

Szczecin 27.02.2023

prof. dr hab. inż. Urszula Narkiewicz

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

Katedra Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska

OCENA

Rozprawy doktorskiej **mgr inż. Małgorzaty STANISZ**

pt. „**Nano- i mikrostruktury z udziałem biopolimerów: otrzymywanie, charakterystyka i praktyczne zastosowanie**”

zrealizowanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. **Teofila Jesionowskiego**

Recenzję wykonano dla Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Poznańskiej

(pismo RD-13/2/2022 z dn. 20.12.2022)

Wybór tematyki pracy

Specyficzne właściwości nanomateriałów są coraz częściej wykorzystywane w biomedycynie i ochronie środowiska. Ze względu na łatwość dostępu surowców do produkcji (materiały odpadowe), brak toksyczności, obecność wielu grup funkcyjnych i biokompatybilność dużym zainteresowaniem cieszą się nanomateriały na bazie biopolimerów, takich jak lignina. Dlatego też podjęcie tej tematyki badawczej jest zgodne z aktualnymi trendami światowymi i jak najbardziej uzasadnione.

Promotorem rozprawy jest Pan prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski, autorytet w zakresie badań i wiedzy na temat różnego rodzaju nanomateriałów oraz ich zastosowań.

Cel i zakres rozprawy

Głównym celem pracy było otrzymanie i zbadanie sferycznych cząstek na bazie ligniny kraft oraz zaproponowanie możliwości ich zastosowania w medycynie, ochronie środowiska i procesach biotechnologicznych. Doktorantka postawiła hipotezę badawczą, że zastosowanie surfaktantów jako

miękkich matryc umożliwi otrzymanie sferycznych cząstek z udziałem ligniny kraft o unikalnych właściwościach i dużym potencjale użytkowym.

Zakres rozprawy obejmował preparatykę materiałów, scharakteryzowanie ich właściwości fizykochemicznych przy użyciu licznych metod instrumentalnych oraz zbadanie możliwości ich zastosowania jako nośnika leków i enzymów, ich toksyczności, właściwości antybakteryjnych i właściwości sorpcyjnych w stosunku do zanieczyszczeń.

Dorobek naukowy Autorki i strona merytoryczna rozprawy

Recenzowana rozprawa Pani mgr inż. Małgorzaty Stanisiz składa się z 8 powiązanych ze sobą tematycznie artykułów, do których Autorka napisała obszerny, liczący 126 stron przewodnik, obejmujący również składającą się z 226 pozycji bibliografię, zawierającą wykaz artykułów z ostatnich kilku lat, co świadczy o aktualności tematyki rozprawy.

Rozprawa zaczyna się od prezentacji listy ośmiu składających się na nią artykułów, przy czym Doktorantka jednocześnie podaje, jaki był jej rzeczywisty udział w przygotowaniu poszczególnych publikacji.

W obszernym streszczeniu do rozprawy Pani Małgorzata Stanisiz przedstawiła w sposób syntetyczny zawartość merytoryczną poszczególnych publikacji, uporządkowanych w logiczny sposób. Pierwsza publikacja stanowiąca wstęp literaturowy do rozprawy zawiera przeglądowy opis stanu badań w zakresie różnych biomateriałów, jak lignina, kolagen, chityna czy celuloza. Kolejne sześć publikacji ma już charakter badawczy i dotyczy wybranego przez Doktorantkę rodzaju materiałów, czyli nano i mikrostruktur na bazie ligniny.

Podsumowanie streszczenia rozprawy przedstawiono w postaci ilustracji obrazującej poszczególne etapy przeprowadzonych badań opisane w artykułach badawczych D2–D7, czyli otrzymywanie ligniny z biomasy drzewnej, modyfikacja struktury ligniny, otrzymywanie z niej kulistych cząstek, a następnie ich modyfikacja i zbadanie możliwości aplikacji.

W ramach obszernej części literaturowej przewodnika Autorka przedstawiła klasyfikację, metody otrzymywania i charakterystykę cząstek sferycznych oraz ich możliwości aplikacyjne, a w kolejnym rozdziale, na bazie części teoretycznej przedstawiła cel rozprawy i zakres badań.

Piąty rozdział przewodnika obejmuje opis wyników badań zawartych w pracach doświadczalnych składających się na rozprawę.

W pierwszym z serii artykułów badawczych opisano otrzymywanie sferycznych cząstek z udziałem ligniny kraft i kationowego surfaktantu (CTAB) i zastosowanie go do poprawy stabilności modelowego leku. W kolejnej pracy Autorka kontynuowała tą tematykę badawczą i wykazała, że dodatek kulistych cząstek na bazie ligniny spowodował szybsze uwalnianie leku, umożliwiając w ten sposób zastosowanie mniejszej dawki substancji leczniczej. Otrzymywane przez Doktorantkę materiały

okazały się również przydatne do usuwania jonów metali i innych substancji szkodliwych z roztworów wodnych. Oprócz modelowego surfaktantu CTAB Doktorantka stosowała też do syntezy cząstek „zielone” surfaktanty pochodzenia roślinnego. Jako matryce do otrzymywania kulistych cząstek na bazie ligniny stosowano też ciecze jonowe.

