



Bydgoszcz 12.06.2024

dr hab. Przemysław Kosobucki, prof. PBS  
Zakład Analityki Żywności i Ochrony Środowiska  
Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich  
ul. Seminaryjna 3  
85-326 Bydgoszcz

### RECENZJA

Rozprawy doktorskiej pt.:

*Zastosowanie flokulantów na bazie chitozanu i skrobi do oczyszczania wody technologicznej z płukania filtrów stosowanych w procesie uzdatniania wody podziemnej*

autorstwa mgra Piotra Maćczaka

wykonanej w Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu

w Katedrze Chemii Biomedycznej i Polimerów

pod kierownictwem naukowym prof. dr hab. Haliny Kaczmarek

oraz mgr Katarzyny Wojciechowskiej

Recenzja została sporządzona w odpowiedzi na pismo prof. dr hab. Iwony Łakomskiej, Dziekan Wydziału Chemii UMK w Toruniu z dnia 20.05.2024. Zasadnicze części wykonanej recenzji pracy doktorskiej obejmują moją ocenę oryginalności doboru oraz rozwiązania problemu naukowego i rozwiązania w zakresie zastosowania wyników własnych badań w sferze gospodarczej, ocenę ogólnej wiedzy teoretycznej, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Pana magistra Piotra Maćczaka.

Przedstawiona do recenzji praca dotyczy otrzymania nowych bioflokulantów na bazie chitozanu i skrobi modyfikowanej. Otrzymane bioflokulanty zostały poddane pełnej charakterystyce fizykochemicznej. Ich potencjał aplikacyjny w procesie oczyszczania wody technologicznej z płukania filtrów stosowanych w procesie uzdatniania wody podziemnej w Stacji Uzdatniania Wody w Kutnie również został poddany krytycznej ocenie. Rozprawa doktorska została wykonana w ramach II edycji programu „Doktorat wdrożeniowy”.

### **OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA RECENZOWANEJ ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

Recenzowana rozprawa pt. *Zastosowanie flokulantów na bazie chitozanu i skrobi do oczyszczania wody technologicznej z płukania filtrów stosowanych w procesie uzdatniania wody podziemnej* została przygotowana przez magistra Piotra Maćczaka pod opieką naukową prof. dr hab. Haliny Kaczmarek oraz mgr Katarzyny Wojciechowskiej, promotorów rozprawy.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska składa się dwóch głównych części.

Część literaturowa zawiera jeden obszerny rozdział w którym Doktorant w syntetyczny sposób przedstawił problem oczyszczania wody technologicznej z płukania filtrów, najczęściej wykorzystywane do tego celu flokulanty, mechanizm flokulacji oraz metody określania efektywności flokulacyjnej. Część literaturową kończy jasno określony cel pracy.

Część eksperymentalna pracy zawiera trzy rozdziały (zastosowane materiały, synteza i przygotowanie próbek; metodyka badań; wyniki i ich dyskusja). W dalszej części recenzowana rozprawa zawiera: podsumowanie i wnioski, streszczenie (w tym w języku angielskim), bibliografię (198 starannie wyselekcjonowanych pozycji literaturowych), załączniki (spis ilustracji i tabel). Układ pracy jest przejrzysty, praca pod względem technicznym jest napisana starannie. Ogółem recenzowane opracowanie liczy 132 strony.

## **OCENA ORYGINALNOŚCI DOBORU I ROZWIĄZANIA PROBLEMU NAUKOWEGO I ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE ZASTOSOWANIA WYNIKÓW BADAŃ W SFERZE GOSPODARCZEJ**

