



UNIWERSYTET SZCZECIŃSKI
ul. Franciszka Tarczyńskiego 1
PUNKT KANCELARYJNY NR 5

23. 10. 2023

W P Ł Y N Ę Ł O

Poznań, 09.10.2023 r.

UNIWERSYTET SZCZECIŃSKI



RPW/19904/2023 P
Data: 2023-10-23

RECENZJA

pracy doktorskiej Pani mgr Aleksandry GOLUBEVEI

pt.: „Optimization of diatom culture conditions for the growth of 3D structured biosilica applied in wastewater treatment and nanoparticle synthesis”

Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr Aleksandry Golubevei została zrealizowana w Instytucie Nauk o Morzu i Środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego pod kierunkiem naukowym prof. dr. hab. Andrzeja Witkowskiego jako promotora i dr. Przemysława Dąbka jako kopromotora. Recenzowana rozprawa ma formę spójnego tematycznie cyklu artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych z listy Filadelfijskiego Instytutu Informacji Naukowej. Oparta jest na trzech oryginalnych pracach (1-3), które ukazały się w latach 2022-2023 w: *Scientific Reports* (1), *Marine Drugs* (2) i *International Journal of Molecular Sciences* (3). Sumaryczny współczynnik wpływu (*Impact Factor*) tych publikacji wynosi 17,809 co daje średni IF przypadający na jedną pracę 5,936. Publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej są wieloautorskie (od 11 do 14 autorów). W dwóch pracach (1 i 2) mgr Aleksandra Golubeva jest pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym. Załączone oświadczenia zarówno współautorów jak i samej Doktorantki potwierdzają, że miała Ona istotny wpływ w ich przygotowaniu i opracowaniu. Należy w tym miejscu nadmienić, że każda z tych prac przeszła już zarówno formalną, jak i merytoryczną ocenę przez niezależnych, międzynarodowych ekspertów powołanych przez edytorów tychże czasopism.

Przedstawiona do oceny dysertacja stanowi zwarte liczące 188 stron opracowanie, podzielone na kilka części i skonstruowane w taki sposób, aby spełnić wymagane przepisy. Tytuł rozprawy został sformułowany poprawnie i odpowiada przedstawionym wynikom badań. Ponadto, wyraźnie należy zaznaczyć, iż badania przedstawione w recenzowanej

rozprawie mgr Aleksandry Golubevel zostały sfinansowane w ramach projektu "Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra BIOG-NET", realizowanego w ramach programu TEAMNET Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, nr umowy o dofinansowanie POIR.04.04.00-00-1792/18-00.

Podsumowując można stwierdzić, że dokumentacja jest kompletna i nie budzi zastrzeżeń pod względem formalnym.

Dorobek naukowy doktoranta

Jak wynika z przedłożonej dokumentacji Doktorantka jest współautorką 5 prac znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports* oraz 6 komunikatów ustnych i 7 posterowych na konferencjach naukowych. Ponadto uczestniczyła biernie w 7 innych wydarzeniach naukowych typu seminaria naukowe i e-konferencje. Brała udział w 2 projektach naukowych. Jeden z nich to wspomniany wyżej projekt BIOGNET w ramach którego powstała recenzowana praca. Na podstawie przesłanej dokumentacji nie można jednak stwierdzić jaką rolę w tym projekcie odgrywała doktorantka. Drugim projektem był projekt Programu Horyzont 2020 Badania i innowacje – wymiana pracowników zatytułowany „*Genus Haslea*, nowe morskie zasoby dla niebieskiej biotechnologii i akwakultury”. Projekt ten był finansowany przez Komisję Europejską (nr. 734708/GHANA/H2020-MSCA-RISE-2016), a doktorantka w okresie 22.07-24.08. 2022 r. była na wymianie w Brawijaya University, Malanga, Indonezja u prof. Dr. Yenny Risjani. Ponadto jest autorką dwóch złożonych do recenzji projektów w Szkole Doktorskiej Uniwersytetu Szczecińskiego. Brała także udział w dwóch międzynarodowych szkołach naukowych we Włoszech i Polsce.

W przesłanej do recenzji dokumentacji nie zostały wymienione (jeśli były) inne Jej osiągnięcia popularyzatorsko-dydaktyczne lub organizacyjne.

Celowość podjęcia tematu badawczego

Recenzowana rozprawa dotyczy badań mających na celu zbadanie możliwości wykorzystania porowatej biokrzemionki pochodzącej z okrzemek morskich [*Nanofrustulum*

wachnickianum (szczep SZCZCH193), *N. shiloi* (SZCZM1342), *N. cf. shiloi* (SZCZP1809), *Halamphora cf. salinicola* (SZCZM1454) i *Pseudostaurosira trainorii* (BA170)] w procesach usuwania barwników i fenoli z wody oraz zmniejszeniu ilości substancji zagrażających środowisku czyli remediacji. Tematyka recenzowanej rozprawy wchodzi po pierwsze w istotny obszar dotyczący szeroko pojętych biomateriałów, ich otrzymywania, właściwości i zastosowania oraz po drugie w obszar technologii ochrony środowiska. Jest to tematyka bardzo ważna i istotna nie tylko w dzisiejszej nauce ale również w rozwoju przemysłu i ochronie środowiska i leży w zakresie badań prowadzonych przez grupę badawczą w której pracę wykonała mgr Aleksandra Golubeva.

