



Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny
Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej
90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116
tel. +48 42 631-30-91, fax +48 42 631-31-28

Prof. dr hab. inż. Joanna Kałużna-Czaplińska

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Wiolety Mikuckiej
„Waloryzacja wywaru gorzelniczego przez odzysk
związków polifenolowych”

wykonanej na Wydziale Geoinżynierii, w Katedrze Biotechnologii
w Ochronie Środowiska UWM w Olsztynie

Promotorkami rozpraw doktorskiej są:

dr hab. inż. Magdaleny Zielińskiej, prof. uczelni

dr hab. inż. Izabeli Witońskiej, prof. uczelni

Wstęp

Idea gospodarki o obiegu zamkniętym jest oparta na prostym założeniu, że ziemskie zasoby są znacznie ograniczone i dlatego należy zminimalizować wydobycie surowców naturalnych, zmniejszyć produkcję odpadów, bądź tak zagospodarować wytworzone odpady, żeby stały się one cennym źródłem związków, które mogą być wykorzystane w różnych gałęziach przemysłu, a w szczególności w przemyśle kosmetycznym, farmaceutycznym, czy spożywczym. Rozwój przemysłu cukrowniczego, browarniczego, przetwórstwa warzyw i owoców, a także przemysłu gorzelniczego jest ściśle związany nie tylko z wytwarzaniem określonych produktów, ale także z wytwarzaniem różnych pozostałości poprodukcyjnych, na które można patrzeć jak na niepotrzebny i trudny do zagospodarowania odpad, albo jak na cenne i tanie źródło pozyskania związków o właściwościach bioaktywnych. Dlatego też bardzo ciekawe wydaje się podejście oparte na wykorzystaniu odpadów pochodzących z produkcji alkoholu, jako potencjalnego źródła związków o

właściwościach antyoksydacyjnych, do których niewątpliwie można zaliczyć polifenole.

Tematyka podjęta w rozprawie doktorskiej przez mgr inż. Wioletę Mikucką bardzo dobrze wpisuje się w ten obszar badań naukowych. Dotyczy bowiem określenia potencjału wywaru gorzelniczego jako źródła polifenoli, zbadania odzysku tych związków oraz ustalenia wpływu kwasów fenolowych na produkcję metanu z wywaru. Dlatego już w tym miejscu chcę zaznaczyć, że przedstawione w rozprawie doktorskiej wyniki są istotne i aktualne, a zbadanie bioaktywnych polifenoli, w tym kwasów fenolowych oraz wpływu ich na produkcję biogazu jest wciąż niewystarczająco opisane w literaturze.

Chciałabym także bardzo mocno podkreślić analityczny wkład pracy Doktorantki związany między innymi z izolacją związków polifenolowych z matrycy odpadowej za pomocą różnych technik ekstrakcyjnych, w tym ekstrakcji wspomaganej ultradźwiękami (UAE), ekstrakcji mikrofalowej (MAE) i klasycznej ekstrakcji w układzie ciało stałe-ciecz z uwzględnieniem żmudnego procesu optymalizacji ekstrakcji. Polifenole bowiem mogą ulegać degradacji w wysokich temperaturach, a wydajność ekstrakcji jest ściśle związana z zastosowaniem rodzaju rozpuszczalnika, bądź mieszaniny rozpuszczalników. Warto także podkreślić, że w swoich badaniach Doktorantka wykorzystwała nie tylko komercyjnie dostępne rozpuszczalniki, ale także te otrzymane z produktów odpadowych, jak alkohol tetrahydrofurfurylowy -THFA, który może być alternatywą dla konwencjonalnych rozpuszczalników organicznych.

Kolejnym ważnym analitycznym zadaniem było wykonanie szeregu analiz chromatograficznych z zastosowaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) z detektorem UV-VIS w celu rozdzielania składników mieszanin ekstrakcyjnych oraz oznaczenia wolnych kwasów fenolowych.

Dysertacja także dobrze wpisuje w zasady tzw. „zielonej chemii”, bowiem dokonania Doktorantki obejmują świadome ograniczenie, bądź eliminację rozpuszczalników organicznych poprzez zastosowanie ekstrakcji wspomaganej ultradźwiękami, ekstrakcji wspomaganej mikrofalami oraz użycie ekstrakcji wodą w stanie podkrytycznym (SWE).

Struktura i treść rozprawy doktorskiej

Recenzowana praca mgr inż. Wiolety Mikuckiej stanowi spójny tematycznie zbiór 7 artykułów naukowych, które zostały opatrzone stosownym, krótkim opisem. W tych siedmiu artykułach znalazł się jeden artykuł przeglądowy, który dobrze wprowadza w tematykę badań dotyczącą waloryzacji wywaru gorzelniczego i odzysku cennych produktów z niego pochodzących. Dołączony został także jeden artykuł, który ma status przesłany do redakcji czasopisma *Chemosphere*. Nie znalazłam tego artykułu w czasopiśmie, prawdopodobnie jest dopiero w recenzji. Ponadto, zostały dołączone załączniki do publikacji, określone jako Supplementary Material. Na opis osiągnięcia naukowego składają się: wprowadzenie, cel pracy wraz z obszernym pięciopunktowym zakresem badań i postawionymi trzema ważnymi hipotezami, opis badań wraz z uzasadnieniem podjętych działań i wskazaniem metod badawczych, podsumowanie, literatura oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Całość stanowi 32 strony. Cytowana literatura obejmuje 62 pozycje naukowe, głównie zagraniczne. Ponadto, w przedstawionym do recenzji materiale znalazły się: publikacje wchodzące w skład rozprawy doktorskiej (jako załączniki) oraz oświadczenia współautorów, które potwierdzają niepodważalny wkład mgr inż. Wiolety Mikuckiej w badania. Łatwo zauważyć, że Doktorantka jest pierwszym współautorem we wszystkich publikacjach.

Wykaz dorobku naukowego Doktorantki składającego się na dysertację jest dobry. Wskazuje na zaangażowanie w pracę naukową i staranne, przemyślane dobieranie czasopism naukowych, pod kątem prezentowanych wyników badań. W załączonym wykazie są artykuły, które ukazały się w bardzo dobrych czasopismach naukowych, takich jak: *Applied Biochemistry and Biotechnology* (IF = 3,094), *Scientific Reports* (IF= 4,379), *International Journal of Environmental Research and Public Health* (IF= 4,614), czy *Journal of Environmental Management* (IF= 8,910). Nie zostały zamieszczone inne informacje dotyczące dorobku naukowego Doktorantki, udziału w innych publikacjach naukowych, w konferencjach i sympoziach, dlatego do tego zagadnienia nie mogę się odnieść, żeby ocenić aktywność naukową Doktorantki.

Wprowadzenie, hipotezy, opis wyników i wnioski dotyczące otrzymanych rezultatów nie budzą zasadniczo moich wątpliwości. Bardzo podoba mi się, że w dysertacji Doktorantka przedstawiła hipotezy badawcze i poddała je weryfikacji.

W części wprowadzającej do tematyki badań Doktorantka szczegółowo opisała problemy związane z wywarem gorzelnicznym i jego zagospodarowaniem, wskazała na obecność polifenoli w odpadzie powstającym przy produkcji alkoholu oraz zwróciła uwagę na aktywność antyoksydacyjną polifenoli i metody monitorowania tej aktywności. Ta część rozprawy jest dobrym wprowadzeniem do części eksperymentalnej. Cel główny badań został sformułowany czytelnie. Dotyczył wskazania potencjału wywaru gorzelnicznego jako źródła bioaktywnych polifenoli. Pragnę jeszcze raz podkreślić, że realizacja założonego celu głównego i poszczególnych zadań badawczych, ze szczególnym uwzględnieniem optymalizacji metod ekstrakcji wymagała dużego eksperymentalnego wkładu pracy Doktorantki. W podsumowaniu brakuje mi krytycznego podejścia do trzymanyh wyników.

W części dotyczącej opisu prowadzonych eksperymentów, szczególną uwagę zwrócono na:

- warunki ekstrakcji, rodzaj i stężenie rozpuszczalników oraz ich wpływ na wydajność ekstrakcji, porównano skuteczność różnych technik ekstrakcyjnych,
- możliwości odzysku kwasów fenolowych z frakcji ciekłej wywaru gorzelnicznego,
- wykazano zależności między strukturą polifenoli w materiale odpadowym a ich aktywnością przeciwutleniającą,
- przeprowadzono kilka różnych rodzajów testów, żeby określić aktywność przeciwutleniającą związków bioaktywnych.

Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Za najbardziej wartościowe w przedstawionej do recenzji pracy doktorskiej uważam:

- optymalizację odzysku polifenoli z wywaru gorzelnicznego oraz określenie aktywności przeciwutleniającej ekstraktów,
 - zbadanie i wyjaśnienie zależności między rodzajem, stężeniem rozpuszczalnika a ilością związków fenolowych,
 - eliminowanie rozpuszczalników organicznych z procesu ekstrakcji i poszukiwanie „zielonych” rozwiązań,
 - określenie wpływu kwasów fenolowych na potencjał metanowy wywaru gorzelnicznego.

Uwagi

Recenzent poza oczywistym podkreśleniem walorów i zalet pracy ma także obowiązek wskazania pewnych niedociągnięć, uwag i postawienia pytań.

Wśród niedociągnięć w pracy, uwag dyskusyjnych i merytorycznych trzeba wymienić:

- Wykaz skrótów jest niekompletny, brak wyjaśnienia między innymi skrótów BZT, ChZT, ZEA,
- Proszę o wyjaśnienie/rozwinięcie zdania ze str. 9 „Kwasy fenolowe występowały w ekstraktach głównie w postaci wolnej, co pozwala uniknąć hydrolizy wywaru przed ekstrakcjami”,
- Co rozumie Pani jako hydrowęgiel ?
- Skąd pomysł na użycie do ekstrakcji acetonu ?
- Jaki widzi Pani potencjalną szansę wykorzystania odzyskanych kwasów fenolowych ?
- Brakuje mi omówienia zwalidowanej metody HPLC, jako istotnego narzędzia w badaniach ekstraktów,
- Literatura jest ponumerowana, ale w samym opisie podawane są nazwiska autorów, bez podania cyfr, to bardzo utrudnia czytanie pracy.

Podsumowanie recenzji

Stwierdzam, że mgr inż. Wioleta Mikucka wykazała się wiedzą w aktualnej i ważnej tematyce będącej przedmiotem rozprawy doktorskiej, a wskazane w recenzji uwagi nie umniejszają wartości dysertacji.

Praca spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (aktualne odniesienie do aktu prawnego - tekst jednolity: DzU z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.).

Wniosek końcowy

Podsumowując, recenzowana rozprawa **mgr inż. Wiolety Mikuckiej** zatytułowana „*Waloryzacja wywaru gorzelniczego przez odzysk związków polifenolowych*” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, wnoszę o dopuszczenie jej Autorki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Joanna Kałużna-Czaplińska

Łódź, 15 listopada 2022 roku