### **Ocena doboru problematyki badawczej**

Pan mgr Piotr Maćczak we wstępie swojej pracy napisał „Woda stanowi jeden z głównych elementów budulcowych wszystkich organizmów i jest podstawą życia na Ziemi.” To pierwsze zdanie uzasadnia konieczność ochrony zmniejszających się zasobów wodnych. Dbalność o środowisko wodne to jeden z najważniejszych aspektów ekologii. Polska należy do jednych z uboższych krajów Europy pod względem zasobności w wodę, dlatego tak istotne jest jej racjonalne wykorzystanie i ochrona. Woda na cele konsumpcyjne w Polsce jest pozyskiwana głównie z dwóch źródeł (ujęcia powierzchniowe oraz ujęcia podziemne). Jakość wody surowej jest niewystarczająca i musi być ona poddawana procesom uzdatniania w stacjach uzdatniania wód. Od początkowego składu fizykochemicznego wody zależy sposób jej uzdatniania, jednak każdy taki proces uwzględnia koagulację i flokulację. Klasyczne koagulanty (sole żelaza(II) i (III), glinu) powodują powstawanie sporych ilości osadów. W praktyce skuteczność działania tych substancji wspomagana jest przez dodawanie specjalnych, wielkocząsteczkowych związków, tzw. flokulantów, które zmniejszają zużycie koagulantów oraz przyspieszają i ułatwiają proces koagulacji. Od lat poszukuje się przyjaznych środowisku bioflokulantów, które są równie skuteczne jak klasyczne flokulanty, ale ulegają biodegradacji. Do tego celu wykorzystuje się polisacharydy (skrobię, chitozan, celulozę, kwas alginowy, taniny, gumę guar, alginiany i inne) ze względu na ich łatwą dostępność, biodegradowalność i zdolności adsorpcyjne.

Co bardzo ważne i do czego wrócę w dalszej części mojej recenzji, recenzowana praca doktorska opiera się na badaniach aplikacyjnych. Recenzowana praca doktorska jest bowiem efektem realizacji doktoratu wdrożeniowego. Zgodnie z ideą doktoratu wdrożeniowego i badań aplikacyjnych, Doktorant prezentuje zatem nie tylko ideę, ale także wyniki realnej praktycznej realizacji w Stacji Uzdatniania Wody w Kutnie.

Recenzowana praca stanowi ważny wkład w rozwój wiedzy i zastosowań praktycznych w tematyce uzdatniania wód. Dobór tematyki badań teoretycznych i aplikacyjnych oceniam zatem pozytywnie, doceniam oryginalność tematyki i potencjalny wkład, w tym w sferze aplikacji wyników badań własnych Doktoranta.

### **Ocena celów badawczych**

Kluczowe dla oceny oryginalności, zakresu i poprawności badań podjętych w dysertacji doktorskiej jest przeanalizowanie jej celów badawczych. Doktorant zaproponował trzy takie cele:

1. otrzymanie nowych bioflokulantów bazujących na chitozanie i skrobi modyfikowanej,



2. charakterystyka właściwości fizykochemicznych (stopień podstawienia, CHN, ATR-FTIR, SEM, TG, NMR) i użytkowych (Jar Test, badania biodegradacji) otrzymanych bioflokulantów bazujących na chitozanie i skrobi modyfikowanej,
3. porównanie otrzymanych bioflokulantów bazujących na chitozanie i skrobi modyfikowanej z komercyjnie dostępnymi i stosowanymi w praktyce flokulantami.

Chciałbym tu podkreślić, że sposób sformułowania i prezentacji celów badawczych jest poprawny i wskazuje jednoznacznie na celowość badań podjętych w recenzowanej rozprawie doktorskiej.

Podsumowując, praca zawiera szeroki i bogaty materiał eksperymentalny. Przeprowadzone przez Pana mgr Piotra Maćczaka badania były szczegółowo zaplanowane i realizowane systematycznie. Otrzymane wyniki zostały opisane i przedstawione w tabelach oraz na rysunkach w sposób niebudzący wątpliwości.

