

Lublin, 08.05.2017

Recenzja

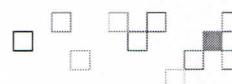
rozprawy doktorskiej mgr inż. Agnieszki Małgorzaty Didyk-Mucha
pt. „Zastosowanie biosurfaktantów do separacji minerałów na przykładzie
serpentytynu, magnezytu i kwarcu”

Praca została wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Zygmunta Sadowskiego i przedstawiona Radzie Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej.

Stale rosnące zapotrzebowanie na surowce mineralne, a także rozwój technologiczny ukierunkowany na nowe rozwiązania przyjazne środowisku naturalnemu skłania do opracowywania bardziej ekologicznych i efektywnych metod separacji minerałów z rud. W ten nurt badań bardzo dobrze wpisuje się realizacja procesów biotechnologicznych, które wykorzystują związki pochodzenia naturalnego, np. biosurfaktanty. Użycie takich substancji nie powoduje obciążenia środowiska naturalnego, gdyż następuje ich całkowity rozkład mikrobiologiczny na związki proste, które następnie wchodzą w skład szlaków metabolicznych bakterii.

Mając to na uwadze Pani mgr inż. Agnieszka Małgorzata Didyk-Mucha zrealizowała badania, których celem było opracowanie taniej, ekologicznej i efektywnej metody separacji minerałów opartej na procesie flotacji. W roli kolektora (i jednocześnie spieniacza) zastosowała biosurfaktanty należące do grupy lipopeptydów i będące analogami surfaktyny, a produkowane przez szczep *Streptomyces sp.* Wynikało to z pewnej luki literaturowej dotyczącej hodowli i optymalizacji składu pożywek dla tego szczepu mikroorganizmów. Do procesu bioflotacji wytypowano trzy materiały wzorcowe: serpentytyn, magnezyt i krzemionkę. Głównym powodem takiego wyboru były potencjalne możliwości wykorzystania czystych minerałów w praktyce oraz trudność rozdzielenia ich mieszanin tradycyjnymi metodami.

Autorka skupiła się na doborze optymalnych warunków hodowli mikroorganizmów, które zapewniały najbardziej wydajną syntezę biosurfaktantów. Wykorzystując metodę powierzchni odpowiedzi (RSM) opracowała skuteczną i powtarzalną procedurę pozyskiwania produktu wysokiej jakości. W kolejnych etapach prac doświadczalnych określono wpływ adsorpcji biosurfaktantów na hydrofobowość i właściwości elektrokinetyczne zastosowanych minerałów, co ma ogromne znaczenie dla

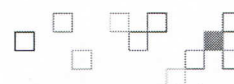


selektywnego ich rozdziału z użyciem metody flotacji pianowej. Zbadano także efekt aktywacji powierzchni ciał stałych jonami litu na wydajność wiązania syntetycznego SDS i naturalnych związków powierzchniowo czynnych. Następnie wyznaczono wpływ stężenia kolektora na szybkość i wydajność flotacji aktywowanych minerałów. W końcowym stadium pomiarów przeprowadzono testy flotacyjne dwuskładnikowych mieszanin badanych surowców mineralnych z użyciem SDS i biosurfaktantów pochodzących z hodowli szczepu *Streptomyces sp. S4*, a także zweryfikowano maksymalne wielkości ziaren flotowanych ciał stałych uzyskane na drodze doświadczalnej z tymi wyznaczonymi na podstawie modelu flotometrycznego.

Recenzowana praca ma klasyczny układ i liczy 146 stron. Autorka podzieliła ją na 12 rozdziałów. Rozpoczyna się od *Wprowadzenia*, w którym trafnie uzasadniony został wybór tematyki rozprawy oraz wskazane zostały elementy nowości naukowej planowanych badań. W kolejnym rozdziale zwięźle i jasno sprecyzowano cel i zakres pracy. *Studia literaturowe* przedstawiono na 38 stronach. Zawierają one charakterystykę procesu flotacji, ze szczególnym uwzględnieniem etapu aktywacji ziaren mineralnych przy użyciu jonów metali. Wiele uwagi poświęcono także opisowi biosurfaktantów i ich właściwości, kinetyce ich syntezy oraz optymalizacji warunków hodowli mikroorganizmów i składu brzożki hodowlanej. W końcowych fragmentach tego rozdziału wskazano możliwości wykorzystania biosurfaktantów w procesie separacji minerałów jako skutecznych modyfikatorów własności powierzchniowych tych ciał stałych. Ta część pracy napisana jest w sposób logiczny i spójny, co świadczy o dobrym opanowaniu literatury przedmiotu przez Doktorantkę.

W kolejnej części rozprawy zatytułowanej *Metody badawcze* Autorka scharakteryzowała używane odczynniki, aparaturę badawczą i sprzęt laboratoryjny oraz opisała stosowane procedury pomiarowe. Na docenienie zasługuje zarówno szeroki zakres badań eksperymentalnych, jak również bogate spektrum technik wykorzystanych przez Doktorantkę. Umożliwiły one pełną charakterystykę procesu hodowli biosurfaktantów oraz ich adsorpcji na powierzchni wybranych minerałów, a także ocenę ich przydatności jako kolektorów w procesie flotacji wykorzystanych w badaniach surowców naturalnych.