Rozwój przemysłu związany z postępem cywilizacyjnym powoduje ciągły wzrost ilości zanieczyszczeń uwalnianych do środowiska. W ciągu ostatnich dziesięcioleci obserwuje się pogarszającą jakość powietrza, gleby i wody szczególnie tej pitnej, którą powodują między innymi: szybkie uprzemysłowienie, stale rosnąca liczba populacji, urbanizacja i nierozważne wykorzystywanie zasobów naturalnych. W celu zahamowania tych problemów, konieczne jest podjęcie odpowiednich działań, które mają chronić środowisko. Szczególnie ważne w tym kontekście jest stosowanie efektywnych metod sorpcyjnych co nierozdzielnie związane jest z poszukiwaniem i syntezą nowych skutecznych i przede wszystkim przyjaznych środowisku materiałów sorpcyjnych. Duże możliwości aplikacyjne i szerokie wykorzystanie materiałów sorpcyjnych w wielu dziedzinach nauki, technologii i przemysłu, powoduje ciągle zainteresowanie i wzrost badań nad otrzymywaniem tego typów materiałów o właściwościach dopasowanych do konkretnych zastosowań. Wciąż poszukuje się nowych materiałów o unikatowych właściwościach, które będą wyróżniały je zarówno efektywnością i selektywnością jak i właściwościami fizykochemicznymi, od już znanych materiałów. Powyższe fakty potwierdzają zasadność podjętego i przedstawionego w ramach przedłożonej do recenzji dysertacji mgr Aleksandry Golubevei tematu dotyczącego wykorzystania w procesach sorpcyjnych i remediacji porowatej biokrzemionki pochodzącej z okrzemek morskich.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Przedłożona do recenzji dysertacja składa się z: oświadczenia Autorki o oryginalności pracy i zgody na jej udostępnienie oraz oświadczeń promotora i kopromotora akceptujących ostateczną wersję pracy; wymienieniu i krótkiej charakterystyce prac stanowiących podstawę dysertacji; podziękowań; informacji o finansowaniu przeprowadzonych badań; streszczenia w języku polskim i angielskim; autoreferatu zawierającego wprowadzenie teoretyczne, cel, zakres pracy, stosowane metody i materiały, wnioski, literaturę oraz materiał uzupełniający. Na końcu dysertacji Doktorantka zamieściła publikacje naukowe wchodzących w skład rozprawy doktorskiej oraz oświadczenia współautorów dotyczących ich udziału w poszczególnych artykułach.

Najważniejszym elementem rozprawy jest przedstawiony i opisany cykl publikacji, który zawiera najważniejsze osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do nadania stopnia naukowego doktora.

Pierwsza praca opublikowana w *Scientific Reports* w roku 2023 pt. „*A novel effective biooriginated methylene blue adsorbent: the porous biosilica from three marine diatom strains of Nanofrustulum spp. (Bacillariophyta)*” dotyczy otrzymania (hodowli) i potencjalnego zastosowania w procesie oczyszczania ścieków porowatych nanostrukturalnych krzemionkowych ze szczepów okrzemek *Nanofrustulum spp.* [*Nanofrustulum wachnickianum* (szczep SZCZCH193), *N. shiloi* (SZCZM1342), *N. cf. shiloi* (SZCZP1809)]. Autorka zbadała kinetykę wzrostu szczepów i porównała otrzymane wyniki z wcześniej opublikowanymi w literaturze danymi. Na tej podstawie przeprowadziła serię eksperymentów w celu zbadania i określenia wpływ różnych parametrów na ich wzrost i hodowlę (stężenie składników odżywczych takich jak azotany, fosforany i krzemiany, temperaturę, intensywność oświetlenia i zasolenie). Określiła morfologię oczyszczonej biokrzemionki (SEM), skład pierwiastkowy (EDS) oraz grupy funkcyjne na jej powierzchni (ATR-FTIR). Ponadto przeprowadziła badania za pomocą spektroskopii UV-VIS, niskotemperaturowej adsorpcji/desorpcji azotu, pomiar potencjału zeta jak również wykonała badania struktury krystalicznej za pomocą XRD i stabilności termicznej. Otrzymane szczepy zastosowano w procesie adsorpcji błękitu metylenowego. Zbadano zależność stężenia błękitu

