

Dr hab. Lucyna Polak-Juszczak  
Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy  
Zakład Chemii Żywności i Środowiska  
Ul. Kołłątaja 1  
81-334 Gdynia

Gdynia, dnia 05.02.2018.

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Emilii Anny Szumiło-Pilarskiej

pt. **Rtęć w ptakach wodnych bytujących w strefie przybrzeżnej Zatoki Gdańskiej**

(Mercury in water birds residing in the coastal zone of Gulf of Gdansk)

Recenzję wykonano w związku z uchwałą Rady Instytutu Oceanografii Uniwersytetu  
Gdańskiego – pismo Dyrektora Instytutu Oceanografii (UG G200-6110-4/2018) z dnia 09.01.2018

Mgr Emilia Anna Szumiło-Pilarska, jako podstawę ubiegania się o stopień doktora przedstawiła cztery tematycznie powiązane publikacje, które stanowią opracowanie pt. "Rtęć w ptakach wodnych bytujących w strefie przybrzeżnej Zatoki Gdańskiej".

### Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska została wykonana pod kierunkiem promotora Pani prof. dr hab. Lucyny Falkowskiej oraz promotora pomocniczego Pani dr hab. Magdaleny Beldowskiej w Zakładzie Chemii Morza i Ochrony Środowiska Morskiego, Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego.

Rozprawa doktorska Pani Emilii Anny Szumiło-Pilarskiej składa się z czterech publikacji:

1. **Szumiło-Pilarska E.**, Grajewska A., Falkowska L., Hajdrych J., Meissner W., Frączak T., Beldowska M., Bzoma S. 2015. Species differences in total mercury concentration in gulls from the Gulf of Gdansk (Southern Baltic). *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 33: 100-109. DOI: 10.1016/j.jtemb.2015.09.005
2. **Szumiło-Pilarska E.**, Falkowska L., Grajewska A., Meissner W. 2017. Mercury in feathers and blood of Gulls from the Southern Baltic Coast. Poland. *Water, Air, & Soil Pollution*. 228(4); 138. DOI: 10.1007/s11270-017-3308-6
3. Grajewska A., Falkowska L., **Szumiło-Pilarska E.**, Hajdrych J., Szubska M., Frączak T., Meissner W., Bzoma S., Beldowska M., Przystalski A., Brauze T. 2015. Mercury in the eggs of aquatic birds from the Gulf of Gdansk and Włocławek Dam (Poland). *Environmental Science and Total Pollution Research*. 22(13): 9889 -9898. DOI: 10.1007/s11356-015-4154-y

4. Falkowska L., Reindl A.R., **Szumiło E.**, Kwaśniak J., Staniszevska M., Beldowska M., Lewandowska A., Krause I. 2013. Mercury and Chlorinated Pesticides on the Highest Level of the Food Web as Exemplified by Herring from the Southern Baltic and African Penguins from the Zoo. *Water, Air, & Soil Pollution*. 224(5): 1549. DOI: 10.1007/s11270-013-1549-6

Wszystkie przedstawione powyższej publikacje są opracowaniami zbiorowymi wykonanymi w zespołach 7, 4, 11 i 8 osobowych. W dwóch publikacjach Doktorantka jest pierwszym autorem, w dwóch pozostałych trzecim. Według złożonych przez Panią E. A. Szumiło-Pilarską oświadczeń jej udział w przedstawionych do oceny publikacjach wynosił odpowiednio 55%, 70%, 30% i 30%. Brak jest oświadczeń pozostałych współautorów. W publikacjach, w których Doktorantka jest pierwszym autorem (praca I, II) jej wkład w powstanie artykułu obejmował: zdefiniowanie problemu badawczego, przygotowanie materiału do badań, wykonanie analiz biologicznych i chemicznych, graficzne i statystyczne opracowanie wyników, interpretację wyników w odniesieniu do literatury, przygotowanie manuskryptu. To oznacza, że wkład mgr E. A. Szumiło-Pilarskiej w przygotowanie tych publikacji był wiodący. Udział w publikacjach III i IV, w których Doktorantka jest trzecim współautorem był następujący: uczestnictwo w zdefiniowanie problemu badawczego, udział w poborze materiału do badań, przygotowanie i przeprowadzenie analiz biologicznych i chemicznych, graficzne i statystyczne opracowanie wyników, interpretację wyników, udział w przygotowaniu manuskryptu.

