

Głównym celem projektu jest opracowanie innowacyjnej, katalityczno-termicznej i przyjaznej dla środowiska metody wytwarzania sztucznych kwasów huminowych (HLAs) z biomasy odpadów rolniczych i leśnych. Preparaty te będą stanowiły podstawę do produkcji efektywnych kondycjonerów poprawiających właściwości chemiczne, fizyczne i mechaniczne gleb zanieczyszczonych Pb i Cd. W szczególności, HLAs mogłyby modyfikować mobilność i biodostępność metali ciężkich, poprawiać strukturę i poziom węgla organicznego gleb. Proponowana koncepcja opiera się na połączeniu procesów torfikacji i utleniania katalizowanego przez przyjazne środowisku i ekonomiczne materiały na bazie żelaza, inicjujące procesy typowe dla reakcji Fentona i Maillarda prowadzące do konwersji biomasy do HLAs.

Projekt będzie realizowany w okresie 36 miesięcy, w trzech głównych etapach zawierających łącznie osiem zadań badawczych. W pierwszej części przeanalizowane zostaną właściwości ośmiu różnych biomas pochodzenia rolniczego i leśnego. Dwie biomasy, charakteryzujące się optymalnymi właściwościami zostaną wybrane do opracowania innowacyjnej metody