

# Praca dyplomowa inżynierska

## Synteza granulatu o właściwościach antybakteryjnych na bazie haloizytu modyfikowanego srebrem



**Autor: Karolina Kryszczyńska**

Nr albumu: 312154

Promotor: dr hab. inż. Andrzej Krasiński, prof. uczelni  
Opiekun pomocniczy: mgr inż. Michał Stor

Rok akademicki: 2023/2024

### Wprowadzenie

Dodatki antybakteryjne są jednym ze sposobów przeciwdziałania rozwojowi bakterii. Obejmuje to zarówno dodatki do materiałów przeciwdziałających rozwojowi kolonii bakteryjnych na różnorodnych powierzchniach materiałów, jak i ograniczenia ich rozwoju w cieczach i gazach (dodawanych bezpośrednio do oczyszczanego medium lub unieruchamianych w elementach systemów oczyszczania, np. filtrach, membranach). Perspektywa zastosowania tego kompozytu jako dodatku na włóknach filtrów wody może znacząco wydłużyć ich czas pracy i zmniejszyć prawdopodobieństwo przedostawania się mikroorganizmów do cieczy oczyszczonej w wyniku reemisji bakterii zasiedlających strukturę.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy jest synteza granulatu na bazie minerału, haloizytu, modyfikowanego srebrem, w tym opracowanie metodyki i dobór parametrów procesu wytwarzania oraz określenie jego właściwości antybakteryjnych.

Zakres pracy obejmuje:

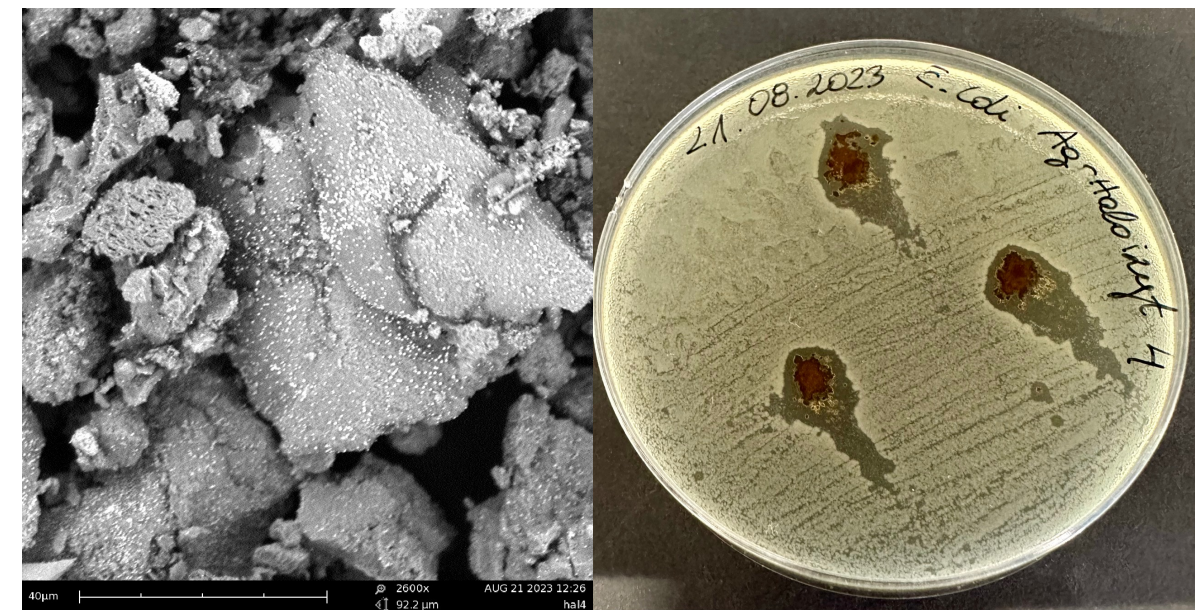
- przegląd literatury opisującej sposoby syntezy granulatu na bazie haloizytu modyfikowanego srebrem,
- przygotowanie urządzeń oraz materiałów laboratoryjnych i opracowanie metodyki przeprowadzanych badań,
- przeprowadzenie serii eksperymentów dla różnych stężeń i stosunków substratów oraz ewentualnych dodatkowych operacji,
- ocenę właściwości otrzymywanego produktu, opracowanie i analizę wyników przeprowadzonych badań.

### Część teoretyczna

W części teoretycznej opisano sposoby inhibicji wzrostu bakterii, w tym dodatki antybakteryjne tworzące aktywną warstwę antybakteryjną, ich zastosowania oraz sposoby weryfikacji właściwości bakteriostatycznych. Omówiono proces tworzenia biofilmu bakteryjnego na powierzchniach oraz biofoulingu w układach filtracyjnych, zagrożenia z nim związane oraz sposoby zapobiegania.

### Część doświadczalna

W trakcie badań przygotowano szereg wariantów kompozytu różniących się stężeniami i stechiometrią używanych substratów oraz ewentualnymi operacjami dodatkowymi (sposoby separacji, wymywania czy suszenia). Wykorzystano aktywowany w kwasie siarkowym (VI) haloizyt, trimetoksylan KH-792, azotan srebra i roztwór wodny  $\text{NaBH}_4$ . Na każdym etapie badań analizowano właściwości granulatu starannie dobierając parametry następnych syntez. Podstawowym celem było otrzymanie materiału o określonych właściwościach, analizując (i minimalizując) zużycie substratów w kontekście otrzymania zadowalających wyników analiz, jego właściwości antybakteryjnych i morfologii. Materiały zostały poddane testom inhibicji rozwoju bakterii *in vitro* na szalce Petriego oraz w kontakcie w zawiesinie z mikroorganizmami. Wykorzystano bakterie *Escherichia coli*, który to szczep jest szeroko stosowanym wskaźnikiem zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Morfologię kompozytu zbadano analizując obrazy ze skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) oraz określono skład cząstek korzystając ze spektroskopii fourierowskiej FT-IR.



Rys.1. a) Obraz SEM cząstek kompozytu, b) test bakteriostatyczny na szalce Petriego

### Wnioski

Ostateczne wyniki badań potwierdziły właściwości antybakteryjne materiału. Rezultaty testów bakteriostatycznych wykazały inhibicję proliferacji bakterii w bezpośrednim kontakcie z kompozytem na podłożu stałym. Ponadto uzyskano 100% redukcję przeżywalności mikroorganizmów po kontakcie z materiałem w zawiesinie, co świadczy o jego bardzo dobrych cechach bakteriobójczych w takich warunkach (w środowisku wodnym). Stwierdzono związek pomiędzy stosunkiem dodanych substratów a stopniem agregacji cząstek haloizytu. Na obrazach SEM potwierdzono obecność nanocząstek srebra na powierzchni minerału, od których pochodził zweryfikowany eksperymentalnie efekt antybakteryjny.