

**Celem projektu jest wytworzenie bioproduktów** o zastosowaniu rolniczym z biomasy makroalg, które umożliwią łagodzenie niekorzystnych zmian, które zachodzą w środowisku. Produkcja żywności we współczesnym świecie w znacznym stopniu jest uzależniona od zmian klimatycznych oraz zanieczyszczenia środowiska, w tym gleby, na skutek działalności antropogenicznej. Należy więc podejmować działania, które umożliwią produkcję zdrowej i jakościowej żywności w niekorzystnych warunkach środowiskowych.

W ramach projektu jako surowiec do wytwarzania bioproduktów zostanie wykorzystana biomasa **makroalg**, zarówno **morskich** (zebranych z wybrzeża Morza Bałtyckiego), jak i **słodkowodnych** (zebranych ze stawów/jezior). Biomasa ta jest efektem **eutrofizacji zbiorników wodnych**, powodowanej wzrostem stężenia jonów azotu i fosforu w wodzie, które pochodzą głównie z nawozów mineralnych. Wykorzystanie tej biomasy do celów rolniczych pozwoli na zawrót do gleby cennych dla roślin makroskładników. Biomasa ta z jednej strony stanowi odpad, z drugiej zaś źródło wielu związków aktywnych, które mogą wspomagać wzrost roślin oraz poprawiać właściwości fizykochemiczne gleby. Produkty na bazie makroalg zostaną wytworzone na drodze **procesów termochemicznych** (bez dostępu tlenu) – **toryfikacja** (~200–300 °C) i **piroliza** (~350–900 °C) oraz **hydrotermalnych** (180–250 °C pod zwiększonym ciśnieniem). Otrzymane **biowęgiel** i **hydrowęgiel** w pierwszym etapie badań zostaną scharakteryzowane i porównane pod kątem ich składu chemicznego oraz właściwości z wykorzystaniem licznych technik (np.: ICP-OES, XRF, FTIR, TGA, SEM-EDX, BET, itd.). Potencjał aplikacyjny otrzymanych bioproduktów zostanie zweryfikowany w **doświadczeniu wazonowym na roślinach**. Zostaną one zastosowane jako **dotatki doglebowe**, zarówno do gleby naturalnej, jak i gleby skażonej metalami ciężkimi. Biowęgiel i hydrowęgiel dzięki właściwościom sorpcyjnym, mają zdolność wiązania jonów metali ciężkich w glebie, ograniczając ich dostępność dla uprawianych roślin, co pozwoli na uprawę roślin o nieznacznej zawartości metali ciężkich, które można następnie wykorzystać przykładowo do celów rolniczych. Ponadto, biowęgiel i hydrowęgiel znane są ze swojego pozytywnego wpływu na **właściwości fizykochemiczne gleby** (zdolność do retencji i wymiany substancji pokarmowych w glebie, poprawa retencji wody, wspomaganie wchłanianie składników odżywczych przez rośliny, wspomaganie aktywności mikrobiologicznej), **wzrost i plony roślin** oraz **środowisko** (sekwestracja węgla, redukcja emisji gazów cieplarnianych (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) czy ograniczenie wymywania pierwiastków z gleby). Wpływ ten zostanie zweryfikowany w zaplanowanych doświadczeniach na roślinach, u których zostaną zmierzone parametry biometryczne i fizjologiczne, a dzięki współpracy międzynarodowej z **Palacky University Olomouc (Faculty of Science, Laboratory of Growth Regulators, Olomouc, Czechy)** również parametry biochemiczne, takie jak zawartość fitohormonów roślinnych. Analizy te mogą pozwolić wyjaśnić mechanizm działania testowanych bioproduktów na rośliny. Dane literaturowe wskazują, iż wykorzystanie makroalg jako surowca do produkcji biowęgla/hydrowęgla, porównanie ich właściwości fizykochemicznych i zbadanie potencjału aplikacyjnego jest niedostatecznie poznane.

W ramach projektu zaplanowano również **zwiększenie funkcjonalności otrzymanego biowęgla/hydrowęgla** poprzez ich **aktywację i modyfikację**. W tym celu wytworzone bioprodukty zostaną poddane aktywacji chemicznej, z użyciem wodorotlenku potasu oraz modyfikacji z wykorzystaniem plazmy niskotemperaturowej czy nanocząstek tlenków metali. Otrzymane w ten sposób produkty makroalgowe będą się charakteryzować większą powierzchnią właściwą, większą porowatością oraz pojemnością sorpcyjną, co może być korzystne w kontekście immobilizacji zanieczyszczeń w glebie. Badania sorpcyjne w układzie wodnym z wykorzystaniem wyjściowego biowęgla/hydrowęgla i ich zaktywowanych/zmodyfikowanych form pozwolą na porównanie ich zdolności do usuwania jonów metali ciężkich.

Jednym z głównych założeń projektu jest stosowanie koncepcji **gospodarki o obiegu zamkniętym**, która pozwala na wykorzystanie odpadów jako surowców do następnego procesu. Dlatego też, pozostałość ciekła po hydrotermalnej karbonizacji odpadowej biomasy makroalg, stanowiąca źródło związków aktywnych, zostanie wykorzystana jako **biostymulator wzrostu roślin**. Produkty te są szczególnie skuteczne, gdy rośliny są narażone na stres abiotyczny, jak na przykład gleba skażona metalami ciężkimi. Frakcja ta, ze względu na swój skład chemiczny zostanie również wykorzystana w **biosyntezie nanocząstek tlenków metali**, które zostaną wykorzystane do modyfikacji otrzymanego biowęgla/hydrowęgla.

Zastosowanie produktów na bazie biomasy makroalg w rolnictwie może mieć pozytywny wpływ na glebę, roślinę i środowisko, co w konsekwencji umożliwi produkcję zdrowej żywności o wysokiej jakości, przy ograniczonym stosowaniu tradycyjnych agrochemikaliów. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń zostanie wybrany produkt – biowęgiel lub hydrowęgiel, naturalny lub też aktywowany/modyfikowany, z biomasy makroalg morskich lub słodkowodnych, który w największym stopniu wpływa pozytywnie na wzrost roślin uprawianych w glebie naturalnej oraz skażonej metalami ciężkimi, ich skład chemiczny oraz populację mikroorganizmów w ryzosferze. Zaproponowane rozwiązanie wpisuje się więc w założenia **zrównoważonego rolnictwa**, a **narzędzie inżynierii chemicznej**, takie jak termochemiczne oraz hydrotermiczne metody przetwarzania biomasy odpadowej umożliwiają zrealizowanie tych celów. Wyniki uzyskane w ramach przedłożonego projektu mogą być zastosowane w każdym kraju, który dotyka proces eutrofizacji i jest narażone na niekorzystne warunki środowiskowe, które ograniczają produkcję roślinną.