



Kraków, 7.06.2023

Dr hab. Edyta Łokas, prof. IFJ PAN  
Instytut Fizyki Jądrowej  
Polskiej Akademii Nauk  
Zakład Spektrometrii Mas  
ul. Radzikowskiego 152  
31-342 Kraków

**Recenzja rozprawy doktorskiej pana mgr. Jarosława Wieczorka pt.  
„Zawartość  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$  w produktach konopnych oraz radiologiczne  
skutki ich przyjmowania”**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana w Pracowni Analityki i Radiochemii Środowiska na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego pod opieką naukową promotora dr hab. Alicji Boryło, prof. UG. Praca dotyczy określenia zawartości radionuklidów naturalnych tj  $^{210}\text{Po}$  oraz  $^{210}\text{Pb}$  w roślinach konopnych i produktach z nich wytwarzanych (suszy, haszysz oraz herbata konopna) oraz w tytoniu. Autor pracy oszacował dawkę efektywną związaną z ich spożywaniem i paleniem. Poza tym zbadał stopień desorpcji  $^{210}\text{Po}$  z suszu konopnego w trakcie jego palenia przy pomocy papierosa, fajki z filtrem wodnym, oraz szklanej lufki, ocenił skuteczność filtrów wodnych i celulozowych oraz wyznaczył krzywą desorpcji polonu w zakresie niskich temperatur (od 30 °C do 230 °C).

Problematyka tej rozprawy mieści się w nurcie badań o charakterze radioekologicznym, z powodzeniem realizowanych już od wielu lat przez zespół prof. Skwarca i współpracowników.

Tematyka pracy jest istotna ze względu na to, że konopie siewne są ważnym źródłem kannabidiolu, który jest skuteczny w leczeniu szeregu dolegliwości i chorób. Spożywanie naparów z konopi, czyli tzw. herbatek, zawierających w swoim składzie liście konopi lub liście z domieszką kwiatów, jest bardzo szeroko rozpowszechnione, zwłaszcza wśród osób cierpiących na pewne schorzenia. Zawartość radionuklidów  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$  została zanalizowana w produktach najbardziej popularnych na polskim rynku. Przeprowadzone badania pozwoliły na oszacowanie dawki radiacyjnej związanej ze spożyciem produktów z konopi w różnych formach oraz określenia radiologicznych skutków palenia *Canabis sativa*. Palenie suszu konopnego dostarcza do organizmu cząsteczki dymu, z którymi związane są radionuklidy promieniotwórcze stanowiące potencjalne zagrożenie dla zdrowia człowieka.

Praca badawcza Doktoranta zaowocowała dwoma publikacjami w 2022r. w czasopiśmie *Journal of Environmental Radioactivity* (praca w całości poświęcona tematyce recenzowanej dysertacji) i *Journal of Environmental Research and Public Health*, trzema prezentacjami



wyłoszonymi na konferencjach w Polsce oraz posterami przedstawionymi na konferencji międzynarodowej oraz czterech konferencjach polskich.

W ramach pracy przebadano 71 próbek konopnych, w tym: 43 próbki suszu, 20 próbek haszyszu, 8 próbek herbaty konopnej oraz 20 rodzajów papierosów, 147 próbek roślin i 2 próbki gleby. Ponadto przebadano 67 próbek suszu konopnego dla określenia stopnia desorpcji  $^{210}\text{Po}$  związanej z różnymi sposobami palenia. Produkty z konopi zakupiono w polskich sklepach natomiast całe rośliny pozyskano z pola konopi z okolic Elbląga (firma HemPoland Sp. z o.o.). Rośliny zbierano w czterech okresach wegetacyjnych w 2019 r. z trzech rodzajów konopi.

Badany materiał, po oczyszczeniu i mineralizacji, został poddany kompleksowej analizie spektrometrycznej na obecność wybranych naturalnych izotopów promieniotwórczych  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$ .

Przedstawiona do recenzji praca doktorska liczy 141 stron, a układ pracy jest tradycyjny i po wstępie podzielonym na część przeglądową wraz z celem pracy oraz część eksperymentalną z wydzielonymi rozdziałami obejmującymi metody badań, wyniki i obszerną ich dyskusję. Zasadniczą część pracy kończy podsumowanie, wnioski i bibliografia obejmująca 120 pozycji. Wyniki badań i ich zestawienie zawarte są w 32 tabelach i ilustrowane 53 rysunkami. Cały układ rozprawy jest przemyślany a praca napisana jest dobrze. Część przeglądowa obejmuje 65 stron i poświęcona jest kolejno: omówieniu materiału badawczego, charakterystyce badanych izotopów promieniotwórczych, źródłom  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$  w środowisku oraz omówieniu dawek promieniowania jonizującego i toksyczności badanych izotopów.

W części eksperymentalnej Doktorant dokładnie scharakteryzował materiał badawczy oraz przedstawił procedurę radiochemiczną wydzielenia  $^{210}\text{Po}$  na srebrnych płytkach. Omówił również metody spektrometryczne oraz techniki pomiarowe stosowane do oznaczania aktywności  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$ .

