

Człowiek od początku istnienia ma stały kontakt z bakteriami, które należą do najprostszych organizmów komórkowych. Pomimo, że większość z nich może współistnieć z ludźmi we wzajemnie korzystnych relacjach (np. w postaci fizjologicznej mikroflory bakteryjnej), to jednak istnieją również bakterie patogenne, które mogą być przyczyną wielu chorób, m.in. posocznicy, zapalenia płuc, ropni, zapalenia opon mózgowych, zapalenia żołądka i jelit oraz zatrucia pokarmowego. Infekcje te wymagają szybkiego leczenia, odpowiednio dobranego do gatunku bakterii wywołującego chorobę. Ponadto stwierdza się, że biofilmy bakteryjne odpowiadają za ponad 80% przewlekłych chorób zapalnych i zakaźnych (np. zakażenie krwioobiegu związane z założonym cewnikiem) wywoływanych przez bakterie, w tym infekcje ucha, wrzody żołądkowo-jelitowe, infekcje dróg moczowych i infekcje płuc u pacjentów z mukowiscydozą. Niedawna pandemia COVID-19 spowodowana przez ciężki ostry zespół oddechowy koronawirusa 2 wykazała, że przewlekłe choroby zapalne i zakaźne (szczególnie infekcje płuc) związane z bakteriami mogą być odpowiedzialne za wysoką śmiertelność. Istnieją doniesienia, że blisko 50% zmarłych pacjentów z COVID-19 miało wtórne zakażenia bakteryjne lub współzakażenia bakteryjno-grzybicze. Z tych też powodów m.in. Międzynarodowa Organizacja Zdrowia sygnalizuje, że niezbędny jest rozwój nowych alternatywnych metod diagnostycznych, które pozwoliłyby na skuteczną walkę z bakteriami chorobotwórczymi.

Powyższe przesłanki stanowiły motywację do opracowania projektu badawczego, który skoncentrowany jest na rejestracji i integracji nowych wieloparametrycznych bio-wzorców różnych struktur formowanych przez bakterie, rozpoczynając od pojedynczych komórek, poprzez biofilmy powstające m.in. w cewnikach, a kończąc na mikro-/makro-koloniach, które są powszechnie wykorzystywane w diagnostyce mikrobiologicznej. W zależności od gatunku lub też szczepu bakterii, ich komórki, biofilmy oraz kolonie mają specyficzne właściwości morfologiczne, optyczne lub też chemiczne. Dokładna charakterystyka struktur pojedynczych komórek oraz bardziej złożonych struktur przestrzennych formowanych przez nie, może znaleźć potencjalne zastosowanie w diagnostyce mikrobiologicznej.

W tym celu przeprowadzone zostaną badania z wykorzystaniem różnych technik pomiarowych oraz obrazowych, które będą skoncentrowane na pozyskaniu nowych wzorców, czyli tzw. „optycznych i chemicznych odcisków palców” bakterii. Za pomocą cyfrowej mikroskopii holo-tomograficznej możliwe będzie zrekonstruowanie trójwymiarowego rozkładu przestrzennego współczynnika załamania światła, który jest charakterystyczny dla danych gatunków/szczepów bakterii. Jest to dość nowa technika i tego rodzaju pomiary nie zostały jeszcze wykonane. Technika koherentnej tomografii optycznej zostanie wykorzystana do pomiaru morfologii, czyli geometrii przestrzennej wielokomórkowych struktur formowanych przez bakterie. Techniki obrazowania spektralnego wraz z wynikami uzyskanymi dzięki koherentnej tomografii optycznej zostaną wykorzystane do charakterystyki przestrzennego rozkładu właściwości absorpcyjnych struktur bakteryjnych, które są zależne od właściwości absorpcyjnych samych komórek, jak również produkowanego przez nie materiału zewnątrzkomórkowego, którego skład chemiczny zależy od preferencji metabolicznych danego gatunku/szczepu bakterii. Ponadto, techniki mikroskopii i spektroskopii w podczerwieni pozwolą na dokładną analizę składu chemicznego struktur bakteryjnych. Analiza porównawcza wyników uzyskanych z tych wszystkich technik pomiarowych pozwoli na złożoną wieloparametryczną charakteryzację właściwości morfologicznych, optycznych i chemicznych zawartych w zarejestrowanych bio-wzorcach bakterii w celu ich różnicowania. Ponadto, zbadana zostanie możliwość wykorzystania tych wzorców do analizy efektywności działania czynników antybakteryjnych poprzez wykazanie ich wpływu na zmianę cech zarejestrowanych wzorców bakterii.

Pozytywne wyniki projektu mogą przyczynić się do zaproponowania nowych narzędzi diagnostycznych umożliwiających bardziej złożoną i kompleksową diagnostykę mikrobiologiczną skoncentrowaną nie tylko na różnicowanie bakterii, ale również prowadzeniu badań nad nowymi środkami ich zwalczania. Przyczynić się to może do ograniczenia ryzyka rozprzestrzeniania się lekoopornych szczepów bakterii oraz wynikających z ich obecności zagrożeń dla zdrowia i życia człowieka.