Najobszerniejsza część pracy *Wyniki badań i ich omówienie* liczy 52 strony. Zawiera ona 45 rysunków oraz 16 tabel. Wyniki badań zostały przedstawione w logiczny i zrozumiały sposób, omówione wyczerpująco oraz odniesione do literatury naukowej z tej dziedziny. Wnioski wynikające z przeprowadzonych doświadczeń zostały poprawnie sformułowane i zamieszczone w oddzielnym rozdziale. Ich analiza dowiodła, że wszystkie



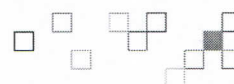
cele szczegółowe badań zostały w pełni zrealizowane. Końcowe fragmenty pracy zawierają spis cytowanej literatury, dorobek naukowy Autorki, spisy rysunków, tabel i symboli, a także streszczenie rozprawy w językach polskim i angielskim. Praca oparta jest na 231 pozycjach bibliograficznych, z których większość pochodzi z ostatnich lat, co świadczy o dużej aktualności podjętych badań.

W mojej ocenie do najważniejszych osiągnięć recenzowanej rozprawy należy:

- opracowanie wydajnej procedury syntezy biosurfaktantów przez szczep *Streptomyces sp. S4* na drodze optymalizacji warunków prowadzenia hodowli,
- wykazanie, że biosurfaktanty z grupy lipopeptydów spełniają rolę modyfikatorów właściwości powierzchniowych serpentynitu, magnezytu i kwarcu poprzez zmianę ich hydrofobowości i potencjału elektrokinetycznego,
- udowodnienie, że aktywacja powierzchni użytych minerałów jonami niklu znacznie poprawia ich powinowactwo adsorpcyjne do surfaktantów naturalnych,
- scharakteryzowanie mechanizmu oddziaływań pomiędzy grupami powierzchniowymi minerału a cząsteczkami biosurfaktantu,
- wykazanie, że użycie brzeczek po hodowli szczepu *Streptomyces sp. S4* umożliwia skuteczną separację badanych minerałów, a zawarte w nich biosurfaktanty pełnią rolę efektywnych kolektorów w procesie pianowej flotacji serpentynitu, magnezytu i kwarcu.

Niezależnie jednak od mojej pozytywnej oceny jakości zaprezentowanych badań, nasunęły mi się w czasie jej lektury drobne uwagi i pytania. Dotyczą one następujących zagadnień:

- na str. 39 podano błędnie wielkość komórki mikroorganizmu wynoszącą 1 mm – chodziło tu raczej o 1 μm ;
- na str. 46 w ostatnim akapicie występuje błędne sformułowanie: „...są biopolimery rozpuszczalne w fazie rozproszonej...”, a powinno być: „rozpuszczalne w fazie rozpraszającej...”;
- z jakiego równania korzystano przy przeliczaniu ruchliwości elektroforetycznej na potencjał dzeta podczas pomiarów elektrokinetycznych?
- Autorka podaje, że potencjał dzeta wyznaczany był w szerokim zakresie pH, tj. 1,5 – 10 - czy w takich warunkach nie obserwowano procesu rozpuszczania minerałów, który może mieć wpływ na uzyskaną wartość potencjału elektrokinetycznego?



- w pracy stosowane są symbole DO 550 (na rys. 36) oraz OD 550 (na rys. 42), nie podano jednak ich znaczenia;
- na str. 87 w ostatnim akapicie występuje błędne sformułowanie: „... jony niklu przyjmują konformację Ni^{2+} ...” – chodziło tu raczej o „...formę Ni^{2+} ”, ponieważ pojęcie konformacja odnosi się do przestrzennego ułożenia makrocząsteczek w roztworze lub na granicy faz;
- co może być przyczyną minimum obserwowanego na wykresach przedstawiających zmiany potencjału dzeta minerałów aktywowanych jonami niklu w funkcji pH roztworu (rys. 56-58)?

W pracy pojawiają się błędy edytorskie, niekonsekwencja w numeracji równań (niektóre z nich nie posiadają numerów) oraz nazwy w języku angielskim na rysunkach w części literaturowej. Nie umniejszają one jednak wartości merytorycznej prezentowanych rezultatów.

Dorobek Doktorantki obejmuje 6 publikacji w czasopismach naukowych, 4 publikacje w recenzowanych materiałach konferencyjnych oraz 13 prezentacji na konferencjach naukowych. Była ona także stypendystką programu Dolnośląskiego Urzędu Marszałkowskiego Grant+ oraz uzyskała dotację Dziekana Wydziału Chemicznego na realizację zadania badawczego związanego z tematyką rozprawy.

Na podstawie przeprowadzonej analizy rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Agnieszki Małgorzaty Didyk-Mucha stwierdzam, że recenzowana praca wnosi znaczący element nowości naukowej w obecny stan wiedzy na temat wykorzystania biosurfaktantów w procesie separacji minerałów. Przeprowadzone w jej ramach badania odznaczają się oryginalnością i mogą zostać wykorzystane w praktyce jako ekologiczna alternatywa dla procesów realizowanych przez przemysł wydobywczy i przetwórczy surowców mineralnych. Świadczy to o nowoczesnym podejściu do postawionego problemu badawczego.

W podsumowaniu stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Małgorzaty Didyk-Mucha odpowiada warunkom określonym w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytułach naukowych w zakresie sztuki oraz wnioskuję do Wysokiej Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Małgorzata Wiśniewska

dr hab. Małgorzata Wiśniewska, prof. nadzw. UMCS

