



Poznań, dn. 12 września 2023 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Eweliny Polskiej-Adach zatytułowanej: **Zastosowanie sorbentów różnego typu w procesie usuwania barwników kwasowych, reaktywnych i bezpośrednich z roztworów wodnych i ścieków**

przygotowana na zlecenie Rady Instytutu Nauk Chemicznych
Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
(pismo nr L. dz. 1004/WCHIC/2023 z dnia 11 lipca 2023 r.)

Przedłożona do recenzji dysertacja naukowa autorstwa Pani mgr Eweliny Polskiej-Adach została zrealizowana w Katedrze Chemii Nieorganicznej Wydziału Chemii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, pod kierunkiem naukowym dr hab. Moniki Wawrzekiewicz, prof. UMCS. Tematyka ocenianej rozprawy doktorskiej dotyczy zagadnień bardzo istotnych nie tylko z poznawczego, ale przede wszystkim praktycznego i zarazem proekologicznego punktu widzenia, tj. opracowania rozwiązań umożliwiających efektywne oczyszczanie wód, a zwłaszcza ścieków przemysłowych.

Jak powszechnie wiadomo, zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych wskutek działalności przemysłowej i agrotechnicznej człowieka jest aktualnie jednym z najpoważniejszych problemów związanych z ochroną środowiska. Szacuje się, że każdego dnia do jezior, rzek, mórz i oceanów trafia około 2 mln ton zanieczyszczeń, a 1 litr ścieków zanieczyszcza średnio 8 litrów wody czystej. Wśród zanieczyszczeń antropogenicznych można wymienić szereg związków nieorganicznych i organicznych, takich jak między innymi jony metali ciężkich, sole (np. azotany, fosforany, siarczany, cyjanki), barwniki syntetyczne, pestycydy, detergenty, fenole, aminy, chlorowcopochodne, węglowodory ropopochodne, czy też mikroplastik, które stanowią ogromne zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia organizmów wodnych i ludzi o czym mogliśmy się przekonać w ubiegłym roku, kiedy to miała miejsce katastrofa ekologiczna na Odrze. Niestety poziom zarządzania zasobami wodnymi na świecie, a zwłaszcza zagospodarowania ścieków przemysłowych i komunalnych wciąż pozostawia wiele do życzenia, w konsekwencji czego (według szacunków Światowej Organizacji Zdrowia) w roku 2050 nawet 7 mld osób w 60 krajach może cierpieć z powodu niedostatku wody pitnej.

Jak wspominałem wcześniej, jednym z zagrożeń występujących na szeroką skalę w ściekach przemysłowych są syntetyczne barwniki organiczne. Głównym źródłem emisji tego typu zanieczyszczeń jest przede wszystkim przemysł tekstylny, farbiarski, papierniczy, skórzany, tworzyw sztucznych, a także spożywczy. Niestety przeważająca część barwników syntetycznych charakteryzuje się wysoką stabilnością i nie jest podatna na procesy

biodegradacji lub fotodegradacji. Obecność już niewielkich ilości tego typu związków ogranicza w znacznym stopniu przenikanie światła słonecznego, prowadząc tym samym do zahamowania procesu fotosyntezy flory wodnej. Co istotne, wiele spośród barwników wykazuje działanie mutagenne, kancerogenne lub teratogenne oraz wysoką toksyczność w stosunku do mikroorganizmów wodnych i ryb, a pośrednio także dla zwierząt i ludzi. Dlatego też wszelkie działania mające na celu znaczną redukcję stopnia zagrożenia wynikającego z obecności barwników syntetycznych w ściekach trafiających do zasobów wodnych są w pełni uzasadnione.

