

**mgr inż. Agnieszka Didyk-Mucha**

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

***Zastosowanie biosurfaktantów do separacji minerałów  
na przykładzie serpentynitu, magnezytu i kwarcu***

promotor: profesor dr hab. Zygmunt Sadowski  
Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska  
Wrocław 2017

Przedmiotem prezentowanej pracy doktorskiej było opracowanie taniej i wydajnej metody separacji serpentynitu, magnezytu i kwarcu z użyciem biosurfaktantów.

Pomysł zastosowania związków powierzchniowo czynnych pochodzenia biologicznego w procesach separacji minerałów, a w szczególności we flotacji, wynikał z konieczności poszukiwania bardziej ekologicznych i efektywnych odczynników flotacyjnych. Odpowiednio przygotowane brzeczki pochodzące ze szczepu *Streptomyces sp. S4*, zawierające biosurfaktanty, mogą pełnić równocześnie funkcje kolektorów i speniaczy. Użycie biosurfaktantów w istotny sposób przyczynia się do selektywnej separacji minerałów, zwłaszcza w badanych układach, które trudno jest rozdzielić w tradycyjny sposób. Wybór serpentynitu, magnezytu i kwarcu jako minerałów wzorcowych, używanych w badanym procesie bioflotacji, wynikał przede wszystkim z potencjalnych możliwości dalszego wykorzystania czystego serpentynitu i magnezytu.

Pierwszy etap badań objętych rozprawą doktorską obejmował opracowanie metody wytwarzania tanich i wydajnych kolektorów flotacyjnych na bazie brzeczek pochodzących zawierających biosurfaktanty, które stanowiłyby alternatywę dla syntetycznych surfaktantów, komercyjnie stosowanych w procesach separacji. Szczepy biosyntezujące surfaktanty zostały wyizolowane ze środowiska naturalnego. Najlepszym szczepem okazał się szczep *Streptomyces sp. S4* zdolny do zewnątrzkomórkowej syntezy związków powierzchniowo czynnych. Posługując się techniką HPLC wykazano, że otrzymane biosurfaktanty należą do grupy lipopetydów i są analogami surfaktyny. Związki te obniżają napięcie powierzchniowe do poziomu 28,7 mN/m. W celu uzyskania powtarzalnego produktu o wysokiej jakości zoptymalizowano skład pożywki hodowlanej z ukierunkowaniem na intensyfikację biosyntezy surfaktantów z użyciem Metody Powierzchni Odpowiedzi z planem Boxa-

Bhenkena. Opisano także kinetykę wytwarzania biosurfaktantów w oparciu o zależności zmian stężenia glicerolu, biomasy i biosurfaktantów w brzeczce pochodzącej z hodowli.

W drugim etapie pracy skupiono się na badaniu procesu adsorpcji biosurfaktantów i komercyjnie stosowanych anionowych kolektorów na powierzchni minerałów. Proces adsorpcji związków powierzchniowo czynnych opisano modelem izoterm Somasundarana-Fuerstena. Dodatkowo, zbadano wpływ aktywacji powierzchni magnezytu, serpentynitu i kwarcu jonami niklu na wydajność adsorpcji związków powierzchniowo czynnych na ich powierzchni. Adsorpcję jonów niklu opisano modelami Langmuira i Freundlicha. Uzupełnieniem badań adsorpcji jonów niklu oraz biosurfaktantów na powierzchni badanych minerałów były wyniki pomiarów spektroskopowych w zakresie podczerwieni wykonanych metodą IR-ATR. Dodatkowo, za pomocą badań elektrokinetycznych opisano wpływ adsorpcji jonów niklu i surfaktantów na potencjał dzeta.

