

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Hydrożelem nazywamy trójwymiarową, usieciowaną sieć łańcuchów hydrofilowych polimerów, posiadającą zdolność do pochłaniania dużych ilości wody. Hydrożele znane są ze swoich niezwykle korzystnych właściwości, takich jak intensywne pęcznienie, duża zawartość wody, wysoce porowata trójwymiarowa struktura, biokompatybilność, przez co tworzą środowisko przyjazne komórkom. Polisacharydy (m. in. chitozan) są jednymi z najbardziej rozpowszechnionych biopolimerów w przyrodzie. Ich wysoka biogodność, biodegradowalność, hydrofilowy charakter oraz niska cena wynikająca z dużej dostępności czynią z nich doskonałe materiały do produkcji hydrożeli. Ze względu na łatwość kontrolowania ich właściwości, hydrożele na bazie chitozanu są szeroko badane pod kątem wielu zastosowań medycznych – w głównej mierze jako biomateriały do regeneracji tkanki kostnej, chrzęstnej oraz skóry. Dzięki łatwości modyfikacji składu, do struktury hydrożeli często wprowadzane są różne składniki biologicznie aktywne (np. bioaktywne szkła czy ekstrakty roślinne). Bioaktywne szkła (BGs) posiadają zdolność do tworzenia trwałego wiązania z kością, kontrolowaną degradację i łatwość modyfikacji jonami terapeutycznymi. Są również biokompatybilne i mogą wykazywać właściwości osteokonduktywne i osteoindukcyjne (stymulacja regeneracji i wzrostu kości), co umożliwia ich zastosowanie w inżynierii tkankowej. Również rośliny są cennym źródłem substancji biologicznie czynnych, które pozytywnie wpływają na organizm człowieka. Fitozwiązki, łatwo ekstrahowane z różnych roślin (takich jak granat), zyskują coraz większe zainteresowanie ze względu na szereg korzyści zdrowotnych, takich jak właściwości przeciwutleniające, przeciwdrobnoustrojowe i przeciwzapalne. Udowodniono, że ekstrakt z owoców granatu wspomaga walkę z chorobami takimi jak nowotwory, zaburzenia sercowo-naczyniowe, cukrzyca, AIDS i choroba Alzheimera.

Uzyskanie odpowiednich właściwości hydrożeli chitozanowych w głównej mierze zależy od sposobu i stopnia ich usieciowania. Substancjami najczęściej wykorzystywanymi w celu sieciowania biopolimerów są dialdehydy, które mogą wykazywać działanie cytotoksyczne względem ludzkich komórek. Dlatego naukowcy poszukują obecnie coraz to nowszych rozwiązań. Ciekawym i nowatorskim podejściem jest funkcjonalizacja polisacharydów – glikozaminoglikanów (GAGs) grupami aldehydowymi, co pozwala na wykorzystanie ich jako biokompatybilnych substancji sieciujących chitozan. Reaktywne grupy aldehydowe są zdolne do tworzenia silnych i trwałych wiązań chemicznych z grupami aminowymi (obecnymi w chitozanie) i sieciowania go za pomocą formujących się zasad Schiffa. Ponadto obecność BGs może również poprawić proces sieciowania hydrożeli. W środowisku wodnym jony nieorganiczne (np. Ca^{2+} czy B^{3+}) uwalniane ze struktury BGs mogą oddziaływać z określonymi grupami funkcyjnymi w chitozanie, poprzez tworzenie wiązań chemicznych i oddziaływań fizycznych, a zatem uczestniczyć w procesie sieciowania. **Dlatego określenie i scharakteryzowanie różnych mechanizmów sieciowania hydrożeli chitozanowych jest niezwykle ważnym zagadnieniem, które wciąż nie jest w pełni poznane.**

Głównym celem niniejszego projektu jest zbadanie wpływu bioaktywnych szkieł o mocno zróżnicowanym składzie chemicznym na proces sieciowania hydrożeli chitozanowych oraz wyjaśnienie i opisanie mechanizmów zachodzących procesów. Do sieciowania hydrożeli i wytworzenia trójwymiarowej, usieciowanej struktury zostaną wykorzystane funkcjonalizowane polisacharydy. Ze względu na potencjalne zastosowanie hydrożeli (regeneracja ubytków kostno-chrzęstnych), wybranymi polisacharydami będą GAGs, które odgrywają ważną rolę w regeneracji chrząstki stawowej. **Drugim równie ważnym celem** projektu jest opracowanie materiałów w różnych formach – wysoce porowatych rusztowań, hydrożeli wstrzykiwalnych oraz spersonalizowanych struktur wytwarzanych za pomocą druku 3D. Każda postać otrzymanych materiałów może pełnić rolę nośnika substancji biologicznie czynnych i mieć potencjał do zastosowania w leczeniu ubytków kostno-chrzęstnych. Takie rozwiązanie pozwoli na zastosowanie materiałów o identycznym składzie chemicznym w różnych przypadkach klinicznych. **W projekcie proponujemy nowe spojrzenie na szkła bioaktywne, nie tylko jako dodatków funkcjonalnych, ale także jako składników materiałów hydrożelowych, które odgrywają ważną rolę w procesie ich sieciowania.**

Szerokie spektrum wyznaczonych w projekcie celów ma dostarczyć odpowiedzi na pytanie dotyczące wpływu BGs (przy obecności funkcjonalizowanych polisacharydów) na proces sieciowania chitozanowych hydrożeli. Planowane badania mają na celu ocenę możliwości projektowania hydrożeli w różnych formach (od porowatych, liofilizowanych rusztowań, poprzez materiały wstrzykiwalne, po zaawansowane formy przestrzenne wytwarzane metodą druku 3D i biodruku) dzięki odpowiedniemu doborowi bioaktywnych szkieł o różnym składzie. **Sądzymy, że BGs i ekstrakt z granatu poprawią stopień usieciowania chitozanowych hydrożeli sieciowanych zasadami Schiffa, a także pozwolą na uzyskanie szerokiego spektrum aktywności biologicznej.**