

Łódź, 09.02.2023

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Joanny Musiał

pt.: „**Ocena fotodegradacji wybranych substancji leczniczych z użyciem katalizatorów opartych na tlenku tytanu(IV) modyfikowanym ftalocyjaninami**”

Recenzowana praca doktorska Pani magister Joanny Musiał została wykonana w Katedrze i Zakładzie Chemii Farmaceutycznej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. Promotorem pracy jest prof. dr hab. Beata J. Stanisz, a promotorem pomocniczym Pan dr n. farm. Dariusz T. Młynarczyk. Praca doktorska była realizowana w ramach Interdyscyplinarnych Studiów Doktoranckich *NanoBioTech* realizowanych przez Politechnikę Poznańską, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu i Instytut Chemii Bioorganicznej Polskiej Akademii Nauk. Badania prowadzone w ramach rozprawy doktorskiej były finansowane były finansowane w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki OPUS 11 „Remediacja wody z wykorzystaniem hybrydowego materiału opartego na tlenku tytanu(IV) i porfiryroidach” (nr 2016/21/B/NZ9/00783) oraz z Małego Grantu Badawczego Szkoły Doktorskiej Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu „Ocena przemian katalitycznych wybranych substancji leczniczych” (nr SDUM-GB30/03/21) której Doktorantka była kierownikiem.

Fotodegradacja wydaje się jednym z bardziej ekologicznych sposobów na utylizację substancji chemicznych. Świat coraz częściej dostrzega zagrożenia związane z zanieczyszczeniem środowiska w tym tzw. mikrozanieczyszczeniami. Projekt dyrektywy Unii Europejskiej (tzw. dyrektywa ściekowa) przewiduje wprowadzenie mechanizmu Rozszerzonej Odpowiedzialności Producenta (monitoring zawartości wybranych substancji leczniczych i związków chemicznych). Celem podjętych działań jest usuwanie z wód ściekowych mikrozanieczyszczeń, które w innym razie byłyby uwalniane do wody. Ponadto fotodegradacja

może być wykorzystywana również w innych aspektach życia i wydaje się być przyszłością w zakresie ekologii i efektywności wykorzystywania substancji chemicznych w tym leków.

Recenzowana praca doktorska to cykl publikacji naukowych opatrzonych autoreferatem. Publikacje są spójnie tematycznie i zawierają wszystkie oświadczenia współautorów. Przedstawione oświadczenia jednoznacznie wskazują na znaczący udział Doktorantki w przygotowaniu manuskryptów, które jako cykl publikacji mają łącznie **24,955** punktów Impact Factor, a suma punktów MEiN wynosi **500**. Należy przy tym podkreślić, że w każdej z tych publikacji Doktorantka jest pierwszym autorem. Pani mgr Joanna Musiał w swojej karierze naukowej nie tylko zajmowała się zagadnieniami związanymi z rozprawą doktorską. Jej kariera zawodowa związana jest nie tylko z apteką, ale również dotyczy współpracy z Wydziałem Farmaceutycznym macierzystego Uniwersytetu Medycznego. Dzięki temu mogła rozwijać się naukowo czego skutkiem jest znaczący dorobek naukowy jak na doktoranta stanowiący łącznie 28 publikacji i 10 komunikatów zjazdowych przedstawianych zarówno na konferencjach krajowych jak i zagranicznych. Wartość pracy naukowej stanowi łączną punktację IF wynoszącą 39,737 i 900 punktów MEiN. Punkty nie stanowią jednak jedyne go wskaźnika wartości dorobku naukowego. O dużej wartości prowadzonych przez Doktorantkę badań można wnioskować na podstawie przyznanych stypendiów JM Rektora Uniwersytetu Medycznego za wybitne osiągnięcia naukowe czy dla najlepszych doktorantów. Ponadto Doktorantka była wielokrotnie nagradzana za prezentowane wyniki badań naukowych na konferencjach polskich i zagranicznych. Jest to niezaprzeczalny dowód na to, że prowadzone doświadczenia są na światowym poziomie.

Część rozprawy doktorskiej będąca tzw. autoreferatem stanowi 37 stron na 177 całej dysertacji. W jej zakresie jest przedstawiona charakterystyka sylwetki Doktorantki, jej dorobku naukowego i część naukowa. Składa się ona ze wstępu, opisanego celu pracy i charakterystyki poszczególnych publikacji wraz z podsumowaniem i wnioskami. W opisie ogólnym zawartym we wstępie Pani Joanna Musiał opisuje zagadnienia związane między innymi z szeroko pojętymi zanieczyszczeniami farmaceutycznymi. W tym zakresie podziwiam szerokie spojrzenie Doktorantki na problem zanieczyszczeń substancjami wykorzystywanymi w przemyśle farmaceutycznym. Jest to temat niezwykle istotny zważywszy na to, że obecnie trwają prace legislacyjne na temat dyrektywy unijnej obligującej oczyszczalnie ścieków do rutynowych badań pozostałości i obecności wybranych substancji API. Następnie Doktorantka

płynnie przechodzi do fotodegradacji substancji chemicznych pod wpływem tlenku tytanu(IV), który jest jednym z najpopularniejszych fotokatalizatorów. Dzięki temu mogła ten temat połączyć z ftalocyjaninami, które mogą być stosowane jako fotosensybilizatory reakcji fotochemicznych, i ich zdolności pochłaniania światła z zakresu widzialnego i pośredniczenia w tworzeniu reaktywnych form tlenu np. w połączeniu z TiO_2 . Na tym etapie chciałem podkreślić jako recenzent zdolność Doktorantki do niezwyklej umiejętności pisania w sposób przejrzysty, konkretny i przedstawienia dużej ilości informacji w syntetyczny i zwięzły sposób. Jest to zaleta, którą cechują się tylko najlepsi naukowcy.