W kolejnych publikacjach o charakterze badawczym Doktorantka wykazała, że otrzymywane przez nią materiały mają dobre właściwości antybakteryjne w stosunku do wybranych szczepów bakterii oraz mogą służyć do immobilizacji enzymów.

W tabeli 6.1. na str. 108 rozprawy Autorka przedstawiła porównanie wszystkich materiałów otrzymanych podczas realizacji pracy doktorskiej, stanowiące podsumowanie badań doświadczalnych.

Doktorantka wykorzystywała w ramach rozprawy adekwatne do postawionych celów badawczych techniki instrumentalne, takie jak mikroskopie elektronowe SEM i TEM, spektroskopia w podczerwieni FTIR i ATR, analiza termogravimetryczna TGA/DTG, niskotemperaturowa adsorpcja azotu, analiza elementarna, czy badanie potencjału elektrokinetycznego.

Współczynnik wpływu artykułów składających się na rozprawę jest wysoki i wynosi od 4,119 do 13,273, a sumaryczny IF wynosi 52,549. Sumaryczna liczba punktów czasopism z listy ministerialnej wynosi 920. Pani Stanisiz jest pierwszym autorem we wszystkich tych artykułach, a jak wynika z dołączonych do rozprawy oświadczeń wszystkich współautorów jej udział w nich jest wiodący. Na szczególną uwagę zasługują artykuły przeglądowe pt. "Recent advances in the fabrication and application of biopolymer-based micro- and nanostructures: A comprehensive review" opublikowany w czasopiśmie *Chemical Engineering Journal* w 2020 roku (M. Stanisiz, Ł. Kłapiszewski, T. Jesionowski) oraz "Recent progress in biomedical and biotechnological applications of lignin-based spherical nano- and microstructures: A comprehensive review" (M. Stanisiz, Ł. Kłapiszewski, M. N. Collins, T. Jesionowski), opublikowanym w czasopiśmie *Materials Today Chemistry*, 2022, 26, 101198. W pierwszej z tych publikacji przeprowadzono bardzo staranny i wszechstronny przegląd stanu badań w zakresie otrzymywania sferycznych struktur z udziałem biopolimerów, natomiast druga skupia się już na przeglądzie badań w zakresie jednego rodzaju bionanomateriałów – kulistych nano i mikrostruktur na bazie ligniny. Tym samym te dwa artykuły stanowią ramy dla całej rozprawy Pani Małgorzaty Stanisiz.

Oprócz 8 artykułów składających się na rozprawę doktorską Pani Małgorzata Stanisiz jest również współautorką 3 innych artykułów oraz 13 ustnych i posterowych wystąpień konferencyjnych. Doktorantka brała też udział w realizacji czterech projektów badawczych i odbyła dwa staże badawcze: w APC Ltd. w Dublinie oraz w Katedrze Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Pani Stanisiz kilkakrotnie otrzymywała stypendium naukowe Rektora Politechniki Poznańskiej dla najlepszych doktorantów, a jedna z prac, których była współautorką została wyróżniona w konkursie na Nagrodę Poznańskiego Oddziału Polskiej Akademii Nauk za

najlepszą oryginalną pracę twórczą, opublikowaną w 2020 roku, której wiodącym autorem jest doktorant z terenu Oddziału.

Ocena końcowa

Pani mgr inż. Małgorzata Stanisł w pełni zrealizowała zamierzone cele badawcze, otrzymując nowoczesne materiały w postaci cząstek sferycznych z udziałem ligniny, starannie charakteryzując ich właściwości fizykochemiczne oraz wykazując, że mogą one znaleźć zastosowanie w medycynie, ochronie środowiska i w procesach biotechnologicznych. Autorka wykazała między innymi, że sferyczne mikro i nanomateriały na bazie ligniny można stosować jako nośniki leków poprawiające ich stabilność, jako nośniki do immobilizacji enzymów, jako sorbenty substancji toksycznych oraz po zastosowaniu miękkiej matrycy – jako substancje antybakteryjne.

Zaletą zaproponowanych przez Doktorantkę sferycznych materiałów jest wykorzystanie do ich produkcji surowca odpadowego, a do modyfikacji procesu – cieczy jonowych oraz surfaktantów naturalnych i syntetycznych. Otrzymane przez Panią Stanisł materiały mają unikalne właściwości i mogą znaleźć zastosowanie w wielu obszarach nauki i przemysłu.

Rozprawa prezentuje wysokie walory poznawcze i aplikacyjne, a w zamykającym ją artykule przeglądowym wykreśla też perspektywy do prowadzenia dalszych badań.

Podsumowując, ponieważ przedłożona do recenzji praca doktorska wykonana przez Panią mgr inż. Małgorzatę Stanisł w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplinie naukowej nauki chemicznej, spełnia w mojej opinii warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20.07.2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2020 poz. 85 z późn. zm.), wnioskuję zatem do Rady Dyscypliny Nauki Chemicznej na Politechnice Poznańskiej o jej dopuszczenie do obrony.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysoką jakość rozprawy i znaczny współczynnik wpływu publikacji wchodzących w skład rozprawy oraz aktywność naukową Doktorantki (udział w projektach i stażach), wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki Chemicznej na Politechnice Poznańskiej o wyróżnienie tej rozprawy.

Irszula Narkiewicz

