

W ostatnich latach, dwutlenek węgla - główny gaz cieplarniany zwraca coraz większą uwagę ze względu na implikacje jego emisji na problem zmian klimatycznych. Znaczny wysiłek kieruje się w celu rozwoju nowych metod fizycznych i chemicznych służących jego sekwestracji. Spośród znanych metod znaczenie przemysłowe ma eksploatowana od wielu lat metoda absorpcji CO₂ w ciekłych roztworach amin. Stosowane w tym celu są głównie alkanoloaminy takie jak monoetanolamina. Podczas procesu absorpcji cząsteczki amin w roztworach wodnych reagują z CO₂, z utworzeniem związków rozpuszczalnych w wodzie.

Alternatywy dla systemów przemysłowych powinny być materiały pozwalające na selektywną absorpcję dwutlenku węgla bezpośrednio z powietrza, które tonażowo zawiera znacznie więcej tego surowca. Jednak ze względu na niskie stężenie CO₂ w atmosferze (ok. 400 ppm), wychwytywanie go jest pozostaje wyzwaniem dla badaczy zajmujących się syntezą nowych materiałów absorpcyjnych. Ostatnio pojawiły się doniesienia o zastosowaniu w tym celu ziół polimerowych zawierających ugrupowania amoniowe. Pozwalają one na selektywną absorpcję CO₂ z atmosfery i są szczególnie atrakcyjne ze względu na możliwość sterowania procesami absorpcji/desorpcji wyłącznie na zasadzie zmiany wilgotności środowiska. W tym przypadku CO₂ jest wiązany w postaci jonów wodorowców glanowych i w glanowych. Dla niniejszego projektu tego typu wytwórcy szczególnie interesujące ze względu na obecność dwóch składników: jonów wodorowców glanowych (będących rodzajem wiązania w glanowych) oraz immobilizowanych jonów amoniowych (będących katalizatorami reakcji syntezy cyklicznych w glanów z oksiranów i CO₂).

W naszym laboratorium od lat prowadzone są badania nad syntezą i właściwościami cyklicznych w glanów i zastosowaniem ich do syntezy związków wielkocząsteczkowych o unikalnych właściwościach fizykochemicznych. Rezultatem tych prac jest m.in. opracowanie metod syntezy oligomerów glanodiolu do produkcji poliuretanów, polimerów o ściśle określonej budowie, polimerów biodegradowalnych, polimerów hiperrozgałęzionych jako nośników leków i biomateriałów oraz poliuretanów bezizocyjanianowych. W związku z tymi pracami kluczową rolę odgrywają cykliczne w glany. Stanowią one cenne źródło wiązania w glanowych, wprowadzanych do łańcuchów polimerowych. Z tego względu jest poszukiwane nowych metod ich syntezy w oparciu o tanie i łatwo dostępne surowce.

Celem projektu jest opracowanie materiałów polimerowych zdolnych do pozyskiwania dwutlenku węgla z gazów atmosferycznych i przetworzenia go w użyteczne cząsteczki organiczne – cykliczne w glany. Proponowane materiały będą posiadały jednocześnie cechy absorbentu CO₂ i katalizatora addycji CO₂ do oksiranów. Złote polimerowe poddane ekspozycji na obecny w atmosferze CO₂ zdolne będą do tymczasowego (odwracalnego) jego wiązania, następnie umieszczone w reaktorze w obecności tlenków olefin lub innych związków małych cząsteczkowych, np. halogenohydryny do jego uwolnienia i katalizacji reakcji addycji w celu utworzenia organicznych w glanów. W glany te są wykorzystywane jako nietoksyczne rozpuszczalniki, mogą one stanowić cenny dodatek do paliw lub zostać wykorzystane w syntezie polimerów o unikalnych właściwościach fizykochemicznych o dużym potencjale do zastosowań biomedycznych.

Jako platforma do syntezy układów polimerowych wykorzystane zostaną poliglicerole – silnie rozgałęzione makrocząsteczki otrzymywane w wyniku polimeryzacji glicydołu lub jego „zielonego” odpowiednika – w glanu glicerolu. Związki te charakteryzują się sferycznym, zbliżonym do dendrymerów budową i dużą ilością hydroksylowych grup funkcyjnych w sferze zewnętrznej makrocząsteczki. Stanowią one doskonałą platformę do przyłączania podstawników mogących pełnić w tym samym czasie różne, wcześniej określone funkcje. Grupy funkcyjne odpowiedzialne za absorpcję CO₂ i katalizację reakcji addycji zostaną wprowadzone do struktury poliglicerolu na drodze kopolimeryzacji z odpowiednimi monomerami lub modyfikacji istniejącej matrycy polimerowej. Pozostałe w strukturze grupy hydroksylowe zostaną wykorzystane w celu modyfikacji właściwości fizykochemicznych polimeru. Jednym z możliwości jest wprowadzenie grup wiązających rozpuszczalno CO₂ w polimerze. Bazując na doświadczeniach z wcześniej realizowanych projektów badawczych wytypowane zostały grupy o wiązającym dwutlenku węgla. Planowane jest wbudowanie takich podstawników (np. siloksanowych) do struktury wielofunkcyjnego materiału polimerowego w celu poprawy dyfuzji CO₂ do jego wnętrza. Otrzymane materiały zostaną scharakteryzowane pod względem struktury oraz efektywności absorpcji CO₂ oraz katalizacji reakcji otrzymywania cyklicznych w glanów.

Realizacja projektu pozwoli na syntezę użytecznych związków chemicznych bazujących na ogólnodostępnych zasobach powszechnie uznanych za uciążliwy gaz cieplarniany. Skala potencjalnego zastosowania efektów realizacji projektu nie pozwoli prawdopodobnie na znacząco obniżenie zanieczyszczenia atmosfery dwutlenkiem węgla. Natomiast jest krokiem w kierunku poszukiwania nowych źródeł surowców odnawialnych i metod ich wykorzystania.