

RECENZJA
PRACY DOKTORSKIEJ MGR INŻ. JOANNY DUDCZAK- HAŁABUDY
PT.: „EFEKTYWNOŚĆ PROCESU USUWANIA SZKODLIWYCH METALI
Z WYKORZYSTANIEM ODPADÓW PRZEMYSŁU OWOCOWO-WARZYWNEGO”
NAPISANEJ W KATEDRZE TOWAROZNAWSTWA I EKOLOGII PRODUKTÓW
PRZEMYSŁOWYCH
NA WYDZIALE TOWAROZNAWSTWA UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO
W POZNANIU
POD KIERUNKIEM NAUKOWYM
PROF. DR HAB. INŻ. RYSZARDA CIERPISZEWSKIEGO

Podstawą niniejszej opinii jest decyzja Rady Wydziału Towaroznawstwa z dn. 19.09.2019 r. o powołaniu mnie na recenzenta, a zlecona pismem Pana prof. dr hab. inż. Ryszarda Zielińskiego Dziekana Wydziału Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu z dnia 24 września 2019 r..

Przedstawioną mi do recenzji pracę doktorską oceniałam zgodnie z wytycznymi Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz zaleceniami Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów („Kryteriami oceny kwalifikacji kadry naukowej i artystycznej”).

W mojej ocenie przyjąłm za główną podstawę spełnienie przez nią wymagań stawianych pracom o charakterze towaroznawczym, biorąc pod uwagę następujące kryteria: tematyka rozprawy, cel, zastosowane metody badawcze, wnoszony element nowości, kompozycję i stronę warsztatową całej rozprawy oraz trafność wnioskowania.

We wstępie recenzji, niezależnie od pewnych wątpliwości i zastrzeżeń powstałych w trakcie studiowania rozprawy, mogę jednoznacznie stwierdzić, że we wszystkich powyżej wymienionych kryteriach moja ocena pracy doktorskiej mgr inż. Joanny Dudczak - Hałabudy jest pozytywna. Swój wniosek uzasadniam tym, że temat podjęty przez Panią magister należy do obszaru zainteresowania dyscypliny towaroznawstwa, jest interesujący, aktualny i oryginalny, a profesjonalnie przeprowadzone wnikliwe badania pozwalają na zrealizowanie wyznaczonego celu pracy.

1. Tematyka rozprawy

Od wielu lat poważnym zagrożeniem dla zdrowia i życia człowieka są obecne w ekosystemach metale ciężkie, są one najbardziej znanymi i szeroko badanymi zanieczyszczeniami środowiska przenoszonymi w systemie wodnym. Zagrożają one nie tylko obecnej w nich faunie i florze, ale przedostając się do łańcucha troficznego na końcu, którego znajduje się człowiek, także człowiekowi. Są one jednymi z najgroźniejszych substancji niebezpiecznych, ponieważ nie ulegają biodegradacji tj. rozkładowi do związków prostych. Metale ciężkie zmieniają jedynie swoje formy specyjalne na mniej lub bardziej toksyczne, ale nadal pozostają w ekosystemie. Do organizmu człowieka są one wchłaniane przez skórę, wdychane, spożywane z produktami roślinnymi i zwierzęcymi, mają tendencję do kumulowania się w organach i tkankach prowadząc do licznych chorób, a nawet śmierci.

Stąd też w recenzowanej pracy Autorka skupiła swoją uwagę na skażeniach środowiska wodnego w skutek przekroczenia dopuszczalnych stężeń metali ciężkich oraz na sposobach i metodach niwelowania zagrożeń które one stwarzają. Do analizy Doktorantka wybrała trzy popularne metale ciężkie: miedź, żelazo i kadm. Literatura podaje wiele konwencjonalnych technik usuwania jonów metali ze ścieków. Motywując wybór swojego tematu pracy, Autorka podkreśla, że dotychczas stosowane metody usuwania metali ciężkich, są jednak niewydajne i często bardzo drogie, a ponadto przy niskich stężeniach metali okazują się mało skutecznie i mogą generować toksyczne osady. W rezultacie, z Jej punktu widzenia, bardzo istotne jest poszukiwanie nowych technik, które będą tańsze i bardziej wydajne i właśnie to jest przedmiotem badań recenzowanej pracy.

