

mgr inż. Małgorzata Stanisz  
Politechnika Poznańska  
Wydział Technologii Chemicznej

## Streszczenie rozprawy doktorskiej

### **„Nano- i mikrostruktury z udziałem biopolimerów: otrzymywanie, charakterystyka i praktyczne zastosowanie”**

Promotor rozprawy doktorskiej: prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski

Lignina kraft jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych biopolimerów na świecie. Oprócz celulozy i hemicelulozy wchodzi w skład biomasy drzewnej. Jest materiałem odpadowym w przemyśle celulozowo-papierniczym, gdzie zazwyczaj jest zwracana do obiegu jako źródło ciepła. Lignina ze względu na swoją rozbudowaną budowę, obecność wielu reaktywnych grup funkcyjnych oraz brak toksyczności jest wykorzystywana jako naturalny materiał do otrzymywania wielu funkcjonalnych układów. W ostatnim czasie, zastosowano ten biopolimer do otrzymywania sferycznych cząstek. Wraz z rozwojem technologii zaczęto coraz częściej wykorzystywać struktury w nano- i mikrometrycznych rozmiarach. Układy syntetyczne cechują się wieloma zaletami, jednak ich otrzymywanie oraz zastosowanie może negatywnie wpływać na środowisko. Cząstki pochodzenia naturalnego bardzo często są syntezowane z odpadów przemysłowych i stanowią interesującą alternatywę dla znanych, syntetycznych materiałów. Postanowiono przeprowadzić badania, których celem jest otrzymanie sferycznych struktur z udziałem ligniny kraft, a następnie określenie ich charakterystyki oraz zaproponowanie potencjalnych możliwości zastosowań.

W części teoretycznej pracy doktorskiej opisano wybrane rodzaje sferycznych cząstek, ich charakterystykę oraz najbardziej oczekiwane właściwości materiału. Przedstawiono rodzaje substancji, z których można otrzymać sferyczne struktury, dzieląc je na: metale szlachetne, tlenki, substancje organiczne oraz biopolimery. Dodatkowo, bardzo ważną częścią przeglądu literatury było także przedstawienie wybranych metod syntezy, które umożliwiają otrzymanie sferycznych cząstek o preferowanych właściwościach. Zaprezentowano, że dobór właściwych warunków procesowych oraz materiału umożliwia otrzymanie produktu o nowych i interesujących właściwościach. Każdy z przedstawionych układów opisano w oparciu o wybrane przykłady literatury. Stwierdzono, że bardzo interesującą grupą do otrzymywania struktur są biopolimery, a w szczególności lignina kraft. Przedstawiono możliwości zastosowań produktów otrzymanych z dodatkiem tego prekursora. Wnioskowano między innymi, że układy można zastosować jako selektywne nośniki do dostarczania substancji leczniczych, jako sorbenty szkodliwych substancji, do otrzymywania materiałów przyspieszających gojenie się ran, a także w biotechnologii.

W ramach pracy doktorskiej przedstawiono wyniki badań wraz z ich dyskusją, które stanowiły podstawę 8 oryginalnych publikacji naukowych stanowiących monotematyczny cykl prac. Dwa opublikowane artykuły zostały opublikowane w formie publikacji przeglądowych, w których zostały zebrane najważniejsze oraz najnowsze informacje dotyczące otrzymywania oraz możliwości zastosowań sferycznych cząstek, w szczególności tych zsyntezowanych z udziałem ligniny kraft. Pozostałe 6 publikacji naukowych dotyczy otrzymywania oraz charakterystyki nowych sferycznych cząstek, otrzymanych z zastosowaniem ligniny kraft oraz związków powierzchniowo czynnych. Jako sposób syntezy zastosowano metodę miękkiego odwzorowania (z ang. *soft-templating method*) wykorzystując w tym celu: (i) chlorek heksadecylotrimetyloamoniowy, (ii) naturalne ekstrakty z *Saponaria officinalis* L. oraz z orzechów z drzewa *Sapindus mukorossi*, (iii) worodorosiarczan 1-(propoksymetylo)-1H-imidazolowy, a także (iv) chlorek choliny. Bardzo ważnym etapem było sprawdzenie, jak czas trwania procesu, stosunek wagowy prekursorów, pH środowiska reakcji oraz sposób przygotowania ligniny mają wpływ na charakterystykę mikrostrukturalną otrzymanych materiałów. W oparciu o wyniki analiz, takich jak: skaningowa (SEM) oraz transmisyjna (TEM) mikroskopia elektronowa, spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), a także analizy elementarnej oraz potencjału elektrokinetycznego potwierdzono otrzymanie sferycznych cząstek z udziałem ligniny kraft. Dodatkowo, bardzo istotnym etapem było zaproponowanie możliwości aplikacyjnych dla każdego z otrzymanych układów. Zaprezentowano zastosowanie sferycznych struktur w sektorze medycznym, do poprawy stabilności substancji leczniczej oraz jako selektywne nośniki. Ponadto, w ochronie środowiska, jako sorbenty do usuwania szkodliwych jonów metali oraz związków

organicznych, a także w biotechnologii do immobilizacji enzymów. Wybrane materiały cechują się właściwościami przeciwbakteryjnymi, szczególnie względem bakterii gram-dodatnich. Określając możliwości zastosowań wybranych układów wykorzystano zaawansowane techniki pomiarowe oraz metody analityczne.

Zaprezentowane wyniki oraz opisane zależności przedstawione w dysertacji doktorskiej umożliwiły potwierdzenie hipotezy badawczej, a tym samym udowodnienie osiągnięcie założonego celu badań. Określono warunki procesowe, które umożliwiają uzyskanie produktów o dużej homogeniczności, rozbudowanej powierzchni właściwej oraz niewielkim zakresie wielkości cząstek. Otrzymane informacje z przeprowadzonych badań, pozwalają na jednoznaczne wnioskowanie, że tematyka badawcza zaprezentowana w przedłożonej dysertacji doktorskiej jest bardzo istotna dla dalszego rozwoju nauk chemicznych. Zaproponowane możliwości zastosowań mogą potencjalnie umożliwić dalsze wsparcie sektora medycznego, a także ochrony środowiska i biotechnologii. Przedstawione uniwersalne zależności otrzymywania sferycznych cząstek mogą być podstawą do przeprowadzenia kolejnych badań umożliwiających na poprawę procesów technologicznych oraz dalszego rozwoju nowych koncepcji w nauce i przemyśle.

.....  
data i podpis autora