiedzi na recenzje.

Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej objęto prawidłowo sformułowanym tytułem „OPRACOWANIE INNOWACYJNEJ TECHNOLOGII BEZCHLOROWEGO UZDATNIANIA WÓD POPŁUCZNYCH PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO Z WYKORZYSTANIEM SKŁADNIKÓW BIOAKTYWNYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO” i przedstawiono w postaci syntetycznego 46 - stronicowego opracowania, obejmującego 5 kolejnych rozdziałów, zaprezentowanych w następującej kolejności: Wstęp, wykaz artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej, uzasadnienie spójności tematycznej cyklu publikacji rozprawy (wykaz skrótów, symboli i jednostek, hipoteza badawcza, cel i zakres badań, materiały i metody badań, omówienie publikacji stanowiących rozprawę doktorską, podsumowanie i wnioski, literatura) oraz streszczenie w języku polskim i angielskim.

Następnie został załączony życiorys naukowy i wykaz pozostałych osiągnięć naukowych doktoranta, który bez wątpienia można określić jako imponujący. Doktorant w latach 2021-2024 poza publikacjami wchodzącymi do cyklu rozprawy doktorskiej był współautorem 14 dodatkowych publikacji opublikowanych często w prestiżowych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. W pięciu z nich Pan mgr inż. Piotr Kanarek był pierwszym autorem. Należy podkreślić, że jedna z publikacji była cytowana aż 34 razy.

Ostatecznie całkowity dorobek naukowy doktoranta w oparciu o dane bibliometryczne składa się łącznie z 18 publikacji o sumarycznym IF 58.449 o punktacji MNiSW wynoszącej 1460 punktów, liczbie cytowani wg Scopus równej 58 i indeksie Hirscha wynoszącym 4 (Web of Science), 5 (Scopus). Dorobek naukowy doceniony został również Nagrodą JM Rektora Politechniki Bydgoskiej za wybitne osiągnięcia naukowe i działalność naukową, tym bardziej, że został osiągnięty na przestrzeni zaledwie czterech lat.

Z opisu sylwetki naukowej Pana mgr inż. Piotra Kanarka dowiadujemy się również, że w latach 2021-2025 uczestniczył w dwóch projektach naukowych, a także ma bogate doświadczenie zawodowe począwszy od praktyki zawodowej w Laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Bydgoszczy, następnie na stanowisku laboranta, biotechnologa i doktoranta wdrożeniowego w dwóch kolejnych firmach. Był również uczestnikiem studiów podyplomowych na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu Collegium Medicum w Bydgoszczy na kierunku: Nowoczesne

metody molekularne w medycznym laboratorium diagnostycznym. W roku 2024 odbył wyjazd studyjny do Zakładu Badań Systemu Gleba-Roślina Instytutu Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk w Lublinie.

W roku 2025 Pan mgr inż. Piotr Kanarek wziął udział w przygotowaniu zgłoszenia patentowego na wynalazek: Filtr modułowy do uzdatniania wody z wykorzystaniem hydrożeli z ekstraktami roślinnymi, żywicy jonowymiennnej oraz węgla aktywnego, a także zgłoszenia wzoru użytkowego: Sposób otrzymywania poliakrylanowego hydrożelu uwodnionego sterylnymi, zagęszczonymi ekstraktami roślinnymi o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych.

Nie mniej imponująca jest aktywność Doktoranta jako uczestnika łącznie 12 konferencji – w tym 5 krajowych i 7 międzynarodowych, z czego połowa z nich obejmowała prezentacje ustne wygłaszane przez Doktoranta, które dwukrotnie zostały wyróżnione w konkursie na najlepsze wystąpienie referatowe.

Ponadto Pan mgr inż. Piotr Kanarek wziął udział w 15 zróżnicowanych tematycznie szkoleniach i webinarach. Działalność organizacyjna dotyczyła natomiast udziału w komitetach organizacyjnych seminariów i konferencji.