Publikacje, które zostały zakwalifikowane, jako główne osiągnięcie naukowe wydano w latach 2013, 2015 i 2017. Według przedstawionego przez Doktorantkę zestawienia sumaryczny czynnik wpływu (IF) publikacji stanowiących rozprawę doktorską wynosi 8,586, a wartość punktowa wg listy MNiSW 100. Według bazy Web of Science index h wynosi 2, a publikacje były cytowane w sumie 10-krotnie.

Rozprawa doktorska zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim. Tytuł opracowania w pełni odpowiada jej treści, a sformułowane cele badawcze uwarunkowały dobór odpowiedniego materiału i metodyki badawczej. Wstęp wskazuje najważniejsze aspekty badań dotyczące stężeń rtęci w tkankach i narządach ptaków wodnych. Należy podkreślić dużą ilość zebranego do badań materiału (dziesiątki prób), co pozwoliło na zrealizowanie zaplanowanych zadań i odpowiednią analizę statystyczną wyników. Dla stosowanych metod oznaczania rtęci wykonano walidację, w której określono granice oznaczalności, precyzję i dokładność metody. Przy pomiarach używano materiały referencyjne. Wszystkie publikację cytują bardzo obszerną literaturę. Wyniki badań przedstawione w pracach stanowiących rozprawę są opublikowane w uznanych międzynarodowych czasopismach naukowych, co oznacza, że zostały poddane rzetelnej recenzji przez uznanych specjalistów oraz komitety redakcyjne.

### **Ocena merytoryczna**

Badania wykonane przez Doktorantkę są dobrze zaplanowane, metodycznie raczej nieskomplikowanych i dość pracołłonne eksperymentalnie. Tematyka cyklu publikacji stanowiących rozprawę doktorską jest merytorycznie spójna i obejmuje cztery problemy badawcze: 1) ekspozycję pokarmową na rtęć, 2) pióra, krew i jaja, jako wskaźniki zanieczyszczenia środowiska, 3) poziomy rtęci w tkankach ptaków, 4) mechanizmy ochronne.

Ptaki wodne zajmują wysoką pozycję w troficznej piramidzie Morza Bałtyckiego. Oznacza to, że gromadzą w swoich ciałach największą ilość szkodliwych substancji, w tym rtęci. Pierwiastek ten wnika do tkanek i organów ptaków, głównie przez przewód pokarmowy, a ilość rtęci pobrana z żywnością zależy od jej ilości w środowisku. Mając na uwadze zanieczyszczenie środowiska południowego Bałtyku Doktorantka postawiła hipotezę do swoich badań „Ptaki z rodziny *Laridae* osiadłe na polskim wybrzeżu mogą być postrzegane, jako strażnicy zagrożeń toksykologicznych pojawiających się w środowisku ich bytowania”. Do weryfikacji tej hipotezy zaplanowała dwa cele badawcze: 1) określenie poziomu stężenia rtęci w różnych tkankach ptaków i porównanie uzyskanych wyników z danymi z literatury z innych regionów półkuli północnej, 2) ocena czy ilość oraz dostępność obecnej w pokarmie rtęci może skutkować kumulacją w tkankach ptaków na poziomie zagrażającym ich zdrowiu lub życiu, a zdeponowana w jajach wpływać na spadek sukcesu lęgowego.