### **OCENA WIEDZY TEORETYCZNEJ ZAPREZENTOWANEJ PRZEZ AUTORA**

Na wstępie tej części mojej recenzji muszę podkreślić, że recenzowana praca doktorska jest efektem realizacji doktoratu wdrożeniowego. Specyfika tej pracy, z założenia, polega zatem na prezentowaniu umiejętności i wiedzy Doktoranta niezbędnych do rozwiązywania skomplikowanych problemów w konkretnych dziedzinach praktycznych. Od Doktoranta można zatem wymagać m.in. połączenia teorii z praktyką, integracji wiedzy z doświadczeniem zawodowym, potwierdzenia zaawansowanych umiejętności praktycznych, które można zastosować w rzeczywistych sytuacjach praktyki przedsiębiorstwa. Recenzowana rozprawa potwierdza spełnienie tych wymagań.

Struktura pracy jest logiczna i spójna. Zakres wiedzy zaprezentowanej w poszczególnych rozdziałach jest wprawdzie bardzo syntetyczny, ale pozwala śledzić przebieg badań literaturowych i aplikacyjnych oraz dostrzec sposób osiągnięcia postawionych celów badawczych.

Dodatkowo, Doktorant pokazuje dogłębną znajomość dziedziny badawczej, w której doktorat wdrożeniowy jest realizowany. Badania aplikacyjne są oparte na solidnych podstawach wiedzy i doświadczenia, dostarczają nowych rozwiązań dla rzeczywistych problemów w stacjach uzdatniania wód.

Odnosząc się do wdrożeniowego charakteru rozprawy można podkreślić, że recenzowana praca potwierdza wysoki poziom integracji wiedzy oraz umiejętności praktycznych, umożliwiających aplikację wiedzy w konkretnych sytuacjach praktycznych.

### **OCENA UMIEJĘTNOŚCI PROWADZENIA PRACY NAUKOWEJ**

Badania zaprezentowane w tej pracy doktorskiej mają charakter badań aplikacyjnych. Z definicji badania aplikacyjne mają na celu generowanie wiedzy w celu rozwiązania konkretnych problemów praktycznych lub przyczynienia się do rozwoju praktyki w określonym obszarze. O ile zatem tradycyjne badania podstawowe skupiają się na poznaniu, rozwijaniu wiedzy lub pogłębieniu zrozumienia określonych koncepcji, o tyle badania aplikacyjne mają zastosowanie praktyczne i są ukierunkowane na rozwiązywanie problemów w rzeczywistych sytuacjach. W tej pracy doktorskiej te rzeczywiste sytuacje dotyczą bardzo istotnego i aktualnego problemu wykorzystania biodegradowalnych bioflokulantów w stacjach uzdatniania wody.

Recenzowana praca doktorska spełnia oczekiwania co do istoty badań aplikacyjnych. Jej celem jest rozwiązanie konkretnych problemów praktycznych lub przyczynienie się do otrzymywania bioflokulantów bazujących na chitozanie i skrobi modyfikowanej.

Badania aplikacyjne, podobnie jak badania podstawowe, wykorzystują różne metody badawcze, oczywiście, metody te muszą być dostosowane do konkretnego problemu badawczego oraz specyficznego kontekstu. W recenzowanej pracy doktorskiej, aby osiągnąć założone cele zastosowano połączenie trzech podejść: badania literaturowe dotyczące procesów koagulacji ze szczególnym uwzględnieniem procesu flokulacji, badania oparte na doświadczeniu Autora



wynikającym z pracy zawodowej, a także badania eksperymentalne. Badania eksperymentalne w całości dały odpowiedzi na postawione cele badawcze.

### OCENA STRONY FORMALNEJ I JĘZYKOWEJ OPRACOWANIA

Praca została przygotowana w sposób, który umożliwia czytelnikowi łatwe śledzenie i zrozumienie zarówno kontekstu teoretycznego, jak i wyników zaprezentowanych badań aplikacyjnych. Doktorant jasno, klarownie i komunikatywnie zaprezentował zarówno kontekst i wyniki badań literaturowych, jak i wyniki eksperymentów.