Sam cel pracy doktorskiej został przedstawiony jako opracowanie skutecznej metody fotokatalitycznej degradacji wybranych substancji leczniczych poprzez dokonanie powierzchniowej modyfikacji tlenku tytanu(IV) za pomocą odpowiednio sfunkcjonalizowanych ftalocyjanin. Zaplanowane prace zostały podzielone na dwa etapy, a każdy z nich ma wyszczególnione podzadania. Takie opisanie i wykonanie badań świadczy, że działania Doktorantki zostały gruntownie przemyślane oraz zaplanowane w sposób jasny i klarowny. Dzięki takiemu podejściu do prowadzenia badań można jedynie podziwiać Doktorantkę za dojrzałość naukową w tym zakresie, która bardzo często dotyczy dopiero samodzielnych pracowników naukowych.

Doktorantka realizując założone cele w pierwszym etapie pracy otrzymała dwa materiały fotokatalityczne: nanocząstki tlenku tytanu(IV) modyfikowane ftalocyjaniną miedzi(II), $CuPc/TiO_2$, oraz nanocząstki tlenku tytanu(IV) modyfikowane ftalocyjaniną cynku(II), $ZnPc/TiO_2$. Następnie scharakteryzowała je za pomocą technik instrumentalnych – między innymi użyła analizy powierzchni metodą adsorpcji-desorpcji azotu. Otrzymany przez Doktorantkę $CuPc/TiO_2$ okazał się skuteczniejszy w eksperymentach fotokatalitycznego rozkładu ibuprofenu pod wpływem promieniowania UV, a $ZnPc/TiO_2$ – naproksenu. W badaniach recyklingu $ZnPc/TiO_2$. Pani magister Joanna Musiał w zakresie nanocząsteczek wykonała szereg testów charakteryzujących otrzymane połączenia. W kolejnym etapie badań Doktorantka pracowała z kompozytami opartymi na nanocząstkach TiO_2 i ftalocyjaninach modyfikowanych w części peryferyjnej. Do badań przygotowała serię siedmiu kompozytów. Po analizach charakteryzujących otrzymane połączenia wykonała badania fotokatalitycznego rozkładu sulfametoksazolu. W tym zakresie Pani magister porównała wpływ środowiska oraz rodzaju promieniowania na przebieg reakcji. W środowisku organicznym, pod wpływem



promieniowania UV, dwa kompozyty wykazały wyraźnie wyższą skuteczność niż czysty TiO₂ natomiast w środowisku wodnym tylko jeden kompozyt, NiPc_s/TiO₂, dorównywał aktywności czystemu TiO₂. Dzięki przeprowadzonym badaniom Doktorantka wykazała, że fotosensybilizacja barwnikami organicznymi jest ciekawym kierunkiem otrzymania materiałów mogących mieć zastosowanie w fotokatalitycznym zmniejszeniu ilości substancji zagrażających skażeniu wody na skalę przemysłową. Natomiast w zakresie kompozytów Pc/TiO₂ Doktorantka wykonała wystarczająco dużo badań aby stały się one podstawą do dalszego rozwoju nauki ukierunkowanej na poprawę skuteczności otrzymanych materiałów zarówno pod względem ekonomicznym jak i ekologicznym.

Podsumowując, rzadko zdarza się recenzować pracę na tak wysokim poziomie. Pani magister wykazała się dużą dojrzałością naukową. Badania były bardzo dobrze zaplanowane, wnioski trafne i z właściwą dla naukowca rezerwą odniosła się również do możliwości swoich dokonań. Należy również wspomnieć umiejętność prezentowania wyników zarówno w publikacjach jak i w autoreferacie będącym podsumowaniem całego dokonania. Doktorantka nie dość, że podjęła się tematyki niezwykle istotnej dla życia ludzkiego w wymiarze globalnym to układy strukturalne nad którymi pracowała wyznaczają nowe kierunki badań. Bez wątplenia Pani mgr farm. Joanna Musiał pokazała, że farmacja jest bardziej multidyscyplinarna niż nam się dotychczas wydawało. Obecnie światowe trendy w pełni współgrają z tym co możemy przeczytać w przedstawionej do oceny dysertacji. Jako recenzent mogę jedynie czuć niedosyt pod kątem opisów i wyników badań, które standardowo umieszcza się w klasycznych dysertacjach. Publikacje ze względu na charakter manuskryptów jak dobrze wiemy nie zawierają wszystkiego, zwłaszcza ciężko przedstawić w nich wysiłek naukowca w zakresie poszukiwania właściwych rozwiązań. Jako recenzent prosiłbym jedynie o odniesienie się do możliwości wprowadzenia opracowanych rozwiązań do powszechnego stosowania na skale przemysłową zarówno pod względem czasu jak i uniwersalności w zakresie degradacji szerszej grupy chemicznej substancji leczniczych.



Podsumowując, rozprawa doktorska Pani mgr farm. Joanny Musiał spełnia warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. z 2022 r., poz. 574) i tym samym wnoszę do Kapituły Kolegium Nauk Farmaceutycznych Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu o dopuszczenie mgr farm. Joanny Musiał do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu, w dyscyplinie nauki farmaceutyczne oraz wnioskuję o jej wyróżnienie.

KIEROWNIK
Katedry Chemii Farmaceutycznej
Zakładu Chemii Farmaceutycznej,
Analityki Leków i Radiofarmacji
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi

Prof. dr hab. n. farm. Paweł Szymański