Z danych literaturowych wynika, że najkorzystniejszą z metod oczyszczania wód i wodnych roztworów wydaje się być adsorpcja, ponieważ pozwala ona na całkowite usuwanie jonów metali ciężkich z roztworów przy niskich stężeniach. Dlatego niewątpliwie pilną potrzebą staje się także poszukiwanie i otrzymywanie nowych adsorbentów służących do usuwania metali ciężkich w wodzie jako jednego z

elementów ekosystemu. W literaturze przedmiotu wskazuje się m.in. na naturalne surowce pochodzące z rolnictwa dostępne w dużych ilościach, a także na odpady z intensywnie rozwijającego się od lat i generującego znaczne ilości odpadów przemysłu spożywczego w tym branży owocowo - warzywnej, które mogą stać się potencjalnymi, niedrogimi biosorbentami posiadającymi zdolność do adsorbowania i akumulowania metali ciężkich.

Powyższe względy skłoniły Autorkę pracy do podjęcia próby znalezienia nowych alternatywnych adsorbentów wybranych metali ciężkich z roztworów wodnych. Proponowane przez Autorkę sorbenty – odpady powstałe po produkcji spozywczej z papryki, agrestu oraz czarnego bzu. - zawierają naturalne biopolimery oraz inne związki zdolne do wiązania jonów metali.

Istotną przesłanką do zainteresowania się przez Doktorantkę tematyką zagospodarowania odpadów owocowo-warzywnych jest niewątpliwie ich skład chemiczny, a szczególnie obecność składników bioaktywnych. Osobną kwestią jest aktualność problematyki zagospodarowania odpadów poprodukcyjnych, które mogą stanowić zagrożenie zarówno w miejscu ich powstawania, ale także dla środowiska ogółem a co za tym idzie obowiązek ponoszenia przez przedsiębiorstwa kosztów ich składowania i utylizacji. Z towaroznawczego punktu widzenia istotne są zatem związane z gospodarką odpadami organicznymi możliwości wdrożenia innowacji produktowych oraz płynące z niej korzyści ekonomiczne i ekologiczne.

Powyższe względy wskazują, iż podjęty przez P. mgr. Joannę Dudczak –Hałabudę temat pracy bardzo dobrze wpisuje się w szeroki nurt badań towaroznawczych. W tym miejscu stwierdzam zatem, że **kryterium związane z trafnością wyboru tematyki rozprawy zostało spełnione bez zastrzeżeń.**

2. Kompozycja i treść rozprawy

Odnosząc się do kompozycji pracy stwierdzam, że jej konstrukcja jest prawidłowa.

Dysertacja składa się z dwóch zasadniczych części: literaturowej i doświadczalnej, które poprzedza Cel i zakres pracy. Praca liczy 161 stron i zawiera 7 rozdziałów w części teoretycznej oraz 5 rozdziałów w części doświadczalnej. W części doświadczalnej Doktorantka zawiera 3 rozdziały metodyczne obejmujące: odczynniki i materiały, aparaturę pomiarową oraz zastosowane w pracy metody badawcze. Część doświadczalna zawiera także wyniki badań i dyskusję. Całość pracy wieńczy podsumowanie wyników i wnioski. Praca zawiera ponadto wstęp i literaturę obejmującą 242 pozycje literaturowe w znacznej części anglojęzyczne, nowe, prezentujące badania empiryczne. Ponadto w pracy znajduje się wykaz rysunków (60) i wykaz tabel (21).

Cel i zakres pracy

Odnosząc się do przedstawionego celu i zakresu pracy (str. 9÷10) stwierdzam, że generalnie mieszczącą się one w profilu zainteresowań nauk towaroznawczych.

Celem dysertacji było określenie możliwości wykorzystania odpadów po produkcji spozywczej z papryki, agrestu oraz czarnego bzu do usuwania wybranych jonów metali ciężkich: miedzi (II), kadmu (II), żelaza (II) z roztworów wodnych w procesach adsorpcji oraz scharakteryzowanie zastosowanych wycieków owocowo-warzywnych. Pewien niedosyt budzi druga część sformułowanego celu, która raczej mogłaby z powodzeniem stanowić cel szczegółowy, natomiast zbadanie czynników zwiększających efektywność sorpcji na powierzchni wycieków, moim zdaniem, bardziej odzwierciedlałoby rzeczywisty program badawczy.