Jak w większości rozpraw doktorskich, także i w tej można doszukać się pewnych nieścisłości i niewielkich uchybień, niemających wpływu na wysoki merytoryczny poziom pracy. Jednakże zadaniem Recenzenta jest je znaleźć, przedstawić Doktorantowi i oczekiwać wyjaśnień podczas publicznej obrony rozprawy.

1. str. 7, w mojej opinii wykaz skrótów powinien mieć kolejność alfabetyczną, łatwiej byłoby znaleźć odpowiednie wyjaśnienie,
2. str. 10, „flokulacja jest bezpośrednim rezultatem koagulacji...”, proces koagulacji składa się z dwóch etapów (faza destabilizacji i faza flokulacji), nie jest więc flokulacja rezultatem koagulacji. Koagulacja i flokulacja to dwie odrębne operacje jednostkowe. Proszę o komentarz,
3. zauważyłem kilka nieścisłości nomenklaturowych np. str. 13, jest żelaza (III) powinno być żelaza(III), jest glinu (III) powinno być glinu, jest siarczany powinno być siarczany(VI), jodan(VII) sodu,  $\text{IO}_3^-$ , itp.,
4. str. 19, „ilości substancji rozpuszczonych...” czy „ilości substancji zawieszonych”?
5. w pracy jest kilka rodzajów stosowanych jednostek stężeń ( $\text{mg/L}$ , ppm,  $\text{mg/dm}^3$ ), na przyszłość trzeba to usystematyzować,
6. zauważyłem żargonowe sformułowania, str. 25, „słabą rozpuszczalność w roztworach wodnych...” raczej „słabą rozpuszczalność w wodzie”,
7. po przeczytaniu pracy mam taką wątpliwość. Co z manganem? W wodach podziemnych żelazo i mangan występują równolegle, Pan nic nie wspomina o nim. Czy określał Pan wpływ otrzymanych bioflokulantów na stopień usuwania manganu chociaż w badaniach pilotowych, co z konkurencyjnością usuwania Fe i Mn? Dobry koagulant i później flokulant radzi sobie z obydwoma zanieczyszczeniami. Proszę o komentarz.
8. strony: 84-86, 90-91, 90, 95, przedstawiają praktycznie te same wyniki (tabela, wykres), jesteśmy wzrokowcami, wykres byłby wystarczający, na przyszłość unikać takich sytuacji,
9. str. 97, w dyskusji podsumowującej, przy grupach funkcyjnych zabrakło myślnika, jest COOH, powinno być -COOH.

Raz jeszcze chciałbym podkreślić, że ranga tych uchybień nie jest znacząca.

W tym miejscu chciałbym zapytać Pana mgra Piotra Maćczaka o dwie kwestie:

1. czy opracowane przez Pana nowe bioflokulanty zostały zgłoszone do ochrony przez Urząd Patentowy RP?
2. Czy SUW w Kutnie rozważa wykorzystanie bioflokulantów na bazie chitozanu i skrobi modyfikowanej w skali technologicznej? Co z produkcją przemysłową zaproponowanych przez Pana bioflokulantów?

## WNIOSKI KOŃCOWE

Biorąc pod uwagę aktualność i znaczenie tematyki rozprawy, sformułowane cele badawcze, logikę i spójność wywodu, wykorzystane narzędzia badawcze, walory poznawcze, a przede wszystkim walory aplikacyjne wyników przeprowadzonych badań stwierdzam, że rozprawa doktorska magistra Piotra Maćczaka stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego z dyscypliny nauki chemiczne. Rozprawa doktorska potwierdza wysoki poziom wiedzy teoretycznej i umiejętność samodzielnego prowadzenia prac badawczych. Recenzowana praca doktorska spełnia zatem wymagania art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) i może stanowić podstawę do nadania stopnia naukowego doktora w dyscyplinie nauki chemiczne.

Na podstawie powyższego uzasadnienia wnoszę o dopuszczenie Pana mgra Piotra Maćczaka do kolejnych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie nauki chemiczne.



*dr hab. Przemysław Kosobucki*  
*prof. PBS*

12/15/2023