metylenowego od czasu, pH i początkowego stężenia barwnika oraz przeprowadzono modelowanie kinetyczne i izotermiczne w celu zbadania możliwych mechanizmów adsorpcji. Druga praca zatytułowana „*Removal of the Basic and Diazo Dyes from Aqueous Solution by the Frustules of Halamphora cf. salinicola (Bacillariophyta)*” została opublikowana w roku 2023 w czasopiśmie *Marine Drugs*. W niej Doktorantka porowatą biokrzemionkę pochodzącą z okrzemki morskiej *Halamphora cf. salinicola* zastosowała jako adsorbent dla barwników zasadowych i diazowych zawartych w ściekach. Przeprowadzona metodyka badań oraz charakterystyka otrzymanych biokrzemionek były analogiczna jak w pracy poprzedniej. Wykonano także modelowanie kinetyczne i izotermiczne w celu określenia możliwych mechanizmów adsorpcji. Trzecia praca opublikowana w czasopiśmie *International Journal of Molecular Sciences* w roku 2022 pt. „*Study on Biogenic Spindle-Shaped Iron-Oxide Nanoparticles by Pseudostaurosira trainorii in Field of Laser Desorption/Ionization Applications*” przedstawia wyniki badań dotyczących szczepu *Pseudostaurosira trainorii* biosyntezy nanocząstkami tlenku żelaza. Otrzymane biomateriały wykazywały potencjał w katalitycznej fotodegradacji fenoli z wody oraz dobre właściwości jako matryca do laserowej desorpcji/ionizacji analitów o niskiej masie cząsteczkowej.

Do najważniejszych osiągnięć recenzowanej pracy doktorskiej mgr Aleksandry Golubevevi zaliczam przede wszystkim:

1. Optymalizację metod otrzymywania i scharakteryzowanie efektywnych materiałów na bazie biokrzemionki pochodzącej z okrzemek morskich.
2. Wykazanie, że otrzymane biokrzemionki można z powodzeniem stosować w procesach adsorpcji i fotokatalizie.

Uwagi do merytorycznej strony rozprawy doktorskiej

Obowiązkiem recenzenta jest również wskazanie pewnych niedokładności, błędnych sformułowań, niejasności i błędów czy też fragmentów polemicznych. W treści rozprawy doktorskiej można się doszukać elementów budzących pewne wątpliwości. Należy jednak dodać, iż nie zmniejsza to wartości i istoty prezentowanych wyników oraz mojej pozytywnej oceny recenzowanej pracy. Ponadto, należy przypomnieć, iż wszystkie publikacje

stanowiące podstawę przedstawionej do recenzji dysertacji zostały już częściowo poddane wnikliwym recenzjom merytorycznym i zostały już opublikowane w prestiżowych czasopismach dotyczących przedstawionego tematu. Pomimo tego pozwalam sobie na sformułowanie dwóch pytań, które nasunęły mi się podczas czytania pracy i które wynikają bardziej z mojej ciekawości niż ich braku w pracy, po pierwsze:

- jakie jeszcze modyfikacje struktury porowatej biokrzemionki pochodzącej z okrzemek morskich, można by przeprowadzić w celu poprawy ich właściwości fizykochemicznych oraz zwiększenia ich efektywności.

i po drugie:

- czy rozważane były możliwości zastosowania otrzymanych biokrzemionek do usuwania innych zanieczyszczeń.

Uwagi końcowe

Uważam, że rozprawa doktorska Pana mgr Aleksandry Golubevel jest dziełem o istotnych walorach zarówno poznawczych jak i aplikacyjnych. Po zapoznaniu się z treścią rozprawy twierdzę, że zgromadzenie bogatego materiału doświadczalnego wymagało dużego nakładu pracy. Z materiału zawartego w rozprawie wynika, że prace prowadzone były konsekwentnie i obejmowały wiele etapów. Z całym przekonaniem mogę stwierdzić, że przeprowadzone i przedstawione w dysertacji badania poszerzają wiedzę w zakresie badań nad otrzymywaniem, charakterystyką i zastosowaniem porowatych biomateriałów w szeroko pojętej technologii i ochronie środowiska. Cel pracy został osiągnięty i praca posiada elementy nowości.

Wniosek końcowy

Uznając walory merytoryczne ocenianej rozprawy, jako spełniające formalne i zwyczajowe wymagania stawiane dysertacjom doktorskim stwierdzam, że w moim przekonaniu rozprawa doktorska mgr Aleksandry Golubevei spełnia warunki ujęte w art. 187 ust. 1-3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 ze zm.). Wnioskuje zatem do Rady Naukowej Instytutu Nauk o Morzui Środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego o przyjęcie



pracy i dopuszczenie Pani mgr Aleksandry Golubevei do dalszych etapów przewodu doktorskiego celem uzyskania stopnia doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.

Prof. dr hab. Robert Pietrzak