

Poznań, 25.07.2024 r.

Dr hab. inż. Joanna Jeż-Walkowiak, prof.P.P.
Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych
Politechniki Poznańskiej

RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgra Piotra Maćczaka

ZASTOSOWANIE FLOKULANTÓW NA BAZIE CHITOZANU I SKROBI DO OCZYSZCZANIA WODY TECHNOLOGICZNEJ Z PŁUKANIA FILTRÓW STOSOWANYCH W PROCESIE UZDATNIANIA WODY PODZIEMNEJ

Recenzowana rozprawa doktorska została wykonana na Wydziale Chemii UMK w Toruniu. Rozprawa doktorska przygotowana została pod kierunkiem: prof. dr hab. Haliny Kaczmarek, funkcję opiekuna pomocniczego pełniła mgr Katarzyna Wojciechowska.

PODSTAWA FORMALNA RECENZJI

Recenzję opracowano na podstawie decyzji Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Wydziału Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgra Piotra Maćczaka. (Pismo z dnia 20.05.2024). Niniejsza rozprawa doktorska wykonana została w ramach II edycji programu „Doktorat wdrożeniowy” w ramach umowy trójstronnej pomiędzy Piotrem Maćczakiem, Przedsiębiorstwem

Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Kutnie, a Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu i współfinansowana ze środków MNiSW.

TREŚĆ ROZPRAWY

Recenzowana praca doktorska dotyczy procesu flokulacji wód popłucznych powstających podczas eksploatacji filtrów oczyszczających wody podziemne z ponadnormatywnym stężeniem żelaza. Temat rozprawy jest aktualny i interesujący z naukowego punktu widzenia bowiem dotyczy metod wytwarzania oraz metod charakterystyki fizykochemicznej bioflokulantów otrzymywanych na bazie chitozanu i skrobi, a także oceny efektów procesu flokulacji z ich zastosowaniem oraz oceny biodegradowalności otrzymanych bioflokulantów.

Zagadnienia dotyczące odzysku wód popłucznych są obecnie w centrum zainteresowań technologii wody i stanowią podstawę do ograniczenia strat wody i kosztów związanych z produkcją wody do picia. Tematyka pracy jest zatem aktualna i wpisuje się w dążenia do racjonalnej gospodarki wodnej zakładów uzdatniania wody, minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko i zrównoważonego rozwoju.

Przedłożona do recenzji rozprawa składa się ze 132 stron maszynopisu i jest podzielona na 11 części: 6 zasadniczych: „Wstęp”, „Cel pracy”, „Część eksperymentalna”, „Wyniki i dyskusja”, „Dyskusja podsumowująca” i „Wnioski”. Rozprawa zawiera również streszczenie w języku polskim i angielskim, spis literatury (198 pozycji polskich i zagranicznych), spis tabel (16 pozycji), spis rysunków (39 pozycji).

We Wstępie Autor poświęcił uwagę metodom oczyszczania wód popłucznych powstających podczas produkcji wody do picia, bioflokulantom, a także mechanizmom flokulacji oraz metodom oceny efektywności tego procesu.

Celem badań opisanych w rozprawie, wg Autora, było otrzymanie nowych bioflokulantów bazujących na chitozanie i skrobi modyfikowanej, ich charakterystyka oraz ocena potencjału aplikacyjnego w procesie oczyszczania wody technologicznej z płukania filtrów stosowanych w procesie uzdatniania wody podziemnej w Stacji Uzdatniania Wody w Kutnie.

W rozdziale „Część eksperymentalna” Doktorant przedstawił przedmiot badań i ich metodykę.

W kolejnym rozdziale „Wyniki i Dyskusja”, otrzymane wyniki badań podzielono na „Wstępne badania porównawcze” (wyniki testów naczyniowych koagulacji z użyciem koagulanta PAX XL10 i flokulacji syntetycznymi flokulantami dostępnymi na rynku), „Synteza pochodnych polisacharydowych” (informacje nt metod modyfikacji polisacharydów), „Analiza elementarna” (wyniki pozwoliły na ustalenie składu otrzymanych polimerów), „Spektroskopia FTIR” (wyniki dotyczące oceny zmian strukturalnych zmodyfikowanych polisacharydów), „Obrazowanie skaningowym mikroskopem elektronowym (SEM)” (wyniki analiz określających zmiany morfologiczne powierzchni badanych biopolimerów), „Analiza termiczna” (określenie stabilności termicznej otrzymanych związków polimerowych i określenie różnic pomiędzy materiałem wyjściowym i modyfikowanym), „Spektroskopia NMR” (wyniki badania struktury chitozanu i skrobi oraz ich pochodnych), „Jar Test – badanie właściwości flokulacyjnych” (wyniki określające efektywność procesu flokulacji z wykorzystaniem badanych flokulantów), „Badania biodegradacji” (wyniki badań podatności na biodegradację stosowanych flokulantów i osadów poflokulacyjnych)

