

Kraków, 18 maja 2025 r.



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Dr hab. Jolanta Kochana, prof. UJ
Zakład Chemii Analitycznej
Wydział Chemii
Uniwersytet Jagielloński
ul. Gronostajowa 2, 30-387 Kraków
tel. 12 686 24 18
email: jolanta.kochana@uj.edu.pl

Wydział Chemii

Recenzja
pracy doktorskiej **mgr inż. Pawła Hacia**
zatytułowanej
**„Szacowanie narażenia konsumentów wyrobów nikotynowych na obecne w nich
toksyczne pierwiastki”**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska powstała w Katedrze Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej pod kierunkiem Pana prof. dr hab. inż. Piotra Konieczki.

Recenzowana praca dotyczy niezwykle ważnych zagadnień związanych z oszacowaniem narażenia konsumentów wyrobów tytoniowych na działanie szkodliwych substancji występujących w wyrobach tytoniowych oraz produktach ich spalania. Palenie tytoniu, zarówno czynne jak i bierne, niesie ze sobą poważne zagrożenia zdrowotne ze względu na kontakt organizmów żywych z całą gamą związków toksycznych, mutagennych i kancerogennych. Wśród najbardziej poważnych konsekwencji palenia czynnego wymienić należy zwiększone ryzyko występowania chorób nowotworowych, w tym przede wszystkim raka płuc, krtani oraz przełyku, podwyższone prawdopodobieństwo wystąpienia chorób serca i udarów mózgu, które mogą skutkować zwiększoną śmiertelnością. Ponadto, długotrwałe palenie może prowadzić do przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP), wpływa również negatywnie na płodność zarówno kobiet, jak i mężczyzn. Osoby narażone na bierne palenie są bardziej narażone na nowotwory płuc, na choroby układu sercowo-naczyniowego oraz układu oddechowego. Ekspozycja na dym papierosowy stanowi szczególne zagrożenie dla zdrowia dzieci, które częściej cierpią na infekcje dróg oddechowych i nowotwory, w tym białaczkę i chłoniaka, mają również obniżoną odporność. Długotrwałe narażenie na dym tytoniowy może wpływać na zdolności poznawcze dzieci i młodzieży, takie jak pamięć i koncentracja. Szacowanie ryzyka związanego z ekspozycją na produkty tytoniowe i produkty jego spalania jest więc kluczowe z wielu powodów, w tym przede wszystkim pozwala na wczesne wykrywanie zagrożeń zdrowotnych i wdrażanie odpowiednich działań

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Wydział Chemii

lecniczych i profilaktycznych, pozwala również na opracowanie i wdrożenie regulacji, mających na celu m.in. ograniczenie narażenia na dym tytoniowy dzieci i młodzieży. Istotne są też aspekty edukacji społeczeństwa na temat zagrożeń zdrowotnych związanych z paleniem. Z powyższych względów, podjętą przez Doktoranta tematykę badawczą uważam za aktualną oraz bardzo istotną, z poznawczego i aplikacyjnego punktu widzenia.

Celem niniejszej dysertacji było sformułowanie kompleksowego kryterium ilościowego, umożliwiającego ocenę narażenia konsumentów wyrobów tytoniowych przeznaczonych do spalania na ekspozycję względem wybranych pierwiastków toksycznych. Zaprojektowany schemat badawczy obejmował oznaczenie wybranych toksycznych metali, takich jak rtęć, arsen, kadm, kobalt oraz nikiel, w różnych produktach tytoniowych: cygarach, bidi, tytoniach fajkowych i papierosach. Kolejny etap został ukierunkowany na opracowanie podejścia umożliwiającego oszacowanie maksymalnego narażenia konsumentów na potencjalne toksyczne pierwiastki zawarte w wyrobach tytoniowych, co pozwoliło to na porównanie pod tym względem różnych produktów tytoniowych. Realizacja tego etapu była możliwa dzięki implementacji metody szacowania narażenia konsumenta na toksyczne pierwiastki zawarte w produktach spożywczych.

Recenzowana praca, rozpoczynająca się streszczeniem w języku polskim i angielskim, składa się z kilku części: wstępu, celu pracy, opisu badań, wniosków, publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej oraz bibliografii liczącej 113 pozycji literaturowych. Rozprawę kończy lista osiągnięć naukowych Doktoranta. Całość obejmuje 129 stron.

We wstępie scharakteryzowano wyroby tytoniowe oraz zagrożenia zdrowotne związane z narażeniem na pierwiastki i związki zawarte w tytoniu oraz produktach jego spalania, opisano najważniejsze trudności związane z analizą surowców tytoniowych i produktów ich termicznego rozkładu, przedstawiono też krótko dotychczas opracowane metodologie szacowania narażenia konsumentów wyrobów tytoniowych. Następnie Autor zwięźle przedstawił cel pracy, a w kolejnym rozdziale zawarł spójny opis badań umożliwiających realizację celu rozprawy. Tę część pracy zamykają wnioski sformułowane w oparciu o przeprowadzone badania, poprzedzające teksty publikacji dotyczących podjętej tematyki badawczej, których współautorem jest Doktorant.