Badania zaproponowane i zrealizowane przez Panią mgr Ewelinę Polską-Adach doskonale wpisują się w ten niezwykle ważny oraz aktualny nurt badawczy. Zastosowanie 10 komercyjnych żywic jonowymiennych o zróżnicowanej strukturze matrycy polimerowej w procesie usuwania ze ścieków modelowych trzech barwników syntetycznych (reprezentujących różne grupy techniczne, tj. barwniki kwasowe, bezpośrednie i reaktywne) dostarcza wielu nowych i istotnych informacji naukowych, które wypełniają luki w aktualnym stanie wiedzy z zakresu nauk chemicznych, zwłaszcza w dziedzinie adsorpcji. W związku z powyższym zasadność prowadzenia tego typu badań nie podlega dyskusji, potwierdzeniem czego jest między innymi fakt, że liczba publikacji naukowych dotyczących tego problemu badawczego (pojawiających się każdego roku na łamach renomowanych czasopism indeksowanych w bazie Scopus) intensywnie wzrasta.

Osiągnięciem naukowym Pani mgr Eweliny Polskiej-Adach, stanowiącym podstawę przeprowadzenia jej przewodu doktorskiego jest dysertacja przygotowana w formie obszernej monografii napisanej w języku polskim i przedstawionej na 232 stronach maszynopisu, wliczając streszczenia w języku polskim i angielskim oraz wykaz używanych skrótów. Układ opracowania jest typowy dla prac doktorskich o charakterze eksperymentalnym i zawiera następujące sekcje: Wstęp i cel pracy, Spis publikacji stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej, Część teoretyczną, Część doświadczalną, Omówienie wyników, Podsumowanie oraz Literaturę (aż 328 pozycji!). Praca zawiera w swej strukturze 44 tabele oraz 194 rysunki. Tytuł rozprawy doktorskiej został sformułowany poprawnie i odpowiada zakresowi tematycznemu oraz wynikom badań przedstawionym przez Doktorantkę w dalszych częściach opracowania. Generalnie mówiąc struktura przygotowanej monografii, to znaczy kolejność i sposób w jaki Autorka prezentuje poszczególne zagadnienia także nie budzi większych zastrzeżeń. Jedyny wyjątek stanowi tu umiejscowienie oraz zawartość rozdziału zatytułowanego „Publikacje stanowiące podstawę rozprawy doktorskiej”. Z uwagi na fakt, że rozprawa ma charakter monografii napisanej na podstawie wyników uzyskanych w trakcie realizacji badań, ten fragment pracy należałoby wyłączyć ze struktury pracy i zatytułować go np. „Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych” lub też „Całkowity dorobek naukowy”. Przedstawiony w tym rozdziale wykaz publikacji i wystąpień konferencyjnych zawiera również pozycje dotyczące badań adsorbentów lub adsorbatów, które nie zostały opisane w ramach recenzowanej rozprawy, tj. adsorbentów na bazie tlenku krzemu i tytanu, czy też barwników takich jak żółcień kwasowa 219, żółcień bezpośrednia 142 i fiolet kwasowy 1. Nie jest to jednak uwaga o charakterze merytorycznym.

Swoją dysertację Pani Polska-Adach rozpoczęła od krótkiego wstępu oraz sformułowania głównej hipotezy badawczej (w moim odczuciu nieco zbyt uogólnionej), która brzmi: Czy komercyjne wymiennicze jonowe można uznać za potencjalne i wydajne adsorbenty do usuwania barwników ze ścieków przemysłowych? Autorka przedstawiła kryteria jakimi kierowała się przy wyborze poszczególnych adsorbentów, a także zakres realizowanych badań obejmujący następujące działania:

- (1) przeprowadzenie testów adsorpcyjnych metodą statyczną w celu wyznaczenia optymalnych warunków usuwania barwników syntetycznych z roztworów wodnych;
- (2) przeprowadzenie badań kinetycznych i analizę uzyskanych danych w oparciu o trzy podstawowe modele kinetyki;
- (3) wyznaczenie parametrów równowagowych procesu adsorpcji;
- (4) przeprowadzenie prób regeneracji i ponownego wykorzystania adsorbentów;
- (5) określenie mechanizmu oddziaływań zachodzących pomiędzy cząsteczkami adsorbatów i powierzchnią/strukturą adsorbentów;
- (6) przeprowadzenie testów adsorpcyjnych metodą dynamiczną w układzie kolumnowym;
- (7) wykonanie prób oczyszczania ścieków modelowych z udziałem wybranego jonitu.