Kolejnym elementem, stanowiącym istotny punkt odniesienia w dokonywaniu oceny wartości naukowej dysertacji są hipotezy badawcze. W związku z tym pewien mój niedosyt budzi fakt, że P. mgr inż. Joanna Dudczak- Hałabuda nie odważyła się postawić w pracy logicznie korespondujących z celem pracy, hipotez.

Do sformułowanego celu głównego pracy Doktorantka klarownie nakreśliła 3 cele szczegółowe:

1. Zbadanie właściwości fizykochemicznych materiału organicznego.
2. Zbadanie czynników wpływających na efektywność procesu adsorpcji.
3. Zbadanie wpływu modyfikacji powierzchni na właściwości adsorpcyjne wycieków.

W tej części pracy Autorka prezentuje zakres badań, który obejmuje m.in. próbę określenia chemicznej oraz fizycznej struktury wykorzystanych materiałów, a także opracowania warunków w celu zwiększenia efektywności procesu usuwania metali. Z towaroznawczego punktu widzenia na podkreślenia zasługuje uwzględnienie w programie badań analizy wpływu najważniejszych czynników takich jak: stężenie jonu metalu w roztworach wyjściowych, naważka sorbentu, pH roztworu, czas kontaktu faz, szybkość mieszania na wielkość sorpcji wybranych jonów metali. Pewne moje zastrzeżenia w tym miejscu budzi jednak brak w programie badawczym Doktorantki określenia składu chemicznego materiału odpadowego, który jak wynika również z moich badań jest determinantą zdolności usuwania metali, ponadto dopełniałby, uwzględnioną w celu pracy, charakterystykę zastosowanych wycieków. W związku z powyższym pozwolę sobie w tym miejscu zadać Pani magister pytanie; jakie względy zdecydowały o pominięciu przez Nią takich badań w programie badawczym.

Cz. teoretyczna (str. 10÷70)

Oceniając warstwę teoretyczną rozprawy – stwierdzam, że stanowi ona bardzo dobrą podstawę do uzasadnienia wyboru tematu, dyskusji wyników i wnioskowania.

W pierwszym krótkim rozdziale części literaturowej pracy Autorka w oparciu o literaturę przedmiotu charakteryzuje pod względem chemicznym wybrane do badań metale ciężkie. Następnym zagadnieniem, któremu Doktorantka poświęca sporo uwagi, by podkreślić istotność podjętego w pracy problemu, są źródła zanieczyszczeń środowiska metalami ciężkimi, pokazując też drogi transportu tych metali w środowisku.

Bardzo ważnym fragmentem tej części pracy jest, dobrze opracowany, 3 rozdział pokazujący oddziaływanie metali ciężkich, w tym w szczególności miedzi, kadmu i żelaza, na ekosystem, zwierzęta i człowieka. Kolejny problem podjęty przez Doktorantkę w cz. teoretycznej dotyczy metod usuwania metali ze środowiska wodnego.

Czwarty, wprowadzający w ten problem, rozdział Autorka pracy poświęca prezentacji klasycznych metod usuwania jonów metali ze środowiska wodnego (tab.5), do których zalicza się m.in. chemiczne wytrącanie, filtrację, metody elektrochemiczne, odwróconą osmozę, odparowanie i wymianę jonową, które wprawdzie posiadają wiele zalet, jednak, jak podkreśla Doktorantka we wstępie pracy, często okazują się one mało wydajne przy niskich stężeniach metali, generują toksyczne osady i są kosztowne. W związku z tym celowym staje się poszukiwanie skuteczniejszych metod i taką alternatywną techniką usuwania metali ciężkich może być, zdaniem mgr. J. Dudczak- Hałabudy, metoda adsorpcji. Jest to proces zachodzący na powierzchni ciał skondensowanych, polegający na gromadzeniu się cząsteczek na powierzchni fazy skondensowanej (cieczy, ciała stałego).