Kolejne rozdziały to „Dyskusja podsumowująca” i „Wnioski”. Rozprawę zamykają następujące części: „Streszczenie” w dwóch językach, „Literatura”, „Spis tabel” i „Spis rysunków”.

OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY

Praca doktorska mgr Piotra Maćczaka jest wynikiem wnikliwych studiów literaturowych oraz starannie zaplanowanych i zrealizowanych badań doświadczalnych, których celem było otrzymanie nowych bioflokulantów bazujących na chitozanie i skrobi modyfikowanej, ich charakterystyka oraz ocena możliwości ich zastosowania w procesie oczyszczania wody technologicznej z płukania filtrów stosowanych w procesie uzdatniania wody podziemnej w Stacji Uzdatniania Wody w Kutnie. Tematyka rozprawy jest aktualna i cieszy się zainteresowaniem wielu zespołów badawczych w Polsce i na świecie.

Na uwagę zasługuje dobrze zaplanowany i zrealizowany zakres badań obejmujący cztery główne zagadnienia badawcze:

- modyfikacje biopolimerów,
- charakterystyka fizykochemiczna zmodyfikowanych biopolimerów,
- biodegradowalność uzyskanych flokulantów i osadów poflokulacyjnych,

- ocena efektywności flokulacyjnej otrzymanych bioflokulantów w odniesieniu do flokulantów komercyjnych.

W pracy przedstawiono metodę modyfikacji chemicznej wybranych związków polisacharydowych przez wprowadzenie do ich struktury grup karbonylowych. Wybrane polimery poddano utlenianiu z wykorzystaniem jodanu (VII) sodu i karboksymetylacji, co wpłynęło na zmianę ich właściwości fizykochemicznych. Celem modyfikacji była poprawa właściwości adsorpcyjnych i flokulacyjnych wybranych bioflokulantów.

Otrzymane w wyniku modyfikacji bioflokulanty poddano starannym, mającym na celu możliwie pełną charakterystykę fizykochemiczną, badaniom wykorzystującym analizę elementarną, alkacymetrię oraz metody instrumentalne, takie jak spektroskopia ATR-FTIR i ^{13}C -NMR; mikroskopię skaningową SEM i termograwimetrię TG/DTG.

Na uwagę zasługuje fakt, że otrzymane bioflokulanty przebadano pod kątem ich biodegradowalności oraz biodegradowalności osadów poflokulacyjnych w teście OxiTop®. Wyniki badań wykazały, że otrzymane pochodne biopolimerów DST, CMS, DCT i CMC, podobnie jak wyjściowy chitozan i skrobia są biodegradowalne, co ogranicza ich negatywny wpływ na środowisko.

Możliwości wykorzystania w technologii uzdatniania wody otrzymanych, zmodyfikowanych bioflokulantów zostały potwierdzone w testach naczyniowych procesu flokulacji z ich wykorzystaniem. Wykazane efektywności procesu flokulacji koloidalnej zawiesiny związków żelaza z wykorzystaniem nowych bioflokulantów porównano z efektami uzyskanymi przy użyciu dostępnych na rynku flokulantów organicznych.

Do mocnych stron pracy należy zaliczyć również:

- rzetelny przegląd piśmiennictwa, obejmujący aż 198 pozycji literatury polskiej i zagranicznej, będący cennym źródłem aktualnej wiedzy na temat procesu flokulacji, bioflokulantów, metod modyfikacji biopolimerów, będący podstawą do postawienia celu pracy.
- ciekawa i wnikliwa interpretacja i dyskusja wyników badań, cechująca się dbałością o porównanie wyników swojej pracy z literaturą światową i prowadząca do cennych wniosków o charakterze poznawczym i utylitarnym,

Uwagi do pracy o charakterze dyskusyjnym, zostały przedstawione poniżej.

W treści Rozprawy zwraca uwagę brak tez i hipotez badawczych.

