

Prof. dr hab. inż. Józef Pacyna
AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Energetyki i Paliw
Kraków

Kraków, 23 czerwca 2020 r.

Recenzja

pracy doktorskiej mgr Agnieszki Grajewskiej

nt. “Intake and elimination routes of mercury in Baltic grey seal”

Recenzowana praca doktorska dotyczy oszacowania czynników mających wpływ na procesy wnikania i eliminacji rtęci u przedstawicieli jednego z głównych gatunków ssaków morskich w Bałtyku – bałtyckiej foki szarej.

Temat recenzowanej pracy jest bardzo aktualny i ważny w kontekście narażenia zdrowia ludzi i ekosystemów na zanieczyszczenie rtęcią. Rtęć jest jednym z najbardziej uciążliwych dla ludzi i środowiska zanieczyszczeń, co zostało udokumentowane szeroko w literaturze naukowej. W wyniku badań prowadzonych na całym świecie na temat uciążliwości rtęci UNEP przygotował w 2013 r. specjalną konwencję tzw. Minamata Convention for Mercury, mającą na celu ograniczenie emisji rtęci i narażenia zdrowia ludzi na to zanieczyszczenie. Konwencja ta została ratyfikowana w 2017 r. przez parlamenty wielu krajów, w tym Polski i jest odąd obowiązującą na całym świecie. Implementacja postanowień Konwencji jest jednak ograniczana głównie poprzez niekompletną wiedzę na temat zachowania rtęci w środowisku po jej emisji do atmosfery i depozycji na powierzchnie mórz i oceanów. Niekompletna jest też nasza wiedza nt transportu rtęci w łańcuchu pokarmowym zarówno ludzi jak i zwierząt oraz procesów metylacji form nieorganicznych odpowiedzialnych za powstawanie toksycznych form organicznych tego zanieczyszczenia. To właśnie organiczne związki rtęci są głównym zagrożeniem dla zdrowia ludzi i zwierząt a spożywanie pokarmów opartych na rybach i innych owocach morza jest postrzegane jako podstawowe źródło rtęci toksycznej w organizmach ludzi i zwierząt. Dotychczasowe badania naukowe pozwalają na stwierdzenie, że nasza wiedza na temat akumulacji, metabolizmu oraz transfery rtęci w organizmach ludzi i zwierząt jest najmniej poznanym zagadnieniem w kontekście ochrony zdrowia ludzi i zwierząt. Jest to również główne ograniczenie dla efektywnej implementacji postanowień Konwencji. W tym kontekście recenzowana praca jest bardzo istotnym ogniwem w badaniu oddziaływania rtęci na życie ssaków morskich, szczególnie narażonych na skażenie rtęcią. Przeprowadzone badania w recenzowanej pracy są jedynymi badaniami w Polsce i bardzo nielicznymi w świecie nt poznania procesów narażenia ssaków morskich na skażenie rtęcią z pokarmem oraz procesów międzypokoleniowego transferu i eliminacji tego zanieczyszczenia z organizmów tych ssaków.

Zatem mamy do czynienia z pracą nowatorską o dużym stopniu oryginalności i zastosowania jej w praktyce w kontekście uzupełniania naszej wiedzy nt narażenia ludzi i zwierząt na skażenie rtęcią i bardziej efektywnego wdrażania celów Konwencji, jak również wdrażania celów innych aktów prawnych (np. od 1 stycznia 2018 r. obowiązuje Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/852 w sprawie rtęci).

Recenzowana praca składa się z dwóch części. W pierwszej części przedstawiono podsumowanie informacji nt celów pracy, zastosowanej metodyki i aparatury, wyników oraz wniosków. W drugiej części przedstawiono 3 artykuły naukowe opublikowane przez Kandydatkę w prestiżowych czasopismach naukowych i zawierające szczegółową informację nt. przeprowadzonych badań, ich wyników oraz wnioski szczegółowe wynikające z tych badań.

Informacja zawarta w pierwszej części pracy przedstawiona została w kontekście konieczności prowadzenia badań nt tego, co dzieje się z rtęcią w organizmie bałtyckiej foki szarej po spożyciu tego zanieczyszczenia. Uzasadniony został wybór tematyki pracy oraz zdefiniowano jej cele oraz hipotezy badawcze. Przedstawiona informacja świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu Kandydatki do realizacji pracy doktorskiej. Przedstawiono dużo ciekawych informacji ogólnych, np. o kumulacji i transporcie różnych form chemicznych rtęci w organizmie fok dorosłych i osobników młodocianych. Przedstawiono również krótką informację nt. sedna problemu zanieczyszczenia środowiska rtęcią oraz konieczności podjęcia działań w zakresie ograniczenia tego problemu. W tym miejscu należałoby uściślić w pracy, że Konwencja Minamata mimo, że podpisana została przez sygnatariuszy z wielu krajów w 2013 r., to obowiązuje dopiero od 2017 r. po jej ratyfikacji przez parlamenty pierwszych 50 krajów.

