

Kontrola biokompatybilności, efektywności terapeutycznej oraz zdolności nowoczesnych materiałów opatrunkowych do inteligentnej odpowiedzi na dynamicznie zmieniające się mikrośrodowisko rany pozostaje jednym z kluczowych wyzwań w dziedzinie zaawansowanych biomateriałów. Aktualnie dostępne rozwiązania opierają się w dużej mierze na pasywnych polimerach syntetycznych oraz toksycznych czynnikach sieciujących, co znacząco ogranicza ich potencjał kliniczny oraz budzi obawy w zakresie bezpieczeństwa środowiskowego i biologicznego.

Wobec tego istnieje pilna potrzeba opracowania **inteligentnych, biofunkcjonalnych materiałów nowej generacji, które łączyłyby biodegradowalność, aktywność biologiczną oraz zdolność do selektywnej i adaptacyjnej odpowiedzi na bodźce fizjologiczne i egzogenne** – takie jak zmiany pH, obecność patogenów, wahania temperatury czy ekspozycja na światło.

Celem niniejszego projektu jest zaprojektowanie i synteza **wielofunkcyjnych, biozgodnych materiałów opatrunkowych, które będą oparte na synergicznym połączeniu naturalnych polisacharydów, bioaktywnych fitozwiązków oraz nanostrukturalnych komponentów białkowych**. Każdy z komponentów zostanie zaprojektowany tak, aby pełnił określoną funkcję: strukturalną, przeciwdrobnoustrojową lub regeneracyjną – w ramach zintegrowanego systemu o działaniu teranostycznym. Kluczowym elementem innowacyjności będzie zastosowanie nietoksycznych, biozgodnych czynników sieciujących na bazie modyfikowanych białek, umożliwiających precyzyjną kontrolę właściwości mechanicznych, tempa biodegradacji oraz mikroarchitektury materiału bez użycia potencjalnie szkodliwych reagentów chemicznych. Zostaną również wprowadzone fotoreaktywne komponenty, takie jak fotosensybilizatory oraz światłoczułe środki sieciujące, umożliwiające kontrolowane czasowo i przestrzennie aktywowanie funkcji terapeutycznych. Dzięki tym właściwościom opracowany materiał będzie zdolny do dynamicznego reagowania na zmiany stanu rany – na przykład przez aktywację działania przeciwdrobnoustrojowego wyłącznie w obecności infekcji. Ostatecznie uzyskany **opatrunek będzie całkowicie biodegradowalny, bezpieczny oraz zdolny do adaptacyjnego dostosowywania się do poszczególnych faz procesu gojenia**. Do chwili obecnej nie istnieje materiał opatrunkowy, który w sposób holistyczny łączyłby funkcję biologicznie aktywną, responsywność na otoczenie oraz integralność strukturalną, co wskazuje na znaczącą lukę w aktualnym stanie wiedzy.

Projekt będzie realizowany przez interdyscyplinarny zespół badawczy o udokumentowanym dorobku naukowym w zakresie inżynierii biomateriałów do zastosowań w leczeniu ran. **Grupa posiada ekspercką wiedzę w zakresie modyfikacji polisacharydów i białek, a także w projektowaniu i badaniu fotosensybilizatorów**, czego odzwierciedleniem są liczne publikacje w renomowanych czasopismach naukowych. Zespół dysponuje rozbudowanym zapleczem aparaturowym, obejmującym m.in. ATR-FTIR, spektroskopię UV-Vis, SEM, goniometr kontaktowy, spektrofлуorymetr, analizator tekstury i liofilizatory. Dzięki współpracy z Wydziałem Farmaceutycznym dostępne są również zaawansowane techniki analityczne, takie jak HPLC, spektrometria masowa oraz badania stabilności w komorach klimatycznych. Wsparcie Wydziału Fizyki umożliwi zastosowanie technik mikroskopii fluorescencyjnej, a Laboratorium Analiz Instrumentalnych (PAI) zapewnia dostęp do aparatury SEM, TEM, NMR i analiz termicznych (TGA-DTA).

Projekt zakłada również szeroko zakrojoną współpracę interdyscyplinarną z innymi dziedzinami nauki. Specjaliści z zakresu nauk farmaceutycznych będą odpowiedzialni za ocenę biozgodności i kinetyki uwalniania substancji aktywnych, biolodzy – za badania mikrobiologiczne, analizy cytotoksyczności i ocenę odpowiedzi komórkowych *in vitro*, a eksperci z dziedziny nauk o środowisku – za ocenę biodegradowalności, ekotoksyczności i wpływu na środowisko naturalne. Fizyków zaangażuje się w analizę strukturalną i badania fotoreaktywności materiałów, natomiast ekonomiści przeprowadzą analizy kosztów, dostępności surowców oraz potencjału komercjalizacji. Zespół prawny zapewni natomiast wsparcie w zakresie ochrony własności intelektualnej, zgodności regulacyjnej oraz przygotowania materiałów do wdrożenia klinicznego.