Nie przedstawiono analizy statystycznej wyników, jak chociażby wartości parametrów jakości popłuczyn (tab.7, s. 46).

Struktura recenzowanej rozprawy tworzy zwartą i powiązaną logicznie całość jednakże w moim odczuciu ma kilka mankamentów:

- podział dyskusji na dwa rozdziały „Wyniki i dyskusja” oraz „Dyskusja podsumowująca” nie jest potrzebny,
- nie dopracowany jest rozdział „Cel pracy” gdzie opisano cel badań oraz dodano zbyt syntetycznie ujęty zakres badań, z kolei brakuje oddzielnej części systematyzującej zakres pracy i zakres badań; porządkowanie w tym zakresie ułatwiłoby poruszanie się po pracy i wynikach badań,
- w części poświęconej metodyce brakuje opisu metody modyfikacji zastosowanych polisacharydów. Opis taki znalazł się w części poświęconej wynikom badań.

Wyniki testów naczyniowych zostały przedstawione w formie wykresów słupkowych, trudnych do interpretacji mającej zwykle na celu ocenę efektów procesu i możliwości jego optymalizacji. Wykonanie wykresów liniowych empirycznych zależności efektywności usuwania żelaza i stopnia zmniejszania barwy od dawki flokulantów umożliwi określenie zakresu dawek optymalnych. Szkoda, że w doktoracie Autor nie pokusił się o wykonanie dodatkowych serii testów naczyniowych, których celem byłaby optymalizacja efektów koagulacji i flokulacji, której kryteria obejmowałyby wybór rodzaju koagulantu i flokulanta, ich dawek, wartości odczynu, maksymalizację efektów poprawy jakości popłuczyn, ograniczenia dawek stosowanych reagentów chemicznych.

Pytania do Autora

1. Jakie były oczekiwane wartości parametrów jakości oczyszczonych popłuczyn?
2. Czy oznaczana w czasie badań barwa była jej wartością pozorną czy rzeczywistą?
3. Dla ilu prób wód popłuczynych czyli dla jakiego zakresu parametrów jakości wód popłuczynych wykonano testy naczyniowe?
4. Jak została ustalona dawka koagulantu PAX XL10, którą stosowano w ilości $1\text{mgAl}^{+3}/\text{L}$ w testach naczyniowych modyfikowanych flokulantów?
5. Dlaczego zakończono testy biodegradacji OxiTop® już po 14 dniach?
6. Czy Autor analizował możliwość wykorzystania modyfikowanych bioflokulantów w skali technicznej w Kutnie biorąc pod uwagę koszty?

Reasumując, ogólna ocena merytoryczna przedstawionej do recenzji rozprawy jest bardzo pozytywna. Mgr Piotr Maćczak wykazał się dużą wiedzą, umiejętnością postawienia problemu badawczego i zaplanowania cyklu badań potrzebnych do jego rozwiązania. Zamieszczone w pracy przeprowadzone przez Doktoranta studium literaturowe jest cennym źródłem wiedzy na temat procesu flokulacji z wykorzystaniem bioflokulantów. Uzyskane w części badawczej wyniki są wiarygodne i wartościowe zarówno w aspekcie poznawczym jak i w odniesieniu do zastosowań praktycznych oraz zawierają elementy nowości i oryginalności.

WNIOSEK KOŃCOWY

Rozprawa doktorska mgr Piotra Maćczaka pt. „*Zastosowanie flokulantów na bazie chitozanu i skrobi do oczyszczania wody technologicznej z płukania filtrów stosowanych w procesie uzdatniania wody podziemnej*” jest pracą o charakterze poznawczym i aplikacyjnym, stojącą na wysokim poziomie naukowym. Zawiera ciekawe i oryginalne wyniki badań. Doktorant wykazał się w niej dużą wiedzą w zakresie tematyki poruszanej w rozprawie oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań i interpretacji uzyskanych wyników.

Moim zdaniem **rozprawa ta w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim** zatem proponuję **przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr Piotra Maćczaka przez Radę Wydziału Chemii UMK w Toruniu i dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

WNIOSEK O WYRÓŻNIENIE

W świetle przedstawionych uwag, podkreślając interdyscyplinarny charakter recenzowanej pracy, a także bardzo dobrze opracowany plan badań, który pozwolił osiągnąć wartościowe cele naukowe oraz uytylitarne wnioskuję o wyróżnienie Rozprawy Doktorskiej Pana Piotra Maćczaka.

Joanna Fej-Walkarska