



GDAŃSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY
WYDZIAŁ FARMACEUTYCZNY
Z ODDZIAŁEM MEDYCZYNY LABORATORYJNEJ



Krajowy Naukowy
Ośrodek Wiedzący

KATEDRA I ZAKŁAD BROMATOLOGII

Prof. dr hab. Piotr Szefer

80-416 Gdańsk, al. Gen. J. Hallera 107

tel./ fax. 058 349-10-89

e-mail: pszefer@gumed.edu.pl; strona internetowa: <http://szefer.gumed.edu.pl/>

Gdańsk, 18.05.2021 r.

RECENZJA

pracy doktorskiej autorstwa mgr inż. Magdaleny Borowskiej pt. „Zastosowanie nowych metodyk analitycznych w badaniu właściwości detoksykacyjnych nanocząstek selenu w stosunku do związków rtęci” wykonanej w Katedrze Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Krzysztofa Jankowskiego

W literaturze światowej poświęca się wiele uwagi problematyce występowania selenu oraz rtęci w ekosystemie lądowym, a w szczególności w jadalnych zasobach morskich. Antagonistyczne właściwości biofilnego selenu w stosunku do toksycznej rtęci w próbkach środowiskowych i biologicznych zostały omówione w licznych publikacjach naukowych.

Dogłębne rozpoznanie tej żywotnej problematyki badawczej jest poważnym wyzwaniem stojącym nie tylko przed ekotoksykologami, ale również, a przede wszystkim przed analitykami. Należy bowiem opracować, a następnie umiejętnie wdrożyć współczesny, właściwie zwalidowany warsztat analityczny umożliwiający zarówno charakterystykę jakościową jak również ilościową form chemicznych obu tych pierwiastków łącznie z oszacowaniem wpływu różnych parametrów fizykochemicznych i biologicznych na wyniki pomiarowe z uwzględnieniem charakterystyki toksykologicznej poszczególnych specjatów.

Tak ambitnie skonstruowany program badawczy wymaga zapewnienia wystarczająco dużej dokładności, czułości i precyzji na etapie oznaczenia śladowych czy ultraśladowych poziomów analitów, co wiąże się koniecznością opracowania i stosowania zaawansowanych, coraz częściej sprzężonych i wysoce efektywnych instrumentalnych technik bioanalitycznych.

Zatem dysertacja doktorska mgr inż. Magdaleny Borowskiej ściśle wpisuje się w ten interesujący, a zarazem oryginalny nurt badawczy. Autorka postawiła sobie za ambitny cel badawczy polegający na opracowaniu metodyki analitycznej bazującej na fotochemicznym generowaniu lotnych specjatów selenu sprzężonej z optyczną spektrometrią emisyjną z plazmą indukowaną mikrofalowo (PCVG-GLS-MIP-OES) w celu śledzenia przebiegu otrzymania nanocząstek selenu (SeNPs) z uwzględnieniem oceny efektywności ich syntezy w świetle uzyskanych parametrów poprawności analitycznej. Kolejnym zadaniem badawczym było opracowanie procedury analitycznej umożliwiającej oszacowanie

właściwości detoksykacyjnych SeNPs w stosunku do specjatorów rtęci w oparciu o wyniki pomiarów oznaczenia zawartości rtęci niezwiązanej z powierzchnią nanocząstek. W tym celu posłużono się dwoma układami analitycznymi. Pierwszy z nich miał za zadanie umożliwić przeprowadzenie fotochemicznego generowania par rtęci łącznie z mikroekstrakcją do fazy stacjonarnej z fazy nadpowierzchniowej, działającego w trybie zatrzymanego przepływu, w połączeniu z desorberem termicznym oraz optyczną spektrometrią emisyjną z plazmą indukowaną mikrofalowo (PCVG-HS SPME-TD-MIP-OES). Drugi z kolei układ analityczny, różniący się od pierwszego tylko tym, że miał zadziałać bezpośrednio już w mieszaninie reakcyjnej z zastosowaniem ww. stacjonarnego układu. Następnym zamierzeniem badawczym Autorki było badanie oddziaływań SeNPs z różnymi specjatorami rtęci w środowisku komórek drożdży z zastosowaniem dwóch technik analitycznych, tj. spektrometrii mas z plazmą sprężoną indukcyjnie działającą w trybie pojedynczej cząstki (SP-ICP-MS) oraz optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukowaną mikrofalowo działającą również w trybie pojedynczej cząstki (SP-MWP-OES). Końcowym zadaniem badawczym zdefiniowanym przez Doktorantkę było scharakteryzowanie oddziaływań SeNPs ze specyficznym białkiem, jakim jest albumina surowicy ludzkiej (HSA) przy wykorzystaniu techniki SP-MWP-OES, a w celu określenia poziomu toksyczności nanoselenu przewidziano użycie testu MTT.

Na przedłożoną do zaopiniowania 169-stronicową dysertację składa się najogólniej rzecz ujmując polsko- i anglojęzyczne streszczenie, cele pracy, część teoretyczna, część doświadczalna, podsumowanie, spis 172 pozycji piśmiennictwa specjalistycznego oraz wykaz stosowanych akronimów i skrótów. Każdy z rozdziałów składa się z licznych podrozdziałów, co w znaczącym stopniu ułatwia studiowanie przez czytelnika zaprezentowanego przez Autorkę swojego, skądinąd wysoce interesującego, opracowania. W końcowej części swojej rozprawy doktorskiej, mgr inż. Magdalena Borowska dokumentuje fakt częściowego opublikowania wyników swoich badań w postaci trzech prac na łamach filadelfijskich periodyków naukowych, tj. *Microchemical Journal*, *Talanta* oraz *Monatshefte für Chemie*.

Po zapoznaniu się z częścią teoretyczną pracy liczącą sobie 44 strony, recenzent rozprawy nie ma najmniejszych wątpliwości, że mgr inż. Magdalena Borowska w sposób wnikliwy zapoznała się z aktualnym stanem wiedzy dotyczącym tematyki i problematyki badawczej zaprezentowanej w opracowanej przez nią dysertacji. Świadczy to o solidnej znajomości przez nią współczesnych zagadnień bioanalitycznych. W tej wprowadzającej części pracy, Doktorantka omówiła kwestię antagonistycznego działania selenu w odniesieniu do rtęci wykazującej dużą toksyczność w stosunku do organizmu człowieka. Opisała w interesujący sposób metody syntezy SeNPs oraz ich właściwości z uwzględnieniem zastosowania tej specyficznej formy selenu do detoksykacji metali ciężkich, a szczególności związków rtęci. Autorka dokonała również przeglądu technik i metod analitycznych wykorzystywanych w badaniu nanomateriałów w aspekcie zarówno identyfikacji nanocząstek, jak również określenia wydajności ich syntezy. Scharakteryzowane zostały również badania dotyczące oddziaływań w relacji nanocząstka-analit w układach biologicznych dzięki możliwości posłużenia się takim efektywnym narzędziem analitycznym jakim jest mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej z fazy nadpowierzchniowej. Końcowy rozdział części teoretycznej został poświęcony opisowi metod generowania lotnych specjatorów obu pierwiastków, tj. selenu i rtęci, co ma fundamentalne znaczenie w aspekcie wykorzystania właśnie SeNPs w procesie detoksykacji związków rtęci przy zastosowaniu, właściwie scharakteryzowanych przez Autorkę, odpowiednich technik i metodyk analitycznych.

Część metodyczna rozprawy, składająca się z pięciu części, zawiera szczegółowe informacje dotyczące wszelkich aspektów związanych z przeprowadzonymi przez Autorkę licznymi i złożonymi eksperymentami analitycznymi. W sposób wnikliwy został charakteryzowany sposób przygotowania analizowanych próbek przeznaczonych do badania złożonych układów analitycznych przy zastosowaniu nowoczesnego, poprawnie i rzetelnie skonstruowanego warsztatu analitycznego.

- I część dotyczy oceny stopnia wydajności syntezy SeNPs przy zastosowaniu fotochemicznego generowania lotnych specjatorów selenu sprzężonego z separatorem gaz-ciecz, umożliwiającemu separację nieprzereagowanego prekursora Se (IV) od SeNPs bezpośrednio w wyjściowym roztworze próbki. Opracowanie i zastosowanie ww. układu pozwala na monitorowanie procesu tworzenia nanocząstek selenu z wykorzystaniem glukozy, jako reduktora i zarazem stabilizatora, albo kwasu askorbinowego w charakterze reduktora łącznie z niejonowym surfaktantem Tween 80, jako stabilizatorem, czy też drożdży *Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii* pełniących rolę zarówno chemicznego oraz biologicznego reduktora prekursora selenu, jak i stabilizatora nanostruktur. W tym ostatnim przypadku uzyskano najwyższą wydajność procesu osiągającą poziom 100%.

- II etap badań związany jest z opracowaniem metodyki analitycznej umożliwiającej monitorowanie zawartości biodostępnej frakcji rtęci w formie nieorganicznej i metylortęci po inkubacji z zawiesiną SeNPs o średnicy ca. 100 nm w symulowanym środowisku płynu ustrojowego. Opracowana metodyka analityczna polega na generowaniu par rtęci pod wpływem promieniowania UV w obecności kwasu mrówkowego, akumulacji lotnej formy rtęci w fazie nadpowierzchniowej, a następnie adsorpcji metalicznej rtęci na włóknie SPME i w końcu jej termicznej desorpcji. Połączony z desorberem termicznym detektor optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukowanej mikrofalami (MIP-OES) umożliwia oznaczenie rtęci w próbkach charakteryzujących się posiadaniem złożonej matrycy biologicznej i środowiskowej.

- III etap badań polegał na opracowaniu metodyki analitycznej umożliwiającej charakterystykę oddziaływania w układzie nanocząstka-rtęć na drodze oznaczenia rtęci niezaadsorbowanej na powierzchni nanocząstek w obecności jak i wobec braku roztworu Ringera bezpośrednio w mieszaninie reakcyjnej. Wykazano, że zsyntetyzowane w obecności komórek drożdżowych SeNPs w większym stopniu adsorbowały na swojej powierzchni rtęć nieorganiczną niż metylo- i etylortęć. Nanocząstki selenu efektywnie adsorbowały związki rtęci w obecności komórek drożdży w przeciwieństwie do nanocząstek powstałych w wyniku wspomaganego ich syntezy działaniem promieniowania mikrofalowego z użyciem ekstraktu drożdżowego. Na uwagę zasługują również przeprowadzone przez Autorkę badania związane z detoksykacją SeNPs w odniesieniu do specjatorów rtęci przy zastosowaniu poprzednio wzmiankowanej techniki HS SPME-TD-MIP-OES w połączeniu z przepływowym lub stacjonarnym reaktorem PCVG. Ponadto stwierdzono, że w opracowanej metodyce analitycznej układ fotochemicznego generowania par rtęci przebiega według mechanizmu foto- i zarazem termochemicznej redukcji specjatorów rtęci, nie wykazując znaczącego wpływu nanocząstek na efektywność generowania par rtęci.

- IV etap badań sprowadzał się do wykorzystania technik spektrometrycznych działających w trybie pojedynczej cząstki celem identyfikacji i charakterystyki SeNPs wyekstrahowanych z drożdży eksponowanych na związki rtęci. Technika spektrometrii mas z plazmą sprzężoną indukcyjnie działającej w trybie pojedynczej cząstki (SP-ICP-MS) umożliwiła zarejestrowanie sygnałów odpowiadających specjatom rtęci nieorganicznej jak i etylortęci po inkubacji komórek drożdży po syntezie SeNPs w roztworze zawierającym oba

ww. specjaty. Oszacowano również wpływ rtęci na rozkład wielkości nanocząstek selenu wykazując wzrost ich liczby o mniejszym rozmiarze w porównaniu do próby kontrolnej, w przypadku hodowli narażonej na wpływ nieorganicznej postaci rtęci. Potwierdzono również, że wygenerowane nanocząstki zawierają w swoim składzie zarówno selen jak i rtęć, co było możliwe dzięki zastosowaniu optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną mikrofalowo w trybie pojedynczej cząstki (SP-MWP-OES).

- Odnosnie ostatniego, V etapu badań, na szczególną uwagę zasługują badania dotyczące właściwości detoksykacyjnych SeNPs zsyntetyzowanych przy udziale zarówno komórek drożdży jak i ekstraktu drożdżowego z zastosowaniem wcześniej wspomnianych technik, tj. SP-ICP-MS oraz SP-MWP-OES. Oba ww. typy nanocząstek charakteryzowały się niską zdolnością do adsorpcji białka na swojej powierzchni. Ponadto, Autorka przeprowadziła charakterystykę translokacji tych nanocząstek w organizmie człowieka oraz ocenę bezpieczeństwa zdrowotnego ich stosowania. Doktorantka w ramach realizacji ww. tematyki badawczej analizowała charakter oddziaływań SeNPs z białkiem HSA przy użyciu SP-MWP-OES oraz zastosowała test cytotoksyczności MTT. Wyniki tegoż testu umożliwiły otrzymanie informacji, że oba rodzaje nanocząstek selenu odznaczają się mniejszą cytotoksycznością w porównaniu do nieorganicznej formy tego pierwiastka.

Na szczególną uwagę zasługują badania dotyczące wydajności reakcji polegającej na tzw. „czystej” syntezie nanocząstek selenu z uwzględnieniem właściwego wyboru ich dyspersji do dalszych badań. Opracowane przez Doktorantkę metodyki analityczne bazujące na fotochemicznym generowaniu lotnych form analitów wychodzą naprzeciwko oczekiwaniom tzw. zielonej chemii, tj. poprzez uzyskanie możliwości przeprowadzenia szeregu analiz z użyciem niewielkich ilości odczynników, a także nieskomplikowanej aparatury badawczej o małym zużyciu mocy i gazu plazmowego. Ponadto, metody te są przydatne w identyfikacji i charakterystyce nanomateriałów stwarzając jednocześnie duży potencjał badawczy w aspekcie dalszego udoskonalania metod spektrometrycznych, działających w trybie pojedynczej cząsteczki.

Należy wyeksponować umiejętność prezentowania przez Autorkę uzyskanych przez nią danych pomiarowych w kontekście właściwie dobranego zestawu piśmiennictwa światowego.

Doktorantka w sposób treściwy, a zarazem wnikliwy dzieli się z czytelnikiem swoimi uwagami i komentarzami dotyczącymi części eksperymentalnej pracy.

Odnosnie redakcyjnej strony pracy, recenzent dopatrył się niewielu drobnych błędów czy usterek, które w żadnym stopniu nie wpływają na ogólną, bardzo wysoką ocenę dysertacji. Otóż, Doktorantka niefortunnie stosuje wyraz „charakteryzacja” zamiast poprawnego określenia „charakterystyka”.

Ponadto, na Rys. 35A i 36A oprócz występującego współczynnika determinacji R^2 oraz zapisu równania regresji wg wzoru $y = ax + b$, sensownym rozwiązaniem byłoby przytoczyć również poziom istotności statystycznej, np. na zadanym poziomie $p < 0,05$ lub $p < 0,01$. Wówczas można byłoby ilościowo wykazać, czy opisana równaniem regresji zależność intensywności sygnału C/cps od intensywności sygnału Se/cps jest statystycznie istotna.

Nieliczne i drobne błędy natury redakcyjnej, czy interpunkcyjnej wykazano poniżej:

- Str. 9, wiersz 20 od góry i wiersz 3 od dołu; jest: charakteryzacji, zamiast: charakterystyki
- Str. 57, wiersz 8 od dołu; jest: umieszczoną, zamiast: umieszczonej

- Str. 59, wiersz 2 od góry; jest: z cząsteczce, zamiast: w cząsteczce
- Str. 59, wiersz 10 od góry; jest: z postaci, zamiast: w postaci
- Str. 64, wiersz 12 od góry; jest: Materiały certyfikowane, zamiast: Certyfikowane materiały odniesienia
- Str. 67, wiersz 10 od góry; jest: 12h, zamiast: 12 h
- Str. 68, wiersz 3 od dołu; jest: 1 ml, zamiast: 1 mL
- Str. 69, wiersz 12 od góry; stężenie wynosiło, zamiast: stężenie związków
- Str. 72, wiersz 8 od dołu; jest: wartość odczytanej absorbancji, zamiast: odczytana absorbancja
- Str. 76, wiersz 3 od dołu; jest: Lin. i wsp. [87], zamiast: Lin i wsp. [87]
- Str. 78, wiersz 1 od góry; jest: syntezy co, zamiast: syntezy, co
- Str. 81, odnośnie podpisu Rys. 10, wiersz 3 od dołu; jest: sygnały, zamiast: sygnału
- Str. 82, wiersz 4 od góry; jest: rektora, zamiast: reaktora
- Str. 136, wiersz 5 od góry; jest: dla węgla, zamiast: dla atomów węgla
- Str. 138, wiersz 5 od dołu (dotyczy podpisu Rys. 35); jest: sygnału węgla, zamiast: sygnału generowanego przez atomy węgla
- Str. 139, wiersz 2 od góry; jest: ilość grup, zamiast: liczba grup
- Str. 139, wiersz 10 od góry; jest: od węgla, zamiast: od atomów węgla
- Str. 139, wiersz 13 od góry; jest: od C, zamiast: od atomów węgla
- Str. 140, wiersz 11 od dołu; jest: węgla, zamiast: atomów węgla
- Str. 140, wiersz 7 od dołu; jest: pojedynczą SeNPs, zamiast: pojedynczą SeNP
- Str. 140, wiersz 2 od dołu; jest: od węgla, zamiast: od atomów węgla
- Str. 141, wiersz 1 od góry; jest: C, zamiast: atomów węgla
- Str. 163, wiersz 1 i 2 od dołu; jest: *Detection of Volatile Organometal Chloride Species in Model Atmosphere above Seawater and Sediment*, tzn. tytuł publikacji zawiera wyrazy zaczynające się od dużych liter, zamiast: *Detection of volatile organometal chloride species in model atmosphere above seawater and sediment*, tzn. tytuł powinien składać się z wyrazów, z wyjątkiem pierwszego wyrazu, zaczynających się od małych liter.

Podsumowując, przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest przykładem uwieńczonych pełnym sukcesem próby opracowania nowej metodyki oznaczania SeNPs. Należy podkreślić, że Autorka w pełni wywiązała się z nałożonego na nią zobowiązania badawczego, tzn. przeprowadziła w sposób poprawny, częściowo udokumentowany publikacją, optymalizację użytych procedur analitycznych.

Doktorantka stanęła przed poważnym wyzwaniem badawczym, któremu w pełni sprostała, poprawnie wykorzystując szereg zaawansowanych narzędzi badawczych.

Uzyskane przez nią wyniki wnoszą nowatorskie elementy poznawcze w zakresie aplikacji nowych metodyk analitycznych w eksploracji właściwości detoksykacyjnych nanocząstek selenu w odniesieniu do związków rtęci. Przedłożona do oceny rozprawa doktorska w pełni odpowiada ustawowym kryteriom stawianym pracom doktorskim.

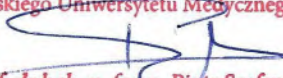
Należy podkreślić, że przeprowadzone przez mgr inż. Magdalenę Borowską prace badawcze, charakteryzujące się dużym ładunkiem nowości naukowej, można uznać za właściwie zaplanowane, a także poprawnie wykonane. Doktorantka odznaczyła się w czasie realizacji zadań badawczych dużą biegłością analityczną, determinacją, a także dociekliwością przy interpretacji danych pomiarowych. Uzyskała wysoce znaczące, interesujące, a także obiecujące wyniki na podstawie właściwie przeprowadzonego cyklu analiz.

Wnioski zostały zredagowane z właściwą dozą ostrożności i znajdują pełne potwierdzenie w bogatym materiale faktograficznym.

Po uwzględnieniu ww. argumentów, recenzent z pełnym przekonaniem stawia wniosek o wyróżnienie pracy. Dysertacja odznacza się dużym ładunkiem aktualności oraz nowości naukowej, a ponadto oprócz walorów poznawczych ma również wartość aplikacyjną (uzasadnienie wniosku o wyróżnienie dysertacji w załączeniu).

Podsumowując, mgr inż. Magdalena Borowska w pełni spełnia warunki określone w ustawie o stopniach i tytułach naukowych i z tym przekonaniem recenzent stawia wniosek o Jej dopuszczenie przez Wysoką Radę Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Katedra i Zakład Bromatologii
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego



prof. dr hab. n. farm. Piotr Szefer



GDAŃSKI UNIWERSYTET MEDYCZYNY
WYDZIAŁ FARMACEUTYCZNY
Z ODDZIAŁEM MEDYCZYNY LABORATORYJNEJ



Krajowy Naukowy
Ośrodek Wiodący

KATEDRA I ZAKŁAD BROMATOLOGII

Prof. dr hab. Piotr Szefer

80-416 Gdańsk, al. Gen. J. Hallera 107

tel./ fax. 058 349-10-89

e-mail: pszef@gumed.edu.pl; strona internetowa: <http://szefer.gumed.edu.pl/>

Gdańsk, 15.05.2021 r.

UZASADNIENIE

wniosku o wyróżnienie pracy doktorskiej autorstwa mgr inż. Magdaleny Borowskiej pt. „Zastosowanie nowych metodyk analitycznych w badaniu właściwości detoksykacyjnych nanocząstek selenu w stosunku do związków rtęci” wykonanej w Katerze Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Krzysztofa Jankowskiego

Dysertacja zasługuje na wyróżnienie z uwagi fakt, że Doktorantka

(1) uzyskała oryginalne wyniki badań dostarczających wysoce interesujące informacje, rzucające nowe światło na szereg zagadnień związanych z obszarem tematycznym przedłożonej do zaopiniowania rozprawy,

(2) legitymuje się znaczącym dorobkiem naukowo-badawczym potwierdzającym jej kompetencje analityczne, szczególnie przydatne na etapie realizacji ambitnych, zakrojonych na szeroką skalę zadań badawczych.

Ad.1). Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest przykładem uwieńczonej pełnym sukcesem próby opracowania nowej metodyki oznaczania SeNPs. Należy podkreślić, że Autorka w pełni wywiązała się z nałożonego na nią zobowiązania badawczego oraz stanęła przed poważnym wyzwaniem badawczym, któremu w pełni sprostała, poprawnie wykorzystując szereg zaawansowanych narzędzi badawczych. Uzyskane przez nią wyniki wnoszą nowatorskie elementy poznawcze w zakresie aplikacji współczesnych metodyk analitycznych w eksploracji właściwości detoksykacyjnych nanocząstek selenu w odniesieniu do związków rtęci.

Zatem, przeprowadzone przez mgr inż. Magdalenę Borowską prace badawcze, charakteryzują się istotnym ładunkiem nowości naukowej. Doktorantka odznaczyła się w czasie wykonywania prac badawczych dużą biegłością analityczną i determinacją, a na etapie interpretacji danych pomiarowych także dociekliwością i zrozumieniem wielokierunkowych mechanizmów rządzących zachowaniem się monitorowanych analitów w złożonych układach analitycznych przy zastosowaniu rzetelnie skonstruowanego warsztatu

analitycznego. Uzyskała wysoce interesujące, a także obiecujące wyniki na podstawie właściwie przeprowadzonego cyklu analiz. Wnioski zostały zredagowane z właściwą dozą ostrożności i znajdują pełne potwierdzenie w bogatym materiale faktograficznym.

Ad. 2). Na dorobek naukowy Doktorantki składa się 7 artykułów naukowych opublikowanych na łamach w zdecydowanej większości prestiżowych czasopism filadelfijskich o łącznym współczynniku oddziaływania, tj. $IF = 28,305$. Należy podkreślić fakt, że jest ona wiodącą autorką w 5 pracach. Ponadto, jest pierwszą autorką rozdziału książkowego. Mgr inż. Magdalena Borowska przedstawiała 6 prezentacji konferencyjnych w charakterze głównego prelegenta, w tym 3 na forum międzynarodowym (USA, Czechy, Francja). Legitymuje się również 8-krotnym eksponowaniem prezentacji posterowych, w tym 4 w charakterze wiodącego autora na konferencjach o zasięgu międzynarodowym.

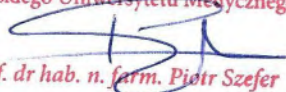
Ponadto, Kandydatka przyczyniła się efektywnie do pozyskiwania zewnętrznych środków finansowych na wykonywanie prac badawczych, czego dowodem jest jej zaangażowanie w realizacji zadania badawczego dotyczącego rozpoznania właściwości detoksykacyjnych nanocząstek selenu w odniesieniu do różnych form chemicznych rtęci z wykorzystaniem nowych metodyk analitycznych” w ramach projektu naukowego PRELUDIUM14. Należy w tym miejscu nadmienić, że ww. zadanie grantowe jest zbieżne z tematyką prac badawczych wykonywanych przez mgr inż. Magdalenę Borowską jej pracy doktorskiej.

Szkołała się 4 krotnie na stażach naukowych w renomowanym ośrodku naukowym, tj. w Institute of Analytical and Physical Chemistry for the Environment and Materials (IPREM) w Pau (Francja).

Doktorantce przyznano 3 stypendia, tj. stypendium doktorskiego ETIUDA 7 w 2019 r. z przeznaczeniem nakładów finansowych na realizację tematyki badawczej zbieżnej z profilem jej pracy doktorskiej. Kolejną dotacją skierowaną na realizację zadań badawczych było stypendium projakościowe w latach 2016/2017, 2017/2018, 2019/2020 i 2020/2021, a także stypendium naukowe w latach 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020 oraz 2020/2021.

Osiągnięcia naukowe Doktorantki zostały dostrzeżone i docenione przez przyznanie jej 4 nagród, w tym międzynarodowej, tj. „Student Grant” z inicjatywy Scientific Committee of European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry 2019.

Biorąc powyżej przytoczone argumenty pod uwagę, recenzent z pełnym przekonaniem stawia wniosek o wyróżnienie pracy doktorskiej autorstwa mgr inż. Magdaleny Borowskiej pt. „Zastosowanie nowych metodyk analitycznych w badaniu właściwości detoksykacyjnych nanocząstek selenu w stosunku do związków rtęci”. Dysertacja odznacza się dużym ładunkiem aktualności oraz nowości naukowej, a ponadto oprócz walorów poznawczych ma również wartość aplikacyjną.

Katedra i Zakład Bromatologii
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

prof. dr hab. n. farm. Piotr Szefer