Podstawą rozprawy doktorskiej jest spójny cykl prac obejmujący cztery oryginalne publikacje naukowe oraz jedną pracę przeglądową. Artykuły zostały opublikowane w latach 2020-2025. Cztery z nich ukazały się w czasopiśmie naukowych o zasięgu międzynarodowym, znajdujących się w bazie czasopism JCR: praca przeglądowa w *Journal of Environmental Science and Health, Part C: Toxicology and Carcinogenesis* (IF₂₀₂₄ = 1.2), oryginalne prace naukowe

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

w *Monatshefte Für Chemie* ($IF_{2024} = 1.7$), *Food and Chemical Toxicology* ($IF_{2024} = 3.9$) oraz w *Toxicology* ($IF_{2024} = 4.8$). Jedna z prac (chronologicznie pierwsza z cyklu) została opublikowana w punktowanym czasopiśmie o zasięgu krajowym *Analityka: Nauka i Praktyka*. Sumaryczny IF_{2024} wszystkich publikacji wynosi 11. 6.

Włączona do cyklu publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej praca przeglądowa stanowi swoisty wstęp teoretyczny wprowadzający w tematykę recenzowanej rozprawy. Została ona poświęcona zagadnieniu obecności metali ciężkich w różnorodnych produktach zawierających tytoń, a co za tym idzie narażania konsumentów na ich szkodliwe działanie. W ramach badań wstępnych przeprowadzono analizy tytoniu i dymu tytoniowego z siedmiu cygar pochodzących z różnych krajów pod kątem zawartości rtęci. Eksperymenty potwierdziły (znaną z doniesień literaturowych) obecność tego metalu ciężkiego, zarówno w tytoniu, jak i produktach jego spalania, stwierdzono również stosunkowo zróżnicowaną zawartość tego pierwiastka w tytoniach. Przeprowadzone na tym etapie badania zdeterminowały wybór metodyki przygotowania próbek. Kolejna część badań została ukierunkowana na opracowanie metodyki wyznaczania zawartości potencjalnie toksycznych pierwiastków w tytoniu. Przeanalizowano na obecność Hg cztery rodzaje wyrobów tytoniowych: tytoń fajkowy (pochodzący od 4 producentów), tytoń z cygar (pochodzący od 34 producentów), z papierosów (pochodzący od 5 producentów) i z bidi (pochodzący od 5 producentów), oraz filtry i papier papierosowy. Analizy przeprowadzono wykorzystując technikę Atomowej Spektrometrii Absorpcyjnej z generowaniem zimnych par (CV-AAS). Szczególną uwagę poświęcono kwestii wyznaczenia wilgotności tytoniu, ponieważ parametr ten umożliwia porównanie toksyczności różnych produktów tytoniowych. Bazując na opracowanej metodologii przeprowadzono analizy większej liczby próbek wyrobów tytoniowych tego samego rodzaju, oznaczając w nich rtęć, następnie zakres analiz rozszerzono o 16 innych potencjalnie toksycznych pierwiastków. Pierwiastki te oznaczono techniką mikrofalowo wzbudzonej plazmy z optycznym wydzielaniem emisji spektrometrii atomowej (MIP-OES). Istotnym etapem badań było opracowanie metodologii szacowania maksymalnego narażenia konsumenta na rtęć zawartą w tytoniu, a następnie jego implementacja do oceny szkodliwości produktów tytoniowych dla kilkunastu potencjalnie toksycznych pierwiastków zawartych w tytoniach różnego rodzaju.

W przypadku rozprawy doktorskiej opartej na cyklu prac, opublikowanych w recenzowanych czasopismach, rola recenzenta jest w zasadzie ograniczona. Opublikowane manuskrypty zostały już zaopiniowane i przeanalizowane przez wybitnych specjalistów z danej dziedziny, a ewentualne niedociągnięcia wskazane Autorom i przez nich skorygowane. Oryginalność rozwiązania problemu naukowego, w kontekście ukazania się prac w recenzowanych czasopismach z listy filadelfijskiej,

Wydział Chemii

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

nie może budzić wątpliwości. Recenzentowi pozostaje stwierdzenie, jaki był udział Autora w badaniach, ponieważ wszystkie prace zgłoszone do rozprawy są wieloautorskie, mają od trzech do pięciu autorów. Do rozprawy nie dołączono oświadczeń ani Doktoranta ani innych współautorów odnośnie ich wkładu w przeprowadzone badania i powstanie poszczególnych publikacji. Jednak Doktorant był pierwszym autorem wszystkich publikacji, był też autorem korespondencyjnym (co najmniej) czterech prac, co jasno wskazuje na jego dominującą rolę podczas badań i procesu pisania publikacji.