Dlatego też piąty rozdział pracy stanowi interesujące opracowanie charakterystyki fizykochemicznej procesu adsorpcji. Po przybliżeniu istoty tego procesu, Autorka opisuje w nim mechanizm przenoszenia masy, statykę procesu, oraz prezentuje izotermy adsorpcji. Adsorpcję gazu na powierzchni ciał stałych opisuje za pomocą teorii adsorpcji jednowarstwowej Langmuira i teorii adsorpcji wielowarstwowej BET (skrót od nazwisk autorów), natomiast adsorpcję na granicy ciało stałe-roztwór opisuje za pomocą empirycznego równania Freundlicha. Kolejny podrozdział tej części pracy stanowi, dobrze udokumentowany literaturowo, przegląd stosowanych w procesie adsorpcji adsorbentów jako bazy dla kolejnego rozdziału pracy.

Z uwagi na podjęty problem badawczy bardzo ważny, jest kolejny 6 rozdział części teoretycznej pracy. Stanowi on dobre teoretyczne uzasadnienie wyboru do badań biomasowych sorbentów metali ciężkich i prób modyfikacji ich powierzchni. Jest on w całości poświęcony problematyce usuwania metali ciężkich przy pomocy odpadów poprodukcyjnych; w tym szczegółowej charakterystyce procesu biosorpcji oraz przeglądowi możliwości modyfikacji powierzchni biosorbentów. Biosorpcja jest bowiem obiecującą technologią, która jest stosunkowo niedroga, przyjazna dla środowiska i skuteczna w usuwaniu jonów metali z roztworów wodnych.

Zwieńczeniem części teoretycznej pracy jest rozdział 7 poświęcony zarządzaniu w gospodarce odpadami z uwzględnieniem branży spożywczej. Zawiera on m.in. aspekty prawne, podstawy dotyczące *metod odzysku i unieszkodliwiania odpadów*, ogólne informacje na temat odpadów w sektorze produkcji spożywczej w Polsce - z analizą procentowej zawartości niewykorzystanego surowca w produktach końcowych oraz teorię zarządzania odpadami. Warto jednak w tym miejscu zwrócić Autorce pracy uwagę, że aktualnym przepisem UE w tym względzie jest DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca przywoływaną w pracy dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów. Ogólna ocena tej części pracy jest pozytywna, aczkolwiek pewne moje zastrzeżenia budzi w tej części pracy brak charakterystyki fizykochemicznej i towaroznawczej odpadów przemysłu owocowo-warzywnego w tym konkretnych odpadów analizowanych w pracy jako potencjalnych biosorbentów, tym bardziej, że to skład chemiczny takich odpadów jest jedną z istotnych determinant badań nad ich zagospodarowaniem. W związku z powyższym, w tym miejscu, zadam Doktorantce pytanie: **Czy dysponuje Pani jakimiś danymi dotyczącymi ilości wybranych przez Panią odpadów w Polsce czy Unii Europejskiej.** Jak duży problem stanowią te odpady?

Konkludując: Literaturowa część pracy stanowi podstawę teoretyczną opartą na dobrze dobranej literaturze przedmiotu, pokazującą dlaczego Autorka skierowała swoje zainteresowania na przedstawiony w celu pracy kierunek badań.

Cz. Doświadczalna (str.71÷130)

Wprowadzając w część badawczą Doktorantka w rozdz. 8 i 9 prezentuje wykaz odczynników stosowanych w pracy, aparaturę pomiarową i sprzęt pomocniczy, by w 10 rozdziale dokonać przeglądu stosowanych w pracy metod badawczych. W tym rozdziale pracy Autorka szczegółowo charakteryzuje wyselekcjonowane