Cele pracy zostały sprecyzowane jasno z określeniem zadań niezbędnych dla ich osiągnięcia i w oparciu o trafnie sprecyzowane hipotezy badawcze. Cele te realizowane były poprzez badania, których wyniki szczegółowe przedstawiono w 3 publikacjach naukowych, stanowiących drugą część pracy. Należy podkreślić, że publikacje te zostały przedstawione w odpowiedniej sekwencji tematycznej począwszy od identyfikacji międzypokoleniowego transferu rtęci (i selenu, obniżającego toksyczność rtęci), poprzez ocenę narażenia fok na rtęć drogą pokarmową aż po ocenę wybranych procesów eliminacji rtęci z organizmu fok.

W części pierwszej pracy przedstawiono również informacje o pobieraniu próbek i aparaturze pomiarowej używanej do realizacji badań w ramach recenzowanej pracy. Aparatura pomiarowa, procedury pobierania próbek oraz procedury analityczne zastosowane w recenzowanej pracy nie budzą żadnych zastrzeżeń. Aparatura pomiarowa została sprawdzona we wcześniejszych badaniach. Procedury pobierania próbek i ich analizy gwarantują uzyskanie dobrych wyników analiz. Na szczególną uwagę zasługuje jednak analiza udziału poszczególnych form rtęci metodą termodesorpcji, zaproponowaną przez współpracowników Kandydatki. Użycie tej metody pozwoliło na wydzielenie pięciu grup zawierających związki rtęci o podobnych właściwościach, różniące się biodostępnością w środowisku. W ten sposób otrzymano trzy frakcje labilne rtęci oraz dwie stabilne. Jest to bardzo ważny pomiar ponieważ rtęć w formie labilnej trafić może ponownie do transportu w danym organizmie czy ekosystemie.

Szczegółowe wyniki badań i wnioski z nich płynące przedstawiono w drugiej części pracy w ramach 3 artykułów naukowych. Bardzo ciekawe badania transferu rtęci między samicą

a płodem przedstawiono w pierwszym artykule. Dokonano ważnego odkrycia, że łożysko nie stanowi bariery dla transportu metylortęci od matki do szczenięcia co skutkowało detoksykacją organizmu samicy i intoksykacją szczenięcia. Formy nieorganiczne rtęci są niewątpliwie akumulowane w łożysku. Równocześnie Kandydatka zastrzega, że procesy akumulacji, metabolizmu i transferu rtęci przez łożysko są skomplikowane i mogą różnić się dla indywidualnych osobników. Jest to bardzo ważne stwierdzenie, które wskazuje na konieczność dalszych badań, aby upewnić się o roli łożyska w procesie międzypokoleniowego transportu rtęci u fok. Czy Kandydatka posiada informacje na temat tego procesu u innych ssaków? Jaką rolę pełni łożysko w transporcie rtęci u kobiet ciężarnych? Dlaczego selen zachowuje się w tym transporcie inaczej i łożysko wydaje się blokować transfer tego metalu? Czy jest dostępna dodatkowa informacja na temat transferu rtęci i selenu przez łożysko ssaków od czasu publikacji tego artykułu w 2017 r.?

W drugim artykule przedstawiono wyniki badań nt dróg wnikania rtęci do organizmu fok poprzez spożywanie zanieczyszczonego pokarmu. Wiadomo, na podstawie wielu wcześniejszych badań, że jest to główna droga rtęci do organizmów zwierząt oraz ludzi. Innowacyjnym elementem recenzowanej pracy jest kompleksowe podejście do tego tematu poprzez analizę transportu rtęci (i selenu) z mlekiem matki w okresie laktacji, transportu z krwią matki do płodu (rola łożyska), oraz analizę zanieczyszczenia krwi szceniąt w fazie karmienia przez matkę, fizjologicznej głodówki i podczas diety rybnej. Takie podejście daje pełny obraz tego, co dzieje się z rtęcią spożywaną przez ciężarne foki i ich wpływ na zanieczyszczenie organizmu szceniąt. Bardzo ważnym stwierdzeniem Kandydatki jest to, że prawie połowa rtęci spożywana przez foki jest usuwana z ich organizmu poprzez odchody. Co dzieje się z resztą? Czy pozostałe 50 % rtęci trafia do krwi, czy też ssaki te mają jeszcze inny organ krytyczny, gdzie akumulowana jest rtęć? Proszę o komentarz.

Dwa bardzo ważne wnioski wyciągnięto z badań zawartości rtęci we krwi samic i szceniąt. Pierwszy wniosek stwierdza, że transfer rtęci przez łożysko skutecznie obniżał poziom rtęci całkowitej i metylortęci we krwi samic, niwelując wpływ krótkotrwałego wzrostu stężeń wywołanego laktacją. Drugi ważny wniosek dotyczy szceniąt. Na skutek nieustającej ekspozycji na rtęć w życiu prenatalnym, jej najwyższe stężenie we krwi szceniąt zaobserwowano bezpośrednio po narodzinach. W żadnej późniejszej fazie rozwoju szczenięcia stężenie rtęci we krwi nie było tak wysokie. Dodatkowo, pomiary selenu we krwi potwierdzają, że mleko jest mało istotnym źródłem rtęci, ale bardzo istotnym źródłem selenu. Biorąc pod uwagę to, że notowany jest wzrost stężeń rtęci u szceniąt po opuszczeniu fokarium oraz wzrost przypadków śmiertelności tych osobników uzasadnionym jest twierdzenie Kandydatki w drugim artykule, że należy położyć większy nacisk na monitorowanie szceniąt w Bałtyku. Proszę o przedstawienie kilku zaleceń nt jak należy przeprowadzić takie monitorowanie.

W trzecim artykule przedstawiono wyniki badań nad procesami eliminacji rtęci z organizmów fok, wśród których wyróżniono wydalanie rtęci wraz z odchodami oraz wbudowywanie jej w sierść podczas wymiany futra. Bardzo ważnym wnioskiem w tej pracy jest to, że wydalana wraz z odchodami rtęć ulega wcześniej transformacji wewnątrz organizmu zwierzęcia z formy organicznej do nieorganicznej. Kandydatka sugeruje, że jednym z takich procesów może być dimetylacja rtęci organicznej w wątrobie. Proszę o komentarz w tej sprawie.

Ciekawa jest też ocena możliwości zanieczyszczenia wody rtęcią, zwłaszcza w rejonach przybrzeżnych, spowodowanego odchodami badanych ssaków. Kandydatka stwierdza, że

zarówno w odchodach, jak i sierści rtęć występuje głównie w formie labilnej, zatem może szybko zostać ponownie włączona do obiegu. Ilości wydalanej rtęci są jednak tak niewielkie, że odchody i futro fok nie powinny być postrzegane jako dodatkowe źródło skażenia rtęcią morskiego łańcucha troficznego. Czy taka ocena może dotyczyć również innych akwenów morskich?

Podsumowując materiał badawczy przedstawiony w w/w artykułach, opublikowanych w prestiżowych czasopismach naukowych, należy stwierdzić, że wyniki badań zostały uzyskane wykorzystując prawidłowo dobrane metody zarówno pomiarowe jak i statystyczne. Wnioski zdefiniowane w tych artykułach mają szerokie poparcie w części dyskusyjnej wyników przeprowadzonych badań. Wnioski te są odpowiednio udokumentowane zarówno w części pierwszej dysertacji jak i w artykułach stanowiących część drugą dysertacji. Wnioski te są prawidłowe i pozwalają stwierdzić, że cele pracy zostały osiągnięte. Hipotezy badawcze zdefiniowane w pracy zostały prawidłowo zweryfikowane poprzez zrealizowanie celów badawczych recenzowanej rozprawy.

W końcowej części dysertacji, jak również w poszczególnych artykułach przedstawiono wykaz cytowanej literatury. Wykaz ten świadczy o bardzo dobrym przygotowaniu Kandydatki do prowadzenia badań na temat zanieczyszczenia środowiska wodnego, w tym ssaków morskich rtęcią. Wykaz ten obejmuje zarówno literaturę wcześniejszą jak i ostatnie doniesienia na ten temat.

W części końcowej dysertacji przedstawiono również uchwały Lokalnych Komisji Etycznych w sprawie prowadzenia badań na zwierzętach, udzielających pozwolenia na badania fok, prowadzone w dysertacji.

Integralną częścią recenzowanej rozprawy doktorskiej jest też załącznik przedstawiający życiorys zawodowy Kandydatki. Należy stwierdzić, że Kandydatka ma już duże osiągnięcia naukowe, udokumentowane 18 publikacjami, w tym 13 z listy JRC, licznym udziałem w konferencjach międzynarodowych i krajowych, oraz dużą aktywnością dydaktyczną i promocją nauki. Dorobek naukowy Kandydatki stanowił niewątpliwie dobre podstawy do realizacji celów recenzowanej rozprawy doktorskiej.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana praca spełnia wszystkie warunki stawiane rozprawom doktorskim, określone ustawą z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Praca jest nowatorska, obejmuje zagadnienia bardzo ważne dla redukcji zagrożenia dla zdrowia zwierząt, a w dalszej konsekwencji ludzi, jakie niesie ze sobą zanieczyszczenie ekosystemów wodnych rtęcią. Cele pracy zostały osiągnięte a wnioski szeroko udokumentowane w analizie wyników pracy. Dlatego wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie mgr Agnieszki Grajewskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na ważność tematyki prezentowanej w pracy, jej nowatorski charakter, bardzo ciekawe wnioski zdefiniowane w pracy oraz zainteresowanie organów legislacyjnych tymi wnioskami (Konwencja Minamata, Parlament Europejski w kontekście działań nad redukcją zagrożenia środowiska i zdrowia ludzi rtęcią, HELCOM) wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego o wyróżnienie recenzowanej pracy.

Opiniowana praca mieści się w grupie 10 % najlepszych prac doktorskich jakie do tej pory recenzowałem.

Niniejszy wniosek o wyróżnienie poparty jest też długą listą publikacji Kandydatki, a niektóre Jej prace są już cytowane przez innych badaczy.

J.M. Payne