Wracając do przedstawionego przez Doktoranta opracowania, na końcu zostały zamieszczone kolejne załączniki: kopie artykułów naukowych stanowiących cykl publikacji rozprawy doktorskiej, oświadczenie autora rozprawy doktorskiej, oświadczenia Współautorów artykułów naukowych, kopie potwierdzające zgłoszenie patentowe i wzór użytkowy oraz kopie potwierdzające udział w najważniejszych konferencjach.

Stwierdzam, że układ przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej nie budzi zastrzeżeń pod względem formalnym. **Praca została przygotowana bardzo starannie i precyzyjnie, charakteryzuje się czytelną strukturą oraz atrakcyjną szatą graficzną.** Wszystkie zamieszczone w opracowaniu schematy i rysunki autorstwa Doktoranta bardzo czytelnie obrazują omawiane zagadnienia.

4. Merytoryczna ocena pracy

W przedłożonej dysertacji Autor porusza niezwykle istotne z punktu widzenia rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego kwestie – z jednej strony zrównoważonego wykorzystania zasobów wody opartego na nieinwazyjnych dla środowiska metodach naturalnych, a w dalszej perspektywie także zdrowia konsumentów.

Chciałabym podkreślić, że praca jest opracowaniem bardzo syntetycznym i spójnym tematycznie, co jest niewątpliwym jej walorem. Autor w sposób logiczny i czytelny opisuje kolejno podejmowane działania zmierzające do stworzenia innowacyjnego systemu filtracji, ograniczającego populację potencjalnie chorobotwórczych drobnoustrojów w wodach popłucznych.

Przedstawione wyniki badań są bardzo istotne w kontekście najnowszych założeń i strategii o zasięgu zarówno krajowym, jak i międzynarodowym, zakładających wdrażanie metod racjonalnego gospodarowania zasobami wody.

Zredagowany przez Autora ‘Wstęp’ odzwierciedla celowość podjętych badań. Doktorant porusza w nim problem recyklingu wody, jak jednego z fundamentalnych czynników warunkujących skuteczność produkcji rolnej. W tym kontekście opisuje zagrożenia wynikające z mikrobiologicznej kontaminacji wód popłucznych, szczególnie podkreślając

niebezpieczeństwo związane z pojawianiem się w środowisku szczepów wielolekoopornych. Autor poddaje ocenie dotychczas stosowane fizyczne i chemiczne metody uzdatniania wody procesowej, wskazując na ich wady, związane z powstawaniem szkodliwych dla zdrowia produktów ubocznych, czy szybką utratą wydajności. Dalej podkreśla potencjał przeciwdrobnoustrojowy składników bioaktywnych zawartych w roślinach (alkaloidów, olejków eterycznych i związków fenolowych) sugerując możliwość jego wykorzystania w technologii bezchlorowego oczyszczania wód popłucznych. Przedstawiony w tym rozdziale przegląd literatury **trafnie przybliżył znaczenie podjętego wyzwania naukowego oraz dobrze wprowadził odbiorcę w zagadnienia przedstawione w dysertacji**, a ilość źródeł literaturowych, na które powołuje się Doktorant, wskazuje na bardzo dobrą znajomość bieżącej problematyki badawczej.

Poprawność zaprojektowanego układu badawczego została poparta uzasadnieniem spójności tematycznej cyklu publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej omówionym w rozdziale 3. Rozdział ten zawiera cel pracy, podzielony na 5 szczegółowych celów, które raczej bym określiła jako poszczególne etapy dysertacji oraz hipotezę rozwinętą o założenie i trzy hipotezy pomocnicze. Cel i hipoteza badawcza są właściwe merytorycznie. **Uważam, że jasny i precyzyjny sposób ich sformułowania, a następnie walidacji założeń nie budzi żadnych zastrzeżeń i świadczy o dużej dojrzałości naukowej Autora dysertacji, który w sposób świadomy i przemyślany, krok po kroku realizował postawione szczegółowe cele badawcze.**

Podrozdział 3.3. prezentuje warsztat badawczy Doktoranta, którym posługiwał się przy realizacji celów szczegółowych. W publikacji drugiej materiał badawczy stanowiły próbki wody pobrane z czterech zakładów przetwórstwa owocowo-warzywnego, z których izolowano mikroorganizmy przy użyciu filtracji membranowej, a następnie poddawano je identyfikacji gatunkowej metodą spektrometrii masowej MALDI-TOF. Wytypowano 9 oportunistycznych gatunków bakterii, które zbadano pod kątem określenia ich cech lekooporności.