Dwa ostatnie z wymienionych powyżej zadań zasługują na szczególną uwagę, gdyż w moim odczuciu mają one ogromne znaczenie z aplikacyjnego punktu widzenia. Tego typu pomiary są bowiem najbardziej adekwatne do warunków panujących w rzeczywistych ściekach przemysłowych lub komunalnych.

We wspomnianym fragmencie pracy doktorskiej zabrakło mi jednak wyjaśnienia jakim kryterium Doktorantka kierowała się przy wyborze poszczególnych adsorbatów? Informacji takiej nie znalazłem również w opisie części eksperymentalnej, dlatego też proszę o krótki komentarz podczas prezentacji lub w trakcie odpowiedzi na uwagi recenzentów.

W ramach części teoretycznej mgr Polska-Adach omówiła bardzo wnikliwie zagadnienia związane z barwnikami syntetycznymi, przedstawiając istotne informacje dotyczące nomenklatury, klasyfikacji technicznej, aktualnych kierunków zastosowania praktycznego, a przede wszystkim toksyczności tej grupy związków chemicznych i zagrożeń jakie ich obecność w ściekach może stwarzać zarówno dla fauny oraz flory żyjącej w środowisku wodnym, jak również dla zdrowia i życia człowieka. W dalszej części przeglądu literaturowego Autorka przedstawiła informacje na temat składu chemicznego ścieków generowanych przez różne gałęzie przemysłu, gospodarstwa domowe czy szpitale, wskazała główne problemy związane z efektywnym oczyszczaniem ścieków zawierających barwniki organiczne oraz scharakteryzowała podstawowe metody fizyczne, chemiczne i biologiczne wykorzystywane aktualnie w oczyszczalniach przykładowych lub komunalnych. Dopelnienie części literaturowej stanowi bardzo obszerny, autorski przegląd informacji na temat możliwości wykorzystania do oczyszczania ścieków takich materiałów sorpcyjnych jak: węgle aktywne, sorbenty niskokosztowe (przetworzone lub niepoddane obróbce odpady rolnicze), minerały naturalne (skały ilaste, krzemionka, zeolity), biosorbenty (chitozan, bakterie, drożdże, grzyby i glony) oraz żywice jonowymienne. Podsumowując ten fragment mojej recenzji stwierdzam,

że część literaturowa została dobrze przemyślana, dzięki czemu stanowi ona doskonałe wprowadzenie do tematyki pracy doktorskiej. Warto też podkreślić fakt, że Doktorantka przygotowując ten fragment opracowania wykorzystywała aż 263 źródła naukowe, co wskazuje na Jej bardzo dobre rozeznanie literaturowe w obszarze poruszanej tematyki badawczej.

Zgodnie z powszechnie przyjętą praktyką badawczą, kolejną część dysertacji naukowej Autorka poświęciła scharakteryzowaniu materiałów oraz procedur analitycznych wykorzystanych w trakcie realizacji badań. W ramach kolejnych podrozdziałów opisane zostały między innymi właściwości fizykochemiczne adsorbatów (czerwieni kwasowej 18, żółcieni bezpośredniej 50 i błękitu reaktywnego 21) oraz adsorbentów, czyli komercyjnych żywic jonowymiennych posiadających matrycę polistyrenową, poliakrylową lub fenolowo-formaldehidową, przedstawiona została metodyka prowadzenia badań adsorpcyjnych (równowagowych i kinetycznych), desorpcyjnych oraz w układzie kolumnowym (metoda dynamiczna), a także opis technik instrumentalnych wykorzystanych do scharakteryzowania adsorbentów przed i po procesie adsorpcji (ATR-FTIR, SEM, XPS, UV-Vis). Ogólnie mówiąc dobór wykorzystanych technik badawczych oraz analitycznych jest dobrze przemyślany, adekwatny do rodzaju badanych materiałów, a przede wszystkim umożliwił zrealizowanie założonego celu badań. Sposób przedstawienia procedur dla większości przeprowadzonych badań jest przejrzysty i nie budzi większych zastrzeżeń. Mam jednak kilka drobnych uwag/sugestii odnośnie tej części dysertacji.

Pomimo faktu, że wybrane do badań żywice jonowymiennie są produktami komercyjnymi (których parametry fizykochemiczne można bardzo często znaleźć w specyfikacji danego materiału dostarczonej przez jego producenta) warto byłoby wykonać dla nich również kilka podstawowych badań fizykochemicznych, takich jak wyznaczenie parametrów teksturalnych, pH wyciągu wodnego i pH_{pzc} , oznaczenie zawartości grup funkcyjnych o charakterze kwasowym i zasadowym, czy też określenie stabilności termicznej. Tego typu zabieg nie tylko wzbogaciłby wartość przygotowanej dysertacji, ale także mógłby ułatwić interpretację wyników uzyskanych w podczas testów adsorpcyjnych. Wyznaczenie tego typu parametrów pozwoliłoby także na uniknięcie dość niezręcznych sytuacji z jaką mamy do czynienia w Tabeli 11 (str. 71), gdzie Autorka jako jeden z parametrów charakteryzujących adsorbenty zamieściła powierzchnię właściwą [m^2/g]. Niestety dla większości materiałów przedstawionych w tabeli brakuje informacji na temat wartości tego parametru.

Podrozdział 4.4 zatytułowany „Sprzęt i aparatura badawcza” można było pominąć, ponieważ wymienione w nim urządzenia zostały omówione w ramach sekcji 4.5-4.14.

W ramach części eksperymentalnej należałoby przedstawić procedurę wykorzystaną do dopasowania danych eksperymentalnych do izoterm Langmuira, Freundlicha i Temkina (prezentowanych na rysunkach 16-48), jak również do modeli kinetycznych pseudo-pierwszego i pseudo-drugiego rzędu (rysunki 49-81) – proszę o krótki komentarz.

W podrozdziale 4.10 (str. 78) należałoby doprecyzować procedurę przygotowania próbek do badań desorpcyjnych. Sformułowanie typu: „Do adsorbentu (0,5 g) z zaadsorbowanym barwnikiem (50 mg/g) dolewano 50 ml następujących eluentów...” brzmi

niezbyt klarownie. Czy próbki po wstępnej adsorpcji barwnika suszono, czy też poddawano je procesowi desorpcji bez dodatkowej obróbki? Proszę o krótki komentarz.

Najobszerniejszą część recenzowanej dysertacji naukowej i jednocześnie najistotniejszą z merytorycznego punktu widzenia stanowi rozdział 5, w ramach którego Doktorantka przedstawiła przede wszystkim dogłębną analizę wyników uzyskanych w trakcie testów adsorpcyjnych. Wybrane do badań żywice jonowymiennie badano w układzie stacjonarnym i dynamicznym. Podczas testów adsorpcyjnych zbadano wpływ rodzaju barwnika, jego stężenia początkowego oraz pH roztworu wyjściowego, określono wpływ czasu kontaktu faz adsorbent-adsorbat na efektywność adsorpcji z układów jednoskładnikowych o różnym stężeniu, a także zbadano wpływ substancji dodatkowych (elektrolitów takich jak chlorek sodu, siarczan(VI) sodu, węglan sodu, kwas octowy oraz surfaktantów Triton X100 i dodecylosiarczan sodu) na skuteczność usuwania poszczególnych barwników za pomocą anionitów poliakrylowych, polistyrenowych i fenolowo-formaldehadowych o zróżnicowanej strukturze szkieletu. Ważnym aspektem przeprowadzonych badań było również podjęcie prób regeneracji zużytych adsorbentów z wykorzystaniem różnych eluentów w postaci roztworów wodnych i metanolowych, przeprowadzenie testów adsorpcyjnych metodą dynamiczną w układzie kolumnowym (odzwierciedlającym realne warunki panujące w instalacji technologicznej), a także wykonanie testów adsorpcyjnych dla układu imitującego rzeczywiste ścieki generowane przez zakłady tekstylne. Szkoda jednak, że Doktorantka badając przydatność wymienniczy jonowych do dekoloryzacji ścieków modelowych ograniczyła się tylko do najbardziej efektywnego spośród adsorbentów – anionitu Amberlite IRA958. Wykonanie analogicznych testów dla pozostałych żywic wzbogaciłoby w znacznym stopniu wartość merytoryczną ocenianej dysertacji (zwłaszcza z aplikacyjnego punktu widzenia).

Warto podkreślić, że podczas omówienia ogromnej ilości wyników uzyskanych w trakcie testów adsorpcyjnych Autorka nie ograniczyła się jedynie do tabelarycznego i/lub graficznego przedstawienia danych eksperymentalnych oraz krótkiego komentarza, ale przeprowadziła wnikliwą analizę tych danych z wykorzystaniem trzech modeli opisujących równowagę adsorpcji, tj. modelu Langmuira, Freundlicha oraz Temkina, a także trzech modeli opisujących kinetykę adsorpcji barwników, czyli modelu pseudo-pierwszego i pseudo-drugiego rzędu oraz dyfuzji wewnątrzcząstkowej. Co istotne, Doktorantka porównywała zaobserwowane przez nią korelacje z danymi przedstawionymi w literaturze przedmiotu, dzięki czemu interpretacja uzyskanych wyników jest zdecydowanie bardziej wartościowa. Tak wnikliwa analiza danych adsorpcyjnych, poparta wynikami badań instrumentalnych metodą ATR-FTIR, SEM, a zwłaszcza XPS (zarówno przed, jak i po procesie adsorpcji) umożliwiła Autorce określenie prawdopodobnego mechanizmu oddziaływań zachodzących pomiędzy cząsteczkami barwników syntetycznych oraz powierzchnią i/lub strukturą anionitów, co nie jest zadaniem prostym i oczywistym. Lektura tego fragmentu pozostawia jednak pewien niedosyt. Szkoda, że podobnych badań instrumentalnych Doktorantka nie przeprowadziła dla adsorbentów poddanych procesowi desorpcji. Ich wyniki mogłyby bowiem stanowić doskonale dopełnienie tego fragmentu dysertacji. Ciekawych informacji na ten temat

mogłyby także dostarczyć badania teksturalne wybranych adsorbentów przed i po procesie adsorpcji oraz desorpcji.

Należy wyraźnie podkreślić, że materiał badawczy zebrany i opisany przez Panią mgr Ewelinę Polską-Adach w ramach rozprawy doktorskiej charakteryzuje się wysoką wartością merytoryczną, czego dowodem jest fakt, że znaczna część spośród uzyskanych wyników została już zaprezentowana na łamach czasopism o cyrkulacji międzynarodowej (m. in. Journal of Molecular Liquids, Adsorption, Water), a także w postaci kilku recenzowanych doniesień naukowych o zasięgu krajowym. Warto też zwrócić uwagę na istotne walory poznawcze przedstawionych wyników, zwłaszcza tych uzyskanych podczas testów kolumnowych oraz w trakcie dekoloryzacji ścieków modelowych, które w mojej opinii mają olbrzymi potencjał aplikacyjny. Po wnikliwej analizie tej części dysertacji mogę jednoznacznie stwierdzić, że wszystkie założone przez Doktorantkę cele naukowe zostały osiągnięte, a postawiona hipoteza badawcza odnośnie możliwości efektywnego oczyszczania ścieków przemysłowych za pomocą komercyjnych wymienniczy jonowych została potwierdzona.

Reasumując, za najważniejsze pod względem naukowym i aplikacyjnym osiągnięcia przedstawione w ramach przedłożonej do oceny dysertacji naukowej uważam:

- wykazanie, że rodzaj i struktura szkieletu żywicy jonowymiennej, a zwłaszcza obecność zasadowych grup funkcyjnych o różnej mocy w znacznym stopniu determinuje efektywność usuwania barwnych zanieczyszczeń organicznych z roztworów wodnych;
- wykazanie, że obecność w układzie adsorpcyjnym substancji dodatkowych, tj. elektrolitów oraz surfaktantów, które są nieodzownym składnikiem ścieków generowanych przez zakłady przemysłu włókienniczego, garbarskiego, itp., diametralnie zmienia skuteczność procesu adsorpcji barwników, najprawdopodobniej wskutek konkurencji adsorbatów o dostęp do grup funkcyjnych lub miejsc aktywnych obecnych na powierzchni lub w strukturze adsorbentów;
- wykazanie, że z kinetycznego punktu widzenia najbardziej predysponowanymi do efektywnego pochłaniania barwników z roztworów wodnych są anionity poliakrylowe lub fenolowo-formaldehadowe, co wynika z większej elastyczności i hydrofilowości ich szkieletu;
- wykazanie, że mechanizm adsorpcji barwników na komercyjnych żywicach jonowymiennych jest procesem złożonym i nie ogranicza się jedynie do utworzenia pary jonowej pomiędzy grupami funkcyjnymi anionitu i grup sulfonowych barwników; ale obejmuje także oddziaływania typu π - π , oddziaływania van der Waalsa oraz tworzenie wiązań wodorowych;
- wykazanie, że silnie zasadowy anionit poliakrylowy Amberlite IRA958 charakteryzuje się wyjątkowo wysoką skutecznością usuwania barwników organicznych z roztworów wodnych zarówno podczas testów przepływowych, jak również dekoloryzacji ścieków modelowych, dzięki czemu może on być z powodzeniem stosowany do oczyszczania rzeczywistych ścieków przemysłowych.

Po dokładnym przestudiowaniu rozprawy doktorskiej Pani mgr Eweliny Polskiej-Adach stwierdzam, że została ona starannie zaplanowana i rzetelnie zrealizowana, a wkład pracy

włożony przez Autorkę w badania eksperymentalne, modelowanie danych oraz interpretację uzyskanych wyników jest niewątpliwie bardzo duży. Ogólnie mówiąc praca została napisana poprawnym językiem i nie zawiera błędów natury merytorycznej. Szata graficzna opracowania również nie budzi zastrzeżeń. Autorka nie ustrzegła się jednak nieprawidłowości pod względem edytorskim, stylistycznym, czy też drobnych uchybień terminologicznych. Zdaję sobie oczywiście sprawę, że uniknięcie tego typu potknięć podczas przygotowania dysertacji liczącej przeszło 200 stron maszynopisu jest bardzo trudne. Niestety niechlubnym obowiązkiem recenzenta i zarazem twardym dowodem na to, że rzetelnie wykonał swoją pracę jest wychwycenie wszelkiego rodzaju niedoskonałości, nieścisłości lub kwestii wymagających wyjaśnienia.

W pierwszej kolejności pozwolę sobie wymienić uwagi o charakterze czysto technicznym, które nie wymagają ustosunkowania się Doktorantki podczas obrony, chyba że Autorka się z nimi nie zgadza:

- na stronie 16 w odniesieniu do właściwości barwników został użyty termin „własności”, którego nie należy używać w języku naukowym;
- na str. 25 należało podać wyjaśnienie skrótu LC_{50} , czyli medialne stężenie śmiertelne wywołujące 50% zgonów (ang. lethal concentration);
- tytuł podrozdziału 3.3 (str. 27) powinien raczej brzmieć: „Rodzaje ścieków zawierających barwniki oraz ich podstawowe parametry fizykochemiczne”, natomiast tytuł tabeli 2 (str. 28) „Parametry fizykochemiczne ścieków generowanych przez zakład produkujący barwniki”, ponieważ pH, ChZT oraz utlenialność nie można określić mianem „składnik”;
- na str. 38 padło niezbyt precyzyjne sformułowanie: „Węgłe aktywne są otrzymywane przez rozkład termiczny, spalanie lub częściowe spalanie substancji zawierających znaczne ilości węgla pierwiastkowego”. Produktem procesu spalania jest popiół, natomiast węgle aktywne wytwarza się w procesie częściowego zgazowania materiału węglowego;
- podczas numeracji rysunków pominięty został nr 5;
- przy zapisie cytowanych źródeł literaturowych w tekście opracowania należy stosować wersję polskojęzyczną, np. „według Konickiego i współpracowników” lub „Purkait i współpr.”, a nie zapisy typu „według Konickiego et al.”, „Purkait et al.”, itp.;
- na str. 41 padło niepoprawne sformułowanie „...jako prekursora do przygotowania węgla aktywnego przez aktywację termiczną (karbonizacja).” Aktywacja termiczna to alternatywna nazwa aktywacji fizycznej, natomiast karbonizacja jest to pierwszy etap aktywacji termicznej (fizycznej);
- w tabeli 5 zamiast pojemności monowarstwy (q_m) należało przedstawić wartość q_{exp} , czyli pojemności wyznaczonej eksperymentalnie. Brak wartości q_m dla kilku zestawionych w tabeli materiałów może wprowadzić czytelnika w zakłopotanie;
- na str. 75 oraz 92 podano niepoprawną jednostkę dla stałej modelu Freundlicha (K_F). Zamiast [mg/g] powinno być raczej [(mg/g) (l/mg)^{1/n}];
- w kilku miejscach opracowania pojawiły się dość enigmatyczne lub niezbyt fortunate sformułowania, np.: „W stosunku do Daphnie i karpia stężenia toksyczne barwników wynoszą...” (str. 25), „...o wysokiej przypadkowości badanych anionitów...” (str. 116), „...grupy

sorpcyjne anionitu wewnątrz porów...” (str. 118), „...charakteryzująca się dużym napięciem powierzchniowym...” (str. 143), a także drobne błędy edycyjne czyli tzw. literówki, których nie będę wymieniał z osobna.

Przejdę teraz do uwag i komentarzy o charakterze dyskusyjnym, do których Doktorantka może się odnieść zarówno podczas swojej prezentacji, jak również w ramach odpowiedzi dla recenzentów:

- jakie były wartości pojemności sorpcyjnych wyznaczonych eksperymentalnie (q_{exp}) dla poszczególnych układów adsorbent-adsorbat? Tego typu danych nie znalazłem bowiem ani w tabeli 13, ani w odpowiednim fragmencie opracowania;
- czy dla któregokolwiek z układów adsorbent-adsorbat zbadano wpływ temperatury na efektywność adsorpcji? Jeśli tak, prosiłbym o pokazanie tych zależności;
- prosiłbym także o przedstawienie porównania pojemności sorpcyjnych uzyskanych przez Doktorantkę dla żywic jonowymiennych z danymi dostępnymi w literaturze przedmiotu (w formie tabelarycznej lub graficznej);
- czy Doktorantka przeprowadziła lub ewentualnie rozważała wykonanie analogicznych badań adsorpcyjnych z wykorzystaniem zużytych żywic jonowymiennych?

Pragnę podkreślić, że powyższe uwagi i komentarze nie umniejszają wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej. Recenzowana dysertacja pt. „Zastosowanie sorbentów różnego typu w procesie usuwania barwników kwasowych, reaktywnych i bezpośrednich z roztworów wodnych i ścieków” wnosi wiele elementów nowości naukowej, a uzyskane wyniki dostarczają istotnych informacji, które mogą być z powodzeniem wykorzystane nie tylko w dalszych badaniach eksperymentalnych, ale przede wszystkim w rozwiązaniach praktycznych. Doktorantka w pełni zrealizowała wyznaczone sobie cele, wykazując się przy tym zarówno wiedzą teoretyczną w ramach reprezentowanej dziedziny naukowej, jak również umiejętnością konsekwentnego prowadzenia badań naukowych. Całkowity dotychczasowy dorobek naukowy mgr Eweliny Polskiej-Adach, obejmujący współautorstwo 8 artykułów w czasopiśmie indeksowanych w bazie Scopus, 12 rozdziałów w recenzowanych monografiach o zasięgu krajowym, 13 wystąpień ustnych oraz 12 prezentacji posterowych na konferencjach krajowych i międzynarodowych potwierdza, że jest ona odpowiednio przygotowana do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Podsumowując, jednoznacznie stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji dysertacja naukowa spełnia kryteria zwyczajowe, a przede wszystkim wymagania formalne wymienione w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r., nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami). Wnioskuje zatem do Rady Instytutu Nauk Chemicznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Pani mgr Eweliny Polskiej-Adach do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, mając na uwadze ogromny nakład wykonanej pracy eksperymentalnej, znaczny potencjał poznawczy i aplikacyjny uzyskanych wyników, a przede wszystkim znaczny dorobek naukowy Doktorantki, przedkładam Radzie Instytutu Nauk Chemicznych wnioski o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