W badanych tkankach wewnętrznych ptaków Doktorantka nie stwierdziła przekroczeń wartości krytycznej stężeń rtęci (publ. I, II), co upoważnia ją do stwierdzenia, że ekspozycja pokarmowa nie zagraża życiu ani zdrowiu ptaków. Wskazała natomiast przekroczenia zawartości rtęci piórach konturowych niektórych osobników, a to może być sygnałem o istniejącym zagrożeniu dla środowiska. Takie przypadki wystąpiły w ptakach z polskiego południowego wybrzeża jak i z północnej Skandynawii. Zebrane dane literaturowe o zawartości rtęci w tkankach i piórach konturowych ptaków z ostatnich dwóch dekad pozwoliły na ocenę stanu środowiska południowego Bałtyku na tle innych rejonów. Na tej podstawie przedstawia ważny wniosek „Wybrzeże południowego Bałtyku jest obszarem umiarkowanie zanieczyszczonym, w podobnym stopniu do innych regionów półkuli północnej”. Wskazuje również tendencje zniżkowe w poziomie rtęci na polskim wybrzeżu w okresie dwóch dekad (1992 – 2012), co tłumaczy spadkiem emisji rtęci. Mniej optymistyczne są wyniki badań stężeń tego pierwiastka w jajach rybitwy czubatej. Rtęć w jajach odzwierciedla dietę samic w okresie formowania jaja. W znacznej części badanych jaj (19-27%) wystąpiły przekroczenia wartości krytycznej, stąd sugestia Doktorantki „Rtęć zdeponowana w jajach może wpłynąć na spadek sukcesu lęgowego gatunków ptaków bytujących nad Zatoką Gdańską”. Doktorantka wskazuje istotne różnice w stężeniach rtęci między czterema gatunkami mew i sugeruje, że prawdopodobnie wynikają one z różnych diet i poziomu troficznego z jakiego ten pokarm pochodzi, co potwierdza analizą trwałych izotopów.

Ptaki wędrowne, jakimi są mewy srebrzyste migrujące na obszarze Europy, zbierają różny pokarm o różnej ilości rtęci w zależności od środowiska. Migracja mew może być wykorzystana do określenia kierunku zmian regionalnego skażenia rtęcią w długim okresie czasu. Doktorantka przedstawiła w publ. I i II tkanki o podwyższonej zawartości rtęci i analizuje je, jako potencjalne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska tym metalem. Ważnym czynnikiem biorącym udział w dystrybucji rtęci w organizmie jest krew, która może bezpośrednio odzwierciedlać poziom tego pierwiastka w organizmie. Na podstawie 3-letnich badań (publ. II), w których analizowano ponad 100 mew z czterech gatunków przebywających na polskim wybrzeżu Doktorantka wnioskuje, że stężenie rtęci we krwi umożliwiają skuteczne śledzenie zanieczyszczenia rtęcią w obszarze żerowania w krótkim okresie, kilku dni. Taką samą rolę mogą pełnić nowo powstające pióra mew. Podobnie jak wielu badaczy, pióra i jaja ptaków (mew i rybitw) wyznacza, jako wskaźniki zanieczyszczenia środowiska. Na podstawie wieloletnich

badaj jaj i w pełni wykształconych piór wyznacza długoterminowego skażenie rtęcią w skali regionu oraz określa długoterminowy trend (publ. II, III). Wobec braku chemicznego monitorowania ptaków na polskim wybrzeżu wyniki przedstawione przez Doktorantkę mogą posłużyć do oceny zanieczyszczenia środowiska rtęcią na poziomie lokalnym w oparciu o testy rtęci we krwi i piórach będących w fazie wzrostu, natomiast w skali regionalnej na podstawie analiz wykształconych piór i jaj ptaków. Doktorantka dodaje, że wyznaczone wskaźniki nie mogą być traktowane, jako indykatory równorzędne. Jest to dla mnie oczywiste jednak w przedstawionych pracach nie znalazłam dokładnego uzasadnienia wyznaczenia krwi, jako krótkoterminowe, a piór i jaj jako długookresowe wskaźniki zanieczyszczenia. Zastanawia mnie też czy jaja ptaków mogą odzwierciedlać długookresową ekspozycję na rtęć?