przez siebie i realizowane w pracy nurty badań; w tym dokładnie opisuje stosowne w pracy procesy przygotowania wytlóków oraz metody badań związane z charakterystyką materiału badawczego w kontekście struktury powierzchni obejmujących określenie tekstury materiału organicznego za pomocą izoterm adsorpcji gazu metodą Brunauera-Emmetta- Teller (BET), oznaczanie wielkości cząstek w dyspersjach metodą dynamicznego rozproszenia światła (DLS), badanie powierzchni wytlóków (SEM), analizę termiczną, badanie czystości mikrobiologicznej. Identyfikację pierwiastków wchodzących w skład materiału organicznego Doktorantka prowadzi metodą dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS). Dla określenia całkowitej zawartości związków fenolowych w wytlókových biosorbentach Autorka dysertacji dokonuje wyboru odpowiedniej klasycznej metody spektrofotometrycznej z wykorzystaniem odczynnika Folina- Ciocalteu'a, Bardzo istotny z punktu widzenia realizacji celu pracy jest opis metod badania adsorpcji jonów metali ciężkich z modelowych roztworów wodnych na wytlókach z papryki, agrestu i czarnego bzu. Do oznaczenia stężenia metali Doktorantka wybrała klasyczną metodę absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS), badania poprowadziła w płomieniu acetylenowo-powietrznym, przy długościach fali dla: Cu(II) - 324,8 nm, Cd(II) - 228,8 nm i Fe(II) - 248,3 nm, co w przypadku stosunkowo wysokich stężeń metali w roztworze modelowym jest słusznym wyborem i nie wymaga kuwety grafitowej. W części metodycznej Doktorantka opisuje ponadto modyfikację powierzchni materiału biomasy przy pomocy kwasów oraz wody dejonizowanej.

Według mojej opinii wymienione i zaprezentowane metody instrumentalne zostały dobrane prawidłowo i pozwoliły Autorce na realizację przedstawionych w pracy zamierzeń. Uzyskane wyniki badań naukowych, powinny być jednak jak najbardziej obiektywne i wiarygodne, a udaje się to uzyskać dzięki odpowiedniej statystycznej analizie wyników eksperymentalnych dlatego pewne moje zastrzeżenia do tego fragmentu pracy budzi brak odniesienia się Doktorantki do stosowanych w pracy metod analizy statystycznej wyników badań, jak również brak informacji na temat ilości prób analizowanych wielkości.

Kolejny obszerny 11 rozdział pracy (str. 80÷119) stanowi prezentacja wyników badań i dyskusja, który harmonizuje z omówionym powyżej podrozdziałem a dotyczy właściwego tematu pracy i jego zadaniem jest realizacja postawionych w pracy celów. Autorka wykazała się tu pewną umiejętnością i profesjonalizmem w opracowaniu i omówieniu tych wyników w kontekście celu pracy i cytowanych w dyskusji doniesień naukowych, aczkolwiek nie ustrzegła się pewnych nieścisłości w podawaniu wyników i uchybień, co jednak przy tak dużej ilości przeprowadzonych badań i wielości uzyskanych w nich wyników jest raczej nieuniknione. Pierwsza taka nieprawidłowość występuje już w tytule podrozdziału 11.1.1 Analiza ogólnej zawartości antocyjanów metodą Folina-Ciocalteu'a str.80 oraz w omówieniu wyników badań str.80÷81 a także w rozdziale Podsumowanie i wnioski str.128. Opisana przez Doktorantkę na str.77 klasyczna metoda spektrofotometryczna z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a służy bowiem oznaczeniu ogólnej zawartości polifenoli a wyniki podawane są w mg/g próbki w przeliczeniu na kwas galusowy. Natomiast w literaturze przedmiotu znajdziemy różne metody oznaczania antocyjanów ogółem np. zgodnie z metodyką opisaną przez Giusti i Wrolstada, czy też stosowaną w moich badaniach metodą Sondheimera-Kertesza, żadnej z metod Autorka nie przywołuje. **Proszę Doktorantkę o wyjaśnienie tej wątpliwości a także o informację na temat ilości wykonanych oznaczeń.** Z satysfakcją należy podkreślić natomiast interesującą formę prezentacji wyników badań czystości mikrobiologicznej wytlóków w formie czytelnych zdjęć i obrazów oraz wzorcową prezentację wyników badań tekstury materiału organicznego poprzez wyznaczenie izoterm adsorpcji azotu metodą Brunauera-Emmetta-Teller (BET), są one w większości zaprezentowane w formie wykresów a każdy z nich jest skomentowany z wykorzystaniem odpowiednich źródeł literatury przedmiotu. Pewne moje wątpliwości budzi jednakże opracowanie wyników badań identyfikacji rozkładu pierwiastków wchodzących w skład materiału organicznego metodą dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS) i ich interpretacja. Duże różnice w wynikach zawartości węgla i tlenu w składzie elementarnym wytlókowych preparatów mogą sugerować bowiem bardzo różniący się ich skład chemiczny, dlatego moim zdaniem brakuje tu do dyskusji wyników wspomnianych już w recenzji badań tego składu. Ponadto zastanawiająca jest np. podana przez Doktorantkę na str. 91 dla wytlóków z agrestu zawartość % węgla (48,16%) i tlenu (48,21%), która daje łącznie aż 96,57%. Z rozkładu pierwiastków przedstawionego na rys.25 wynika jednak, że próbka może być bardzo zanieczyszczona (zawiera duże ilości krzemu i glinu występujących w formach tlenkowych) i w konsekwencji wpływa to na zawyżoną podaną w pracy zawartość tlenu w wytlókach agrestowych. Proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się do tej uwagi. Głębokiego zastanowienia się wymaga też interpretacja wyników badań wielkości cząstek w dyspersjach metodą dynamicznego rozproszenia światła DLS pozwalająca określić rozkład wielkości cząstek w sorbentach wytlókowych. Trudno bowiem sobie wyobrazić żeby, jak pisze Autorka (str.73), rozdrobnione w blenderze i ręcznie przesiane przez sito o średnicy 0, 212 mm wysuszone wytloki mogły mieć opisany rozkład nanocząstek, bowiem Doktorantka na str. 95 pisze, cyt. 99,5 % biomasy z agrestu stanowią cząsteczki o rozmiarze 68,64 d nm czyli ok. 3 tys. razy mniejsze od oczka sita. Na fakt, że cząstki są