Dopełnieniem pracy jest określenie dawki efektywnej dla  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$  związanej z przyjmowaniem produktów konopnych a także frakcji aktywności  $^{210}\text{Po}$ , która wnika do organizmu ze względu na rodzaj spalania (szklana lufka, papieros, fajka wodna z filtrem i bez, waporyzacja). Na koniec, wszystkie zmienne otrzymane w pracy tj stężenie  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$  oraz % udział kannabidiolu zostały poddane analizie czynnikowej z wykorzystaniem metod głównych składowych PCA.

Należy podkreślić, że rozprawa napisana jest w sposób poprawny, a opisywane prace eksperymentalne prowadzono zgodnie ze standardami badań naukowych. Jednakże Doktorant nie ustrzegł się niejasności, w tekście można wskazać pewne braki i błędy, które zestawiono poniżej.

#### *Uwagi ogólne*

1. W pracy brakuje wyjaśnienia w jaki sposób Doktorant oszacował odzysk ołowiu. Omawiając kolejną metodę badawczą (spektrometrię masową) Autor mógłby podkreślić swoje



doświadczenie w kolejnej technice pomiarowej oraz ogrom pracy, jaki został włożony w badania.

2. W pracy Autor zamiennie wyraża aktywność w jednostkach mBq i mBq/g zapominając, że odnoszą się one do różnych wielkości fizycznych. Powinno się stosować termin aktywność do wielkości fizycznej, której jednostką jest mBq oraz aktywność właściwa (lub stężenie aktywności), której jednostką jest mBq/g.
3. W pracy Autor używa również zamiennie terminów stężenie i aktywność  $^{210}\text{Po}$ , zapominając że nie są one synonimami. Stężenie jest miarą ilości substancji odniesionej do objętości lub masy natomiast aktywność jest wielkością fizyczną wyrażającą tempo rozpadu promieniotwórczego jąder atomowych danej próbki. Aktywność odniesioną do masy próbki wyraża się jednostką np. mBq/g.
4. Autor nie podaje temperatury spalania próbek. Swoją drogą, lepszym terminem jest „spopielanie”. Należy także określić temperaturę, jakiej zostały poddane próbki co jest istotne zwłaszcza dla polonu, który jest lotny.
5. Autor podaje, że wydajność procedury wynosiła około 99%, co jest ogromnym osiągnięciem. Wskazanym byłaby tu informacja czy Autor zbadał ile polonu pozostaje w roztworze po drugiej czy trzeciej depozycji.
6. Autor nie podaje niepewności stężenia aktywności dla  $^{210}\text{Po}$ . We wzorze na aktywność  $^{210}\text{Po}$  Autor podaje, że miarą niepewności jest odchylenie standardowe aktywności próbki. Wskazanym byłby tu komentarz jakie parametry zostały użyte w budżecie niepewności.
7. Stwierdzenie, że „ocenę błędów metod analitycznych oszacowano biorąc udział w kalibracjach między-laboratoryjnych” wymaga wyjaśnienia. Używanie określenia „kalibracje między laboratoryjne” jest niepoprawne, są to między-laboratoryjne badania porównawcze. Doktorant powinien wyjaśnić w jaki sposób określił dokładność oraz precyzję (Tabela 13)  
(s. 76).

#### *Uwagi szczegółowe*

- Do próbek dodawano 25  $\mu\text{l}$  standardu  $^{209}\text{Po}$  o aktywności  $185,6 \pm 1,51$  mBq/ml jednak Autor nie podaje pochodzenia producenta standardu.
- W pracy brakuje informacji na temat daty referencyjnej na jaką zostały przedstawione wyniki badań, zwłaszcza ze względu na dużą różnicę czasu połowicznego zaniku dla  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$ .
- Czcionka na wykresach analizy statystycznej PCA jest całkowicie nieczytelna.
- Granica oznaczalności podawana w kontekście konkretnych metod pomiarowych dla próbek stałych powinna być podawana np. w mBq/g co Autor napisał na końcu strony 75 jednak wzór nie uwzględnia masy próbki.



- Od strony 105 następuje przesunięcie w numeracji Tabel w tekście (tabela 29 powinna być podpisana jako tabela 26). Podobne przesunięcie można zaobserwować w numeracji rysunków w tekście od strony 107 (rysunek 43 powinien być podpisany jako rysunek 42).
- W przedstawionych wystąpieniach ustnych czy posterowych brak konsekwencji w datach wystąpień. W niektórych przypadkach Doktorant podaje tylko rok wystąpienia a w niektórych dokładną datę. Brakuje również kraju w którym miało miejsce wystąpienie.

Podsumowując, chciałabym podkreślić, że te przedstawione wyżej uwagi nie wpływają na pozytywną ocenę całości pracy. Doktorant poruszył bardzo ważny temat i przebadał pod kątem zawartości  $^{210}\text{Po}$  i  $^{210}\text{Pb}$  różne produkty konopi dostępne na polskim rynku. Należy podkreślić, że zastosowana procedura radiochemiczna wymagała od Doktoranta nakładu ogromu pracy.

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr. Jarosława Wieczorka spełnia w mojej ocenie wymagania i warunki art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017r. poz. 1789 z późn. zm.). Wnioskuje do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Mając jednocześnie na uwadze wysoki poziom merytoryczny rozprawy oraz znaczny dorobek naukowy Pana mgr. Jarosława Wieczorka wnioskuję o wyróżnienie rozprawy.