Stężenia rtęci w tkankach ptaków wodnych są bardzo zróżnicowane. Doktorantka dowiodła (publ. I, II), że jej poziom w tkankach ptaków określają dwa czynniki: pokarm i wiek. O poziomie rtęci w tkankach ptaków decyduje jakość i ilość pobranego pokarmu. To odmienny pokarm i jego ilość pobrana przez ptaki różnych gatunków i z różnych grup wiekowych skutkuje między- i wewnątrzgatunkowymi różnicami. Doktorantka rozróżnia dwie grupy narządów w zależności od stężenia rtęci. Pierwsza to wątroby, nerki i krew, narządy, które odpowiadają za dystrybucję rtęci, jej transformację i eliminację. Druga grupa obejmuje mięśnie, serce i mózg, które związane są z kumulacją zależną od przemian metabolicznych w wątrobie i dystrybucją rtęci przez krew.

Na przykładzie mewy srebrzystej z Zatoki Gdańskiej Doktorantka wykazała dużą zmienność w stężeniach rtęci w zależności od wieku ptaków. Między młodymi, niedojrzałymi i dojrzałymi ptakami występują istotne różnice. Starsze osobniki zawierają więcej rtęci w mięśniach, płucach, mózgu i krwi oraz w piórach okrywowych. Płeć w niewielkim stopniu różnicuje poziomy rtęci między osobnikami. Pewne różnice występują u samców i samic w okresie formułowania jaja w ciele samicy (publ. III). Badania ptaków dziko żyjących nie zawsze dają jednoznaczne wyniki, a ich interpretacja bywa trudna. Być może, dlatego Doktorantka podjęła badania eksperymentalne na przykładzie pingwinów żyjących w ogrodzie zoologicznym w Gdańsku mając na celu między innymi ocenę wpływu ilości pokarmu na akumulację Hg w tkankach oraz jajach ptaków (publ. IV). Kontrolując ilość rtęci pobieranej przez pingwiny wraz ze zjadanymi śledziami oceniła stopień jej akumulacji w tkankach i organach pingwinów. Bilans pobranej i zgromadzonej w tkankach ptaków rtęci wskazał wątrobę i mięśnie, jako docelowe tkanki kumulacji tego pierwiastka. Doktorantka wskazuje również pióra, jako tkankę o wysokiej zawartości rtęci, a istotne statystycznie różnice odnosi do rodzaju piór, wieku ptaków i ilości spożywanego pokarmu. Wyższe poziomy rtęci w piórach okrywowych dorosłych osobników łączy z procesem detoksykacji zachodzącym w dłuższym okresie życia.

Jednym z ciekawych osiągnięć rozprawy doktorskiej mgr E.A. Szumiło-Pilarskiej jest wskazanie podstawowych mechanizmów ochronnych ujawniających się u ptaków w obronie przed najbardziej toksyczną formą rtęci - metylortęcią. Są to powiązane ze sobą procesy demetylacji i eliminacji. Doktorantka przedstawia je na przykładzie mew srebrzystych z Zatoki Gdańskiej (publ. I, II) przedstawia obydwie te procesy. Rtęć wraz z krwią w pierwszej kolejności kierowana jest do mózgu ptaków. Aby zmniejszyć toksyczny wpływ rtęci na ten organ ujawnia się mechanizm ochronny polegający na wzmożonej kumulacji rtęci w mięśniach przy spowolnionej koncentracji w mózgu.

Nagromadzenie rtęci w organizmie ptaki mogą kontrolować przez metabolizm demetylacyjny

Ptaki kontrolują poziom nagromadzonej rtęci w ich organizmie poprzez demetylację i eliminację. Hipotezę tę współautorka publ. IV sprawdza na pingwinach wykazując, że zdolność do demetylacji rtęci organicznej w wątrobie zależy stężenia rtęci całkowitej w tym organie oraz od wieku i kondycji ptaków. Młode osobniki poprzez demetylację mogą lepiej chronić się przed metylortęcią niż dorosłe ptaki, gdyż mają lepszą zdolność przekształcania rtęci organicznej w formę nieorganiczną (publ.IV). Słaba zdolność do demetylacji u dorosłych osobników uzupełniana jest wydalaniem metylortęci poprzez linienie, podczas którego rtęć jest transportowana do piór. Zrzucanie starych piór i tworzenie nowego upierzenia to wg Doktorantki najskuteczniejszy sposób eliminacji toksycznych substancji z organizmu (publ. I, II, IV). W piórach wszystkich badanych ptaków poziom rtęci jest znacznie wyższy niż w tkankach wewnętrznych. Badaniami z udziałem pingwinów odżywiających się tym samym pokarmem Doktorantka udowodniła, że „W obrębie jednego gatunku ilość rtęci wbudowana w nowopowstające pióra może być wskaźnikiem skuteczności demetylacji i kondycji ptaków”. Ponadto detoksykacja organizmu ptaków odbywa się w dużym stopniu poprzez eliminację rtęci do jaj oraz wydalanie z guanem. Eliminacja z guanem jest najszybszą drogą usuwania rtęci z organizmu szczególnie piskląt.

#### **Uwagi krytyczne**

Muszę przyznać, że niełatwo mi przedstawić błędy i słabe punkty i rozprawy doktorskiej mgr. E. A Szumiło-Pilarskiej, gdyż jest ich bardzo mało, a te, które zauważyłam świadczą raczej o skromności Doktorantki.

Uwagi szczegółowe:

- brak oświadczeń współautorów publikacji stanowiących podstawę rozprawy,
- publikacja I została wydana w Journal of Trace Elements in Medicine and Biology w 2016 roku.

Uwagi merytoryczne

Uważam, że przy bardzo szerokim zakresie materiału badawczego, dużej liczebności pobranych próbek i wykonanych w ciągu kilku lat badań zbyt ogólni jest streszczenie rozprawy i opis problemów badawczych. Sądzę, że bardziej rozbudowane końcowe wnioski oddałyby ogrom wykonanej pracy. Ich obecna forma nie oddaje całego wysiłku włożonego przez Doktorantkę i wspierających jej działania współwykonawców badań. Przedstawione do oceny publikacje są bardzo obszerne i zawierają dużo nowych danych. Doktorantka ogranicza się też w opisie dodatkowych publikacji, których jest współautorką, podając jedynie ich spis. Udział w badaniach opisanych w tych publikacjach również powinien być doceniony, tym bardziej, że są one wydane w uznanych czasopismach o wysokim indeksie FI i pozycji listy A czasopism MNISW.

### **Podsumowanie**

Przedstawiona do oceny praca doktorska mgr E. A. Szumiło-Pilarskiej zawiera oryginalne wyniki, wnoszące istotne, nowe treści na temat rtęci w ptakach i w środowisku południowego Bałtyku.

Wysoko oceniam dobre przygotowanie Doktorantki do pracy naukowej. Zamieszczone w tej ocenie uwagi mają raczej charakter ogólny i niczym nie umniejszają walorów naukowych przedstawionej pracy. Cykl publikacji, który pod wspólnym tytułem "Rtęć w ptakach wodnych bytujących w strefie przybrzeżnej Zatoki Gdańskiej" przedstawiony, jako osiągnięcie naukowe, stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej z zakresu oceanologii i ochrony środowiska. Doktorantka posiadania wiedzę biologiczną oraz umiejętności planowania i zrealizowania zamierzeń naukowych. Recenzowana rozprawa jest dla mnie oczywistym i całkowicie zasłużonym etapem rozwoju naukowego mgr E.A. Szumiło-Pilarskiej, który w ciągu kilku lat przyniósł w sumie 8 publikacji naukowych, a wszystkie z listy JCR.

### **Wniosek końcowy**

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr E. A. Szumiło-Pilarskiej przedstawiona postaci cyklu cztery tematycznie powiązane prac, które stanowią opracowanie pt. " Rtęć w ptakach wodnych bytujących w strefie przybrzeżnej Zatoki Gdańskiej" spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w art. 13 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami).

Wniosuję do Wysokiej Rady Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego o przyjęcie pracy i dopuszczenie mgr. Emilii Anny Szumiło-Pilarskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Lucyna Polak-Juszczak