zdecydowanie większe wskazują też zdjęcia SEM pokazane na rys. 23 (str.89). **Proszę Doktorantkę o ustosunkowanie się do tej wątpliwości.**

Z uznaniem natomiast należy ocenić opracowanie obszernego podrozdziału 11.5 (str. 96÷115) opisującego wyniki badania i optymalizacji procesów adsorpcji jonów miedzi(II), kadmu(II), żelaza(III) na wytlókach z agrestu, czarnego bzu i papryki. W tym istotnym dla realizacji celu pracy fragmencie części doświadczalnej Doktorantka przeanalizowała wpływ czasu wytrząsania, pH roztworu oraz stężenia roztworu wyjściowego na wielkości sorpcji analizowanych jonów metali ciężkich. Badania te pozwoliły na wybranie optymalnych warunków procesu. Interesującym fragmentem tej części pracy jest opracowana przez Doktorantkę analiza kinetyki adsorpcji badanych jonów metali ciężkich.

Kolejny rozdział dotyczył badań nad modyfikacją powierzchni wytlóków w celu zwiększenia ich pojemności sorpcyjnej, jest to dość interesująca propozycja doskonalenia procesu, aczkolwiek pewnym zastrzeżeniem do opracowania tej części jest brak przejrzystości prezentacji wyników zmiany efektywności procesu sorpcji w wyniku modyfikacji badanych adsorbentów kwasami w tabeli.21.

Podsumowując tę eksperymentalną część dysertacji chciałabym podkreślić wiele pracy włożonej przez mgr. Joannę Dudczak – Hałabudę w jej realizację i wykazanie się przez nią kompetencjami badawczymi. ***Biorąc pod uwagę tzw. stronę warsztatową stwierdzam, że wyniki przeprowadzonych w pracy badań chemicznych, fizykochemicznych i biochemicznych i ich dyskusja stwarzają dobry punkt wyjścia dla przyszłych aplikacji.***