W kolejnym etapie materiałem badawczym były różne części trzynastu gatunków roślin, znanych z zawartości ekstraktów o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych. Pozyskane i zatężone ekstrakty oceniano pod względem stopnia oddziaływania antagonistycznego na testowane gatunki bakterii. Najskuteczniej działające ekstrakty suszono rozpyłowo i poddano analizie chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas. Identyfikację jakościową prowadzono na podstawie widm masowych oraz indeksów retencji.

Konsekwencją tych badań było opracowanie systemu filtracyjnego docelowo przeznaczonego do oczyszczania wód popłucznych zawierającego filtr przepływowy wypełniony odpowiednim medium wzbogaconym o pozyskane wcześniej ekstrakty roślinne. Efektywność filtracji wyrażano spadkiem liczby bakterii w odpływie.

Zastosowana metodyka badań jest adekwatna do realizacji postawionych celów szczegółowych i kompatybilna z wynikami zaprezentowanymi w artykułach stanowiących osiągnięcie naukowe. Doktorant wykorzystuje standardowe metody mikrobiologiczne takie jak np. metoda dyfuzyjno-krażkowa i studzienkowo-dyfuzyjna ale na wyróżnienie zasługuje zastosowanie nowoczesnych i zróżnicowanych warsztatowo technik pozwalających na uzyskanie bardzo dobrych i wiarygodnych rezultatów badań. tj. chromatografia gazowa, spektrometria masowa, ale również ekstrakcja, opracowanie sposobu uwodnienia hydrożelu ekstraktami roślinnymi i opracowanie układu filtracyjnego. Wykorzystanie przez Doktoranta takiego warsztatu badawczego wskazuje na Jego bardzo dobre przygotowanie

metodyczne do dalszej pracy naukowej, nie tylko w zespołach krajowych, ale także międzynarodowych.

Po zapoznaniu się z tą częścią metodyczną dysertacji nasuwają mi się pytania:

1. Czy zastosowane w hydrożelu mieszaniny ekstraktów roślinnych zawierały równe udziały procentowe poszczególnych składników?
2. Czy oprócz badanych w recenzowanej dysertacji naturalnych ekstraktów roślinnych mógłby Pan wskazać inne, które mogłyby być potencjalnie zastosowane do ograniczenia rozwoju badanych przez Pana patogenów? A może już były przebadane takie ekstrakty i dlatego Pan ich nie ujął w swoich badaniach?

W kolejnym podrozdziale 'Omówienie publikacji stanowiących rozprawę doktorską', Kandydat w sposób syntetyczny i zrozumiały opisał rezultaty badań przedstawione w poszczególnych publikacjach wchodzących w skład dysertacji.

W mojej ocenie do największych osiągnięć mgr inż. Piotra Kanarka zalicza się:

- Izolację, identyfikację gatunkową i charakterystykę profili oporności szczepów pochodzących z różnych zakładów przetwórczych
- Wytypowanie surowców roślinnych, z których wyekstrahowano związki o potencjale przeciwdrobnoustrojowym, a następnie stwierdzenie, że były one zasadniczym czynnikiem ograniczającym liczebność mikroorganizmów wskaźnikowych
- Opracowanie innowacyjnej i bezchlorowej metody oczyszczania wód popłucznych przemysłu rolno-spożywczego z zastosowaniem złoża kompozytowego, wzbogaconego w hydrożel wysycony pozyskanymi ekstraktami roślinnymi, które to rozwiązanie okazało się być skutecznym układem działającym w skali półtechnicznej.

W rozdziale 'Podsumowanie i wnioski' Pan mgr inż. Piotr Kanarek sformułował 7 wniosków, a pozytywna weryfikacja hipotez pomocniczych potwierdziła założoną hipotezę badawczą. Na koniec Autor wskazuje na potencjalne przyszłościowe możliwości udoskonaleń opracowanego układu filtracyjnego, które pozwoliłyby na wydłużenie czasu skutecznej pracy zaprojektowanego złoża filtracyjnego.

5. Uwagi do pracy:

Przedstawioną mi do recenzji pracę oceniam wysoko, jednak poniżej wynotowałam kilka uwag technicznych i błędnych sformułowań:

- str.10 nietrafne sformułowanie „negatywny produkt uboczny” można by zastąpić określeniem „niepożądany/toksyczny”;
- str. 23 ryc. 6 błędny opis przedostatniego etapu przygotowania ekstraktów roślinnych, powinno być: „sterylizacja ekstraktów przez sączenie przez filtry strzykawkowe”;
- str. 28 sformułowanie „, zgodnie z najnowszymi źródłami naukowymi, podkreślono, że biofilmy wpływają negatywnie na hydraulikę...” proponuję zamienić na „, zgodnie z licznymi źródłami naukowymi...” gdyż problem ten jest podnoszony już od wielu lat;
- str. 30 w rozdziale 3.2 Autor powołuje się na Tabelę 2 zamiast Tabelę 3;
- str. 31 należy doprecyzować stwierdzenie „największą efektywność przeciwbakteryjną uzyskano dla ekstraktu z zielonej herbaty i maliny zwyczajnej, których strefy zahamowania

dochodziły do 8,0 mm wobec *P. aeruginosa* i *E. fecalis*” ponieważ zgodnie z Tabelą 2 zawartą w trzeciej publikacji w przypadku oddziaływania ekstraktu z maliny na drugi szczep strefa zahamowania wynosi tylko 5.0 mm;

- str. 33 pomimo tego, że opis działań naukowych zawartych w czwartej publikacji jest prawidłowy, dla pełnego przekazu należałoby uściślić, że zastosowany hydrożel w złożu kompozytowym był uwodniony ekstraktami roślinnymi. Sformułowanie to, choć oczywiste, nie znalazło się w opisie tego podrozdziału.

Pragnę podkreślić, że wymienione powyżej uwagi i komentarze w żadnym stopniu nie umniejszają wartości pracy.

Proszę Doktoranta o ustosunkowanie się do następujących pytań:

- Do jakiego stopnia w Pana opinii można by wydłużyć skuteczny czas pracy przedstawionego układu filtracyjnego po rozbudowaniu go w proponowane w opracowaniu dodatkowe elementy, takie jak zbiornik sedymentacyjny, moduł flotacyjny czy warstwy sorpcyjne?
- Czy przyszłościowo mogą występować jakiegokolwiek ograniczenia związane z zastosowaniem naturalnych ekstraktów roślinnych działających antagonistycznie na patogeny bakteryjne?

6. Wniosek końcowy

Podsumowując, stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Piotra Kanarka stanowi oryginalne rozwiązanie istotnego problemu naukowego i wnosi cenny wkład w rozwój nauk rolniczych w obrębie dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

Wskazuje ponadto na rozległą wiedzę Doktoranta nie tylko z zakresu rolnictwa, ale również biotechnologii i ochrony zdrowia. W trakcie jej realizacji Pan mgr inż. Piotr Kanarek opanował najnowsze metody, niezbędne do prowadzenia badań oraz zdobył duże umiejętności w interpretacji i dyskusji wyników. W świetle powyższej oceny recenzowana dysertacja spełnia wszystkie warunki określone w art. 187 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2024 r., poz. 1571), dlatego wnioskuję o jej dopuszczenie do kolejnych etapów postępowania doktorskiego.

Jednocześnie biorąc pod uwagę wysoką wartość merytoryczną, a w szczególności aplikacyjną dysertacji, jej nowatorstwo, bogaty warsztat badawczy oraz dorobek naukowy Doktoranta wnioskuję o wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej stosowną nagrodą.

dr hab. inż. Justyna Starzyk, prof. UPP

Poznań. 04.12.2025 r.