W końcowym etapie rozprawy doktorskiej zbadano możliwość zastosowania brzeczki po hodowli szczepu *Streptomyces sp S4*, które zawierają biosurfaktanty, jako kolektorów w pianowej flotacji magnezytu, serpentynitu i kwarcu. Określono wpływ adsorpcji biosurfaktantów na hydrofobowość powierzchni minerałów poprzez pomiary katów zwilżania. Następnie przeprowadzono doświadczenia flotacyjne z użyciem syntetycznych i biologicznych surfaktantów w celu określenia wpływu warunków prowadzenia flotacji na wydajność procesu. Badanie flotacyjne opisano modelem flotometrycznym, co pozwoliło na określenie warunków fizykochemicznych procesu bioflotacji magnezytu, serpentynitu i kwarcu. Otrzymane na podstawie modelu wartości maksymalnych wielkości flotujących ziaren zweryfikowano empirycznie. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że adsorpcja biosurfaktantów na powierzchniach badanych minerałów stwarza warunki dla selektywnego rozdziału serpentynitu, magnezytu i kwarcu z ich dwuskładnikowych mieszanin w procesie bioflotacji.

**Agnieszka Didyk-Mucha, M.Sc. Eng.**

ABSTRACT OF THE DISSERTATION

***The using biosurfactants for minerals separation on the example of serpentinite, magnesite and quartz***

supervisor: Zygmunt Sadowski, Prof.  
Faculty of Chemistry, Wrocław University of Technology  
Wrocław 2017

The aim of PhD project was to develop a cheap and efficient separation method of serpentinite, magnesite and quartz using biosurfactants.

The idea of biological surface-active compounds application to the separation of minerals, using the flotation, resulted from the research of finding more efficient flotation reagents. The post-culture broths prepared from *Streptomyces sp.* S4, containing biosurfactants, can be taken as collectors and frothers. The use of biosurfactants significantly contributes to the selective separation of minerals, especially in the studied binary systems. These minerals are difficult to separate in the traditional way. The choice of serpentinite, magnesite and quartz as model minerals used in bioflotation tests, has a consequence in the application of pure serpentinite and magnesite. For instance, serpentinite can be used to CO<sub>2</sub> sequestration.

The first stage of the PhD research included a development of method for producing low cost and efficient flotation collectors based on post-culture broths containing biosurfactants. These biosurfactants would be an alternative to synthetic surfactants. The cost reduction of surfactant biosynthesis was achieved by the application of new strain of *Streptomyces sp.* S4 isolating from an environment. This strain is able to produce the extracellular surfactants. The HPLC analysis demonstrated that the biosurfactants belongs to lipopeptides group and they are surfactin analogs. These compounds reduce the surface tension to the level of 28.7 mN/m. In order to obtain reproducible, high-quality product, the composition of the culture medium was optimized. This optimization was performed using Response Surface Methodology whit Box–Behnken design. Moreover, the kinetics of biosurfactants synthesis based on glycerol, biomass and biosurfactants concentrations changes in the cultivation broths was described.

The second stage of the work focused on the study of both biosurfactants and commercial anionic collectors adsorption onto the mineral surfaces. The adsorption

of surfactants was described by Somasundaram-Fuerstenau isotherm model. Moreover, the effect of activation using nickel ions on the magnesite, serpentinite and quartz surface was investigated. Also, the efficiency of surfactants adsorption onto mineral surfaces was studied. Adsorption of nickel ions was described by Langumir and Froundlich models. The research in nickel ions and biosurfactants adsorption process onto the serpentinite, magnesite and quartz surfaces was supplemented by the infrared spectroscopic measurements (IR-ATR). Additionally, the effect of nickel ions and surfactants molecules adsorption on zeta potential was described using electrophoretic measurements.

In the final stage of the doctoral dissertation, the application of post-culture broths from *Streptomyces sp.* S4, as collectors in froth flotation of magnesite, serpentinite and quartz was examined. The influence of biosurfactants adsorption on the mineral surfaces hydrophobicity was tested by contact angles measurements. The flotation experiments were carried out using both synthetic and biological surfactants. These flotation tests were described using flotometric model, which allowed to compare the physicochemical conditions of investigated minerals with the bioflotation processes. The maximum sizes of floating particles were compared with the flotometric model calculated data.

Based on the results, it was found that the adsorption of biosurfactants onto the minerals surfaces creates the conditions for the selective separation of minerals from binary mixtures using bioflotation process.