Praca jest napisana starannie i przejrzysto, treść została zobrazowana adekwatnymi tabelami i rysunkami, wnioski zostały jasno sformułowane. Zauważyć jednak należy pewne utrudnienia w zapoznaniu się z treścią publikacji, stanowiących podstawę rozprawy: w tekstach dwóch publikacji (pierwszej i ostatniej) są odnośniki do informacji zawartych w suplementach, których nie dołączono do rozprawy; ponadto w tekście drugiej publikacji, która się ukazała w czasopiśmie Analityka, brakuje dwóch stron (46 i 47). Z punktu widzenia czytelnika niezaznajomionego z zagadnieniami związanymi z wyrobami tytoniowymi i ich toksycznością przydatne byłoby umieszczenie polskich tłumaczeń angielskich skrótów.

Po przeczytaniu pracy pozostał pewien niedosyt. Szkoda, że Doktorant nie pokusił się o rozszerzenie swoich badań na eksperymenty pozwalające na oszacowanie stopnia przenoszenia związków rtęci z tytoniu do dymu powstałego podczas spalania. W toku czytania rozprawy nasunęło mi się kilka pytań, niektóre szczegółowe, inne bardziej dyskusyjne. Najważniejsze z nich zamieszczam poniżej i proszę mgr inż. Pawła Hacia o ustosunkowanie się do nich podczas obrony pracy.

1. Ostatni z celów badań (str. 29) został sformułowany niefortunnie. Proszę o wyjaśnienie jak należy rozumieć sformułowanie „Adaptacja opracowanego podejścia analitycznego do oceny zawartości PTEs w różnych wyrobach tytoniowych”.

2. Proszę o wyjaśnienie dlaczego spośród grupy wyrobów tytoniowych „egzotycznych” dla przeciętnego mieszkańca Europy Środkowej do badań wybrano bidi, wyrób tytoniowy pochodzący z Indii.

3. Dlaczego nie podjęto badań nad opracowaniem metodyki analizy specjacyjnej rtęci w tytoniu? Rtęć może występować w formie elementarnej oraz w połączeniach organicznych i nieorganicznych. Wiadomo, że różne formy specjacyjne Hg różnią się znacznie toksycznością, przykładowo dimetylortęć jest znacznie bardziej toksyczna od rtęci elementarnej. Doktorant zdawał sobie sprawę z tego aspektu szacowania narażenia konsumentów, co znalazło odzwierciedlenie w wielu miejscach rozprawy i w publikacjach, m.in. w pierwszej opublikowanej pracy (w 2020 r.) zatytułowanej „Oznaczanie rtęci w tytoniu cygarowym jako wyzwanie analityczne”, w której

Wydział Chemii

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

znalazło się zdanie „Wskazane jest dalsze badanie postaci pod jakimi (Hg) występuje w tych wyrobach”.

4. Zaproponowane podejście szacowania narażenia konsumentów na substancje toksyczne zawarte w tytoniu i dymie tytoniowym bazuje na metodzie stosowanej do oceny toksyczności produktów żywnościowych. Czy biorąc pod uwagę, że wyroby tytoniowe zawierają około 10 tysięcy szkodliwych pierwiastków i ich związków, czy ocena stopnia narażenia konsumentów uwzględniająca pojedyncze toksyny znajduje uzasadnienie? Produkty spożywcze, miejmy nadzieję, zawierają znacznie mniej szkodliwych związków, więc taka ocena narażenia na działanie jednej substancji szkodliwej wydaje się być bardziej uzasadniona. Proszę o komentarz w tym aspekcie.

Z merytorycznego punktu widzenia przedstawioną do recenzji rozprawę oceniam bardzo pozytywnie. W pracy widać bardzo dobrą znajomość tematyki badawczej oraz duże zaangażowanie Autora w realizację założonych celów. Warto zauważyć, iż swoją wiedzę i umiejętności badawcze Doktorant pogłębiał podczas czteromiesięcznego stażu w School of Biological and Environmental Sciences, Kwansei Gakuin University, w Japonii, na który uzyskał dofinansowanie w ramach projektu NAWA. W aspekcie poznawczym przeprowadzone badania wnoszą istotny wkład do wiedzy z zakresu poruszanej tematyki, w tym odnoszącej się do obecności toksycznych pierwiastków w różnych rodzajach wyrobów tytoniowych. Najistotniejszym rezultatem, a zarazem najważniejszym elementem nowości naukowej jest opracowanie metody szacowania maksymalnego narażenia konsumentów na potencjalnie toksyczne pierwiastki zawarte w różnych rodzajach tytoniu, która może być rozszerzona na inne związki toksyczne w nim obecne. Stanowi to punkt wyjścia do porównywania wyrobów tytoniowych pod względem narażenia zdrowotnego konsumentów z uwzględnieniem szerokiej gamy substancji toksycznych.

Podsumowując, z pełnym przekonaniem stwierdzam, iż przedstawiona praca doktorska całkowicie spełnia warunki określone w art. 187 ust. 1-3 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z 2018 r., z późniejszymi zmianami, i **wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Gdańskiej o dopuszczenie mgr inż. Pawła Hacia do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Wydział Chemii

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl