



Wydział
Technologii i Inżynierii
Chemicznej



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie

Szczecin 05.01.2026

prof. dr hab. inż. Urszula Narkiewicz

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

Katedra Technologii Chemicznej Nieorganicznej i Inżynierii Środowiska

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej zatytułowanej

„Otrzymywanie substancji o właściwościach nutraceutyków z torfu i węgla brunatnego w procesach ekstrakcji alkalicznej wspomaganej mikrofalami i ultradźwiękami”

przygotowanej przez **mgr inż. Kingę MARECKĄ**

wykonanej pod kierunkiem **prof. dr hab. inż. Józefa Hoffmanna**

Recenzję wykonano dla Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej

(pismo RDND05/129/2024-2028 z dn.20.10.2025)

Wybór tematyki pracy oraz ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska dotyczy nutraceutyków, cieszących się coraz większym zainteresowaniem żywnościowych substancji leczniczych pochodzenia naturalnego, wywierających korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Wiele z występujących dzisiaj chorób cywilizacyjnych związanych jest ze spożywaniem produkowanej na skalę przemysłową wysoko przetworzonej żywności. Żeby zmniejszyć skalę tego zjawiska, wprowadza się do użycia takie substancje, jak właśnie nutraceutyki, żywność funkcjonalną oraz związki bioaktywne. Recenzowana rozprawa doktorska doskonale wpisuje się w ten trend, odpowiadając na

aktualne zapotrzebowanie społeczne, medyczne i przemysłowe, dlatego też wybór tematyki pracy jest jak najbardziej uzasadniony.

W swojej pracy Doktorantka zajmowała się otrzymywaniem nutraceutyków z substancji humusowych na drodze ekstrakcji wspomaganą ultradźwiękami i mikrofalami, mieszcząc się w obszarze badań właściwych dla dyscypliny naukowej Inżynieria Chemiczna.

Praca została wykonana pod opieką Pana prof. dr hab. inż. Józefa Hoffmanna, wybitnego specjalisty w zakresie technologii chemicznej nieorganicznej (w tym produkcji nawozów oraz dodatków paszowych) oraz ochrony środowiska.

Strona edytorska rozprawy

Rozprawa doktorska Pani mgr. inż. Kingi Mareckiej jest bardzo obszerna – liczy 379 stron i odwołuje się do 394 pozycji literaturowych, których lista jest jednolita, starannie sporządzona i odnosi się do aktualnych publikacji dotyczących tematyki rozprawy. Praca zawiera 118 tabel oraz 90 rysunków.

Rozprawa jest bardzo starannie opracowana pod względem edytorskim, nie ma w niej błędów gramatycznych czy literowych.

Na początku rozprawy Autorka zamieściła streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wykaz zastosowanych w pracy skrótów i akronimów, a na końcu listę rysunków i tabel oraz wykaz swoich pozostałych osiągnięć naukowych, do których można zaliczyć współautorstwo w 9 publikacjach w czasopismach o współczynniku wpływu IF wynoszącym co najmniej 0,7 oraz punktacji MNiSW co najmniej 70, w dwóch rozdziałach w monografiach oraz w 2 zgłoszeniach patentowych w temacie rozprawy doktorskiej, jak również w 7 zgłoszeniach patentowych dotyczących pozostałej tematyki badawczej. Doktorantka uczestniczyła też w sposób aktywny w 5 konferencjach międzynarodowych oraz w 2 konferencjach krajowych. W związku ze swoimi osiągnięciami naukowymi Pani Kinga Marecka otrzymała zwiększone stypendium doktoranckie oraz nagrodę „Travel Award” Międzynarodowego Stowarzyszenia Substancji Humusowych. Doktorantka brała też udział w licznych projektach badawczych kierowanych przez swojego promotora, prof. Józefa Hoffmanna lub przez dr hab. inż. Martę Huculak-Mączkę, prof. PWr.

Cel i zakres rozprawy

Głównym celem pracy doktorskiej Pani mgr inż. Kingi Mareckiej było opracowanie technologii otrzymywania kwasów huminowych i fulwowych o jakości umożliwiającej zastosowanie tych substancji jako nutraceutyków oraz opracowanie zintegrowanej analizy technologicznej, środowiskowej i ekonomicznej dla wybranych wariantów technologicznych. Kolejnym celem rozprawy było opracowanie uproszczonego Studiu Wykonalności oraz uproszczonej Oceny Cyklu Życia. Doktorantka zdecydowała się na wybór jako związków bioaktywnych do zastosowania prożywnościowego kwasów huminowych oraz fulwowych ze względu na ich zdolność do chelatowania jonów metali, neutralizacji wolnych rodników i działania immunomodulującego oraz na wybór tanich i dostępnych surowców do ich otrzymywania, a mianowicie torfu i węgla brunatnego. Do wyodrębnienia kwasów huminowych i fulwowych z tych surowców zastosowano ekstrakcję alkaliczną z mieszaniem mechanicznym wspomaganą ultradźwiękami lub mikrofalami.

Na podkreślenie zasługuje wysoce interdyscyplinarny charakter rozprawy, przy realizacji której Doktorantka wykazała się nie tylko wiedzą z zakresu inżynierii chemicznej oraz ochrony środowiska, ale również chemii spożywczej, farmacji oraz ekonomii i zarządzania procesami.

Strona merytoryczna rozprawy

Doktorantka przedstawiła w rozprawie oryginalne wyniki badań eksperymentalnych dotyczących otrzymywania kwasów huminowych i fulwowych z węgla brunatnego i torfu oraz ich charakteryzowania. Rozprawa zaczyna się od starannie opracowanej części literaturowej, w ramach której Doktorantka opisała stanowiące przedmiot rozprawy nutraceutyki i żywność funkcjonalną, substancje humusowe i ich różnorodne zastosowania oraz bazę surowcową do ich otrzymywania. Część literaturowa rozprawy obejmuje również wnikliwą analizę patentową dotyczącą przetwarzania surowców humusowych do różnych zastosowań oraz regulacje prawne dotyczące między innymi suplementów żywnościowych, żywności specjalnego przeznaczenia medycznego czy dozwolonych nowatorskich produktów żywnościowych, zarówno obowiązujące w Polsce, jak i w Unii Europejskiej.

Po przedstawieniu w treściwy sposób tła i motywacji do prowadzonych badań oraz koncepcji badawczych i celu badań, Doktorantka opisała w kolejnej, zasadniczej części rozprawy stanowi jej część eksperymentalną, zaczynając od opisu stosowanej aparatury,

odczynników, surowców oraz oprogramowania. Zakres badań prowadzonych w skali laboratoryjnej obejmował charakterystykę stosowanych surowców, badanie wpływu wybranych parametrów procesowych na wydajność otrzymywania i wydzielania kwasów humusowych oraz fulwowych, a na końcu – badanie właściwości fizykochemicznych otrzymanych produktów. Na szczególną pochwałę i wzór do naśladowania dla innych młodych badaczy zasługuje zastosowanie statystycznych metod planowania eksperymentu według macierzy Boxa-Behnkena dla trzech zmiennych niezależnych: temperatury i czasu ekstrakcji oraz w zależności od zastosowanej metody ekstrakcji - prędkości mieszania, intensywności ultradźwięków czy mocy promieniowania mikrofalowego

Metodologia prowadzonych badań została opisana z troską o szczegóły, umożliwiając czytelnikowi odtworzenie procedur badawczych. Pokróćce opisano zastosowane metody eksperymentalne, dobrane w sposób w pełni adekwatny do postawionych celów badawczych.

Wyznaczone zostały optymalne parametry procesowe umożliwiające otrzymanie największej wydajności produktów dla obu rodzajów surowca i dla trzech metod ich wydzielania. Wnioski z przeprowadzonych badań zostały przedstawione w jasny i zrozumiały sposób. Na podstawie otrzymanych wyników laboratoryjnych Doktorantka opracowała koncepcje technologiczne w zwiększonej skali (dla 1 tony surowca), obejmujące schematy technologiczne oraz bilanse materiałowe dla optymalnych parametrów procesowych zapewniających uzyskanie największej wydajności kwasów humusowych i fulwowych. Doktorantka przeprowadziła również uproszczone Studium Wykonalności obejmujące ocenę możliwości wdrożenia technologii i aspektów finansowych przedsięwzięcia oraz uproszczoną Ocenę Cyklu Życia mającej na celu ocenę wpływu technologii będących przedmiotem rozprawy na środowisko.

W podsumowaniu wyników rozprawy pewien niedosyt informacji odczuwam jedynie, jeśli chodzi o jakościową charakterystykę produktów finalnych, tych, których produkcja została oceniona jako najbardziej korzystna pod względem ekonomicznym oraz najmniej obciążająca środowisko. Ponieważ skład chemiczny tych produktów, a zatem ich właściwości zależą od wybranej metody ekstrakcji, dlatego interesujące jest, czy i na ile produkty otrzymywane według najlepiej ocenionych poszczególnych technologii wydzielania różnią się między sobą i jakie mogą być w związku z tym ich najlepsze potencjalne zastosowania. Chciałabym w związku z tym zwrócić się do Doktorantki z prośbą o odniesienie się do tych kwestii w trakcie obrony, oczekując, że w podsumowaniu przedstawi również charakterystykę jakościową

produktów otrzymanych w ramach wybranych wariantów technologii i wynikające z tego ich potencjalne zastosowania.

Ocena końcowa

Oceniam rozprawę doktorską Pani mgr inż. Kingi Mareckiej bardzo pozytywnie, zarówno pod względem merytorycznym, jak edytorskim. Doktorantka z powodzeniem i w pełnym zakresie zrealizowała ambitny zamierzony cel, przeprowadzając w skali laboratoryjnej badania otrzymywania kwasów huminowych i fulwowych o jakości umożliwiającej zastosowanie tych substancji jako nutraceutyków i opracowując na tej podstawie kompletny projekt procesowy otrzymywania nutraceutyków z substancji humusowych, wraz ze zintegrowaną analizą technologiczną, środowiskową i ekonomiczną dla wybranych wariantów technologicznych.

Za najważniejszy walor rozprawy uważam jej nowatorski, aplikacyjny i interdyscyplinarny charakter oraz fakt, że stanowi ona gotowy przedwdrożeniowy kompletny projekt technologiczny.

Podsumowując, ponieważ przedłożona do recenzji praca doktorska wykonana przez Panią mgr inż. Kingę Marecką w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie naukowej inżynieria chemiczna, spełnia w mojej opinii ustawowe (zgodnie z art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r., poz. 1571 z późn. zm.)) i zwyczajowe wymogi stawiane rozprawom doktorskim, wnioskuję zatem do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej o jej dopuszczenie do obrony.

Ponadto, biorąc pod uwagę wysoką jakość samej rozprawy oraz aktywność naukową Pani Kingi Mareckiej, zwracam się do w/w Rady z prośbą o rozważenie możliwości wyróżnienia tej rozprawy.

Urszula Narkiewicz