Podsumowanie wyników i wnioski

Bardzo ważnym fragmentem pracy jest podsumowanie wyników i wnioski (str.128÷130), w którym Doktorantka wprowadza w problem badawczy i omawia kolejne etapy podjętych w pracy badań i uzyskane wyniki, pokazując przy tym drogę jaką systematycznie kroczyła mając na uwadze cel pracy. Autorka pracy w podsumowaniu wykazuje też trafność wyboru wytlókowych materiałów badawczych, które jak wynika z przeprowadzonych badań, charakteryzuje zdolność do usuwania jonów miedzi, kadmu i żelaza z roztworów wodnych aczkolwiek ich zdolność do adsorpcji badanych jonów metali ciężkich jest znacznie mniejsza niż komercyjnych adsorbentów. Doktorantka dokonała w tej części pracy merytorycznej reasumpcji przeprowadzonych badań i uzyskanych rezultatów i zakończyła prawidłowo sformułowanymi wnioskami dzięki czemu ***spełnia kryterium trafności wnioskowania.***

3. Konkluzja

W podsumowaniu chciałabym stwierdzić, że temat rozprawy dał Doktorantce szansę wykazania się, że jest nie tylko dobrze przygotowana do pracy naukowo-badawczej, lecz także potrafi samodzielnie zrealizować segment preparatywny, analityczny, instrumentalny oraz wykonać edycję dysertacji, aczkolwiek w tym względzie biorąc pod uwagę ilość usterek edytorskich w pracy, zalecam Doktorantce trochę więcej uwagi podczas korekty dalszych publikacji.

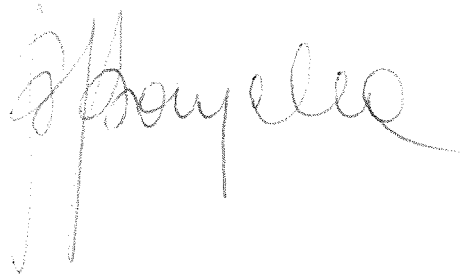
Ponadto uważam, że we właściwy sposób zaprojektowane, przeprowadzone i opisane w pracy badania właściwości chemicznych, fizykochemicznych i biochemicznych wytlóków z papryki, agrestu i czarnego bzu obejmujących; analizę ogólnej zawartości polifenoli metodą Folina-Ciocalteu'a i czystości mikrobiologicznej wytlóków, określenie tekstury materiałów poprzez wyznaczenie izoterm adsorpcji azotu metodą Braunauera-Emmetta-Tellera (BET), identyfikację powierzchniową oraz objętościową pierwiastków wchodzących w skład materiału badawczego metodą Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS), mogą być **nowym** źródłem cennych informacji ważnych z towaroznawczego punktu widzenia i stanowić podstawę rozwoju dalszych badań nad tym materiałem. W trakcie szeroko zakrojonego toku badań Autorka określiła optymalne warunki prowadzenia procesu oraz jego kinetykę, sprawdziła też wpływ początkowego stężenia roztworów wzorcowych oraz wpływ pH na efektywność usunięcia jonów z roztworu modelowego. Ponadto wykazała, że modyfikacja powierzchni sorbentów z papryki, agrestu i czarnego bzu poprzez przemycie kwasami oraz wodą dejonizowaną generalnie nie przyniosła oczekiwanych rezultatów bowiem przyniosła poprawę zdolności usuwania jonów tylko w niektórych układach.

W podsumowaniu Autorka stwierdza, że badane odpady przemysłu spożywczego cyt. mogą być stosowane jako adsorbenty do usuwania jonów miedzi, kadmu i żelaza z roztworów wodnych. Należałoby zatem te badania kontynuować i uzupełniać bowiem, mogą one stanowić punkt wyjścia w kierunku prowadzenia prac rozwojowych nad wykorzystaniem tych wytlóków jako adsorbentów metali ciężkich w środowisku wodnym. Za kontynuacją badań przemawia także, jak pisze w podsumowaniu Autorka, dodatkowo niska ich cena oraz możliwość zagospodarowania powstających w przemyśle odpadów.

Stwierdzam zatem, że przedłożona mi do recenzji rozprawa mgr inż. Joanny Dudczak - Hałabudy spełnia wszystkie wymogi stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z zapisami ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U.

Nr 65, poz. 595, z późn. zm. (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) i zaleceniami Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów.

Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Szymelek', is written in a cursive style.