



Politechnika Łódzka

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej

dr hab. Magdalena Długosz-Lisiecka, prof. uczelni

Łódź, 28.08.2023

e-mail: magdalena.dlugosz@p.lodz.pl

tel. 693 674 297, +4842 6313167

**Recenzja pracy doktorskiej mgr Aleksandry Moniakowskiej
pt. „Nagromadzanie izotopów ^{210}Po i ^{210}Pb w roślinach leczniczych”**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana w pracowni Toksykologii i Ochrony Radiologicznej, Katedry Chemii i Radiochemii Środowiska Wydziału Chemii Uniwersytetu Gdańskiego, pod opieką naukową pani promotor dr hab. Dagmary Strumińskiej-Parulskiej, prof. UG.

Podejmowany przez Doktorantkę problem mieści się w zakresie badań o charakterze radioekologicznym. Polon i ołów jako radiotoksyczne pierwiastki zajmują jedno z czołowych miejsc w grupie znaczników zanieczyszczeń środowiska, nurtu z powodzeniem realizowanego już od szeregu lat przez zespół Pani Profesor i jej współpracowników. Badania te dotyczą ważnej, interdyscyplinarnej problematyki z pogranicza chemii, biologii i ziołolecznictwa. Jednocześnie poruszona w pracy tematyka mieści się w zakresie badań środowiskowych o wysokim poziomie specjalizacji.

Praca doktorska ma tradycyjną formę i obejmuje omówienie badań własnych Doktorantki zrealizowanych od 2018 do 2023 roku, potwierdzonych publikacjami. Całość pracy wraz z bibliografią obejmuje 195 stron i składa się z 13 rozdziałów. Układ pracy jest tradycyjny, zawiera streszczenie, wstęp, omówienie literaturowe badań wraz z elementami zagadnień z zakresu ziołolecznictwa, aż po opis metodyki i techniki pomiarowej, prezentację wyników badań laboratoryjnych i podsumowanie.

Tekst rozprawy jest przemyślany, a praca napisana jest poprawnie. Pracę rozpoczyna wstęp ze wskazaniem motywacji do podjęcia niniejszych badań. Część



Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej

93-590 Łódź, ul. Wróblewskiego 15, budynek C2

tel. 42 631 31 88, 42 631 31 05, fax 42 631 30 87, www.mitr.p.lodz.pl

e-mail mitr@mitr.p.lodz.pl



przeglądowa obejmuje rozdziały od 2 do 6 i liczy 82 strony i poświęcona jest kolejno: charakterystyce badanych pierwiastków, oddziaływaniu promieniowania jonizującego na organizmy żywe, radionuklidom w środowisku przyrodniczym i ziołolecznictwu. Rozdział 7 to nakreślenie celu pracy i sekwencji zadań, poprzez realizację których osiągnano zamierzony cel. Część poświęcona badaniom własnym obejmuje około 95 stron i omawia materiały i metody badań izotopów promieniotwórczych, w tym metody spektrometryczne oraz techniki pomiarowe stosowanych do oznaczania radionuklidów w próbkach biologicznych. W rozdziale nr 9 i 10, w części poświęconej badaniom własnym Doktorantka scharakteryzowała etap przygotowawczy próbek i kolejne etapy separacji oraz szczegółowo nakreśliła procedury oznaczania poszczególnych radionuklidów. Jeśli chodzi o część doświadczalną to zakres badań układa się w logiczną całość, potwierdzającą wysoki poziom radioanalitycznej szkoły i dojrzałości naukowej Doktorantki. Całość pracy wieńczy przegląd uzyskanych wyników, ich dyskusja, podsumowanie i wnioski, pod którymi umieszczony jest zbiór pozycji literaturowych, w liczbie 218 pozycji.

Zakres pracy nie kończy się na opracowaniu metodyki oznaczania wybranych izotopów ^{210}Pb i ^{210}Po , w próbkach ziół, ale również dotyczył matryc na których materiał biologiczny był hodowany tj. wody i gleby. Ponadto, Doktorantka wykorzystwała uzyskane informacje o stężeniach izotopów do oceny znaczników nagromadzenia BCF, translokacji TF oraz kumulacji PF w wybranych gatunkach ziół rosnących na obszarach naturalnych w miejscowościach Gdańsk, Ryki i Kętrzyn jak i w kontrolowanej hodowli. Doktorantka wykorzystwała bardzo bogaty zakres gatunków ziół naturalnie rosnących w Polsce, ale też szeroko stosowanych w ziołolecznictwie, zaczynając od bardzo popularnych takich jak babka lancetowata, bez czarny, brzoza, bylica, dzika róża, lipa, malina, pokrzywa, czy krwawnik pospolity, aż po mniej popularne, takie jak nawłoc pospolita, mydlnica lekarska, perz właściwy, przytulina czepna, przetacznik leśny, rdest ptasi, czy wrotycz pospolity i inne.

Wybrany materiał badawczy tj. zioła cieszy się umiarkowanym zainteresowaniem naukowców, z racji konieczności uwzględnienia wielu zmiennych wpływających na ostateczny wynik np. dobór gatunków, rodzaju podłoża, czy zróżnicowanej struktury morfologicznej. Ważnym etapem tej pracy było obok przeprowadzenia szczegółowych analiz radiometrycznych, rozdzielanie poszczególnych elementów morfologicznych ziół, np. korzeni, łodygi, liści kwiatów, owoców, czy szyszek. Ponadto, obok oceny stężenia obu izotopów dokonano oszacowania wielkości potencjalnych dawek skutecznych związanych z konsumpcją analizowanych gatunków roślin w określonej ilości.

Do zasadniczych badań wykorzystano zioła rosnące naturalnie, a więc ekspozowane różnymi, zanieczyszczeniami. Jednocześnie dla porównania prowadzono hodowlę porównawczą bez ekspozycji na antropogeniczne źródła emisji (opad), czy izotopy obecne w glebie. Takie podejście

pozwoili na oszacowanie źródeł zanieczyszczeń izotopowych wchłanianych spontanicznie do rośliny lub pozostających na jej powierzchni.

Ponadto, do realizacji niniejszej pracy wybrano kilka lokalizacji zapewne o zróżnicowanym podłożu glebowym i zróżnicowanych charakterystykach źródeł zanieczyszczeń miejskich tj. w Gdańsku, Rykach i Kętrzynie, jednak charakterystyki tych lokalizacji nie zostały omówione w pracy. Możliwość wykrycia kontaminacji antropogenicznych, lub naturalnego zróżnicowania nagromadzenia izotopów promieniotwórczych zapewnia temu obszarowi badań istotny potencjał badawczy.

Opracowanie optymalnej metodyki badawczej obejmującej spektrometrię promieniowania alfa α związane było ze spełnieniem kilku wymogów tj. zapewnieniem kalibracji wydajnościowej materiałem referencyjnym wewnętrznym, w tym kontrolą odzysku chemicznego.

Celem pracy było oznaczenie stężeń izotopów bezpośrednio ^{210}Po i pośrednio ^{210}Pb w ziołach, bezpieczeństwa radiologicznego i współczynników ryzyka zachorowania na raka, oraz określenie wpływu opadu atmosferycznego na zawartość tych izotopów w różnych częściach morfologicznych przebadanych w sumie 54 gatunków roślin, stosowanych powszechnie w ziołolecznictwie. W ramach pracy wykorzystano spektrometrię promieniowania alfa, a uzyskane wyniki dodatkowo opracowano całym szeregiem metod statystycznych, tj. statystyką opisową, analizą skupień, analizą korelacji oraz testami statystycznymi, które pomagały w interpretacji z wyników.

Pani mgr Aleksandra Moniakowska nie ustrzegła się kilku błędów.

1) Otóż w przeglądzie literaturowym poświęcono dużo uwagi wpływowi Po i Pb jako pierwiastków na człowieka. W praktyce podstawowym materiałem badawczym Doktorantki są zioła. Wydaje się więc uzasadnionym, by obok wpływu metali na człowieka ująć również oddziaływanie metali na roślinę. Zachowanie Po i Pb w roślinie zmienia się wraz z gatunkiem, sposobem życia rośliny, uwarunkowaniami środowiskowymi. Koncentracja Po i Pb zmienia się również w poszczególnych częściach morfologicznych roślin, nie tylko dlatego, że te konkretne części mają większą powierzchnię np. liście, ale również dlatego, że pierwiastki są w obrębie rośliny transportowane, czy magazynowane, ale też podlegają swoim własnym izotopowym zmiennościom (rozpad/przyrost). Izotop ^{210}Po w roślinie wieloletniej przyrasta z rozpadu macierzystego ^{210}Bi ($T_{1/2} = 5,0$ dni), a wcześniej ^{210}Pb ($T_{1/2} = 22,2$ lata), ale jednocześnie ulega rozpadowi z czasem połowicznego zaniku równym 138 dni. Te czynniki powodują, że ^{210}Po w różnych strukturach morfologicznych osiąga różne poziomy względem ^{210}Pb , w sposób dynamiczny i są to czynniki niezależne względem obecności zanieczyszczeń powietrza. Stosunek aktywności izotopu ^{210}Po do ^{210}Pb zmieniać się może wraz z porą roku, charakterystyką wzrostu rośliny, długością życia rośliny (jednoroczna/wieloletnia), nasłonecznieniem, obecnością nawozów przyspieszających rozwój rośliny (np. rośliny kupione w sklepie), obecnością innych metali konkurujących w procesie odżywiania, czy obecnością pierwiastków toksycznych dla rośliny (np.

stosowane w monitoringu mchy nie lubią zanieczyszczeń siarką, ale chętnie akumulują izotopy ^{210}Po i ^{210}Pb w swoich strukturach, zwłaszcza w zdrewniałych chwytниках, które minimalnie uczestniczą w procesie odżywiania) etc.

2) Brakuje informacji: czy rośliny zostały zebrane w tym samym sezonie np. tylko wiosną, czy były to rośliny wielosezonowe, czy były to rośliny rosnące np. w okolicy ruchliwych ulic lub zakładów przemysłowych, które potencjalnie mogą być źródłami innych związków nie lubianych przez rośliny, a przez to ograniczających procesy odżywiania i wzrostu, czy liście stosowane w analizie były młode „z samego czubka rośliny”, czy raczej były brane całościowo (wszystkie jakie były dostępne) etc.

3) Na stronie 30 pojawia się zdanie: „... nie istnieje żadna choroba, która mogłaby być wywołana swoistym działaniem promieniowania jonizującego”. Owszem istnieje cały szereg chorób wywołanych promieniowaniem jonizującym, na różnych poziomach dawek np. rumień, poparzenia, choroba popromienna, czy zaćma, często występująca u lekarzy radiologów zabiegowych (co spowodowało zredukowanie dawki granicznej dla osób zawodowo narażonych na promieniowanie i ogółu ludności) etc.

4) Na stronie 30 pojawia się również zdanie: „Z przeprowadzonych badań wynika, że w warunkach, gdzie promieniowanie jest mniejsze od tła naturalnego (1 mSv) to płodność, szybkość wzrostu, zdrowotność oraz średni czas życia organizmów ulega zmniejszeniu.” Z pewnością potrzeby jest w tym punkcie odnośnik literaturowy do wskazanych badań. Muszę jednak przyznać, że jest to zdanie potwierdzające hipotezę hormezę promieniotwórczą, która, jak Doktorantka również podkreśliła w dalszej części tekstu ma skrajne opinie, a wyniki są często niepodparte wartościowym materiałem badawczym. Tego rodzaju naukowe śledztwo wymaga uwzględnienia innych czynników, negatywnie wpływających na kondycję organizmów, np. złe odżywianie ludności, palenie tytoniu, choroby współistniejące, wiek, etc. Jednocześnie na stronie 35 Doktorantka wskazuje: „...pochłonięcie nawet niewielkich ilości energii promieniowania jonizującego przez układy biologiczne może zapoczątkować złożony cykl przemian biochemicznych, morfologicznych, fizykochemicznych i patofizjologicznych.” Wydaje się więc, że zdanie to neguje poprzednie, zacytowane na samym początku.

5) Tabela 3.1.1 brakuje oznaczeń w opisie czynnika wagowego dla neutronów, tabelka wydaje się niepełna.

6) ^{210}Pb , a stąd dalej ^{210}Po pochodzące z próbnych testów broni jądrowej z lat 1945-1980 oraz z innych awarii jądrowych właściwie są niezauważalne w środowisku. Natomiast zostały pominięte w pracy poważne źródła ^{210}Po i ^{210}Pb takie jak wysokotemperaturowe procesy technologiczne, w czasie których oba izotopy swobodnie uwalniane są do atmosfery, np. odlewnie, spalanie paliw kopalnych, etc. Należy podkreślić, że w Polsce spalanie węgla zwłaszcza w kotłowniach przydomowych, czy dużych elektrociepłowniach jest wciąż dominującym źródłem

energii. Procesy te odpowiadają za bardzo istotną emisję ^{210}Po , który wykazuje większą lotność od ^{210}Pb w temperaturach spalania, stapiania etc.

7) Na stronie 44 pojawia się sformułowanie „prosta łąka”, rozumiem, że ta „prostota” odnosi się do złożoności ekosystemu, jednak należy tu podkreślić, że łąki również są złożonymi ekosystemami, jednocześnie odmiennymi względem lasów, środowisk pól uprawnych, czy parków.

8) W rozdziale nr 5 zabrakło informacji o:

a) Jak pierwiastki Po i Pb są przechowywane i wydalone przez rośliny, jak roślina zarządza tymi pierwiastkami?

b) Czy pierwiastki te są toksyczne dla rośliny i większa koncentracja polonu i ołowiu wpływa na kondycję rośliny?

c) Czy roślina aktywnie może ograniczyć transport toksycznych dla niej związków lub pierwiastków do poszczególnych części morfologicznych?

9) Brakuje charakterystyki miejsc poboru próbek. Dlaczego wybrano Gdańsk, Kętrzyn i Ryki? Czy te miejsca odzwierciedlają różne źródła zanieczyszczeń?

10) Różna liczba cyfr po przecinku w wartości zmierzonej i jej błędzie (Tabela 11.1.1).

11) Tabela 11.1.3 – wyniki dla Krwawnika pospolitego i Lepnicy białej są dokładnie identyczne zarówno co do wartości jak i niepewności wyniku, czy wkraść się błąd?

12) Brakuje omówienia współczynników ryzyka „cancer mortality” i „cancer morbidity”, Szcątkowe opisy na stronie 125 wydają się niepoprawne. Ten pierwszy ewidentnie jest związany z ryzykiem śmierci spowodowanej chorobą nowotworową, a drugi z zachorowaniem na chorobę nowotworową.

13) Dendrogramy zaprezentowane na stronach 173 i 174 niestety są niepoprawne. Odległość euklidesowa powinna być mierzona raczej dla zmiennych o tym samym charakterze, np. tylko dla stężeń wszystkich ziół w poszczególnych lokalizacjach lub tylko dla współczynnika nagromadzenia, lub translokacji. Zmieszanie wszystkich współczynników i izotopów daje efekt ogromnego chaosu w prezentowanych wynikach podobieństw i różnic w charakterze prezentowanych skupień. Doktorantka zebrała pokaźny zestaw wyników, dlatego potrzebnym i ważnym uzupełnieniem pracy było zastosowanie metod chemometrycznych obrazujących korelacje i tendencje wśród wyników.

Reasumując, chciałabym podkreślić, że te uwagi nie wpływają na pozytywną ocenę całości pracy. Doktorantka dokonała przeglądu, niezwykle ważnych izotopów promieniotwórczych, których podwyższona zawartość w materiale biologicznym może ewentualnie świadczyć o obecności skażeń ze źródeł antropogenicznych.

Ponadto Pani Moniakowska jest współautorką 12 publikacji, w tym w 5 artykułach jest pierwszym autorem. Doktorantka aktywnie uczestniczyła w konferencjach krajowych i zagranicznych, oraz realizowała projekty dedykowane dla młodych naukowców.

W moim przekonaniu, biorąc również pod uwagę dotychczasowy dorobek publikacyjny Doktorantki, praca spełnia wymagania ustawowe w związku z tym wnoszę o dopuszczenie jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego związanego z nadaniem mgr Aleksandrze Moniakowskiej stopnia doktora.

Dr hab. Magdalena Długosz-Lisiecka, profesor uczelni

Łódź dn. 28.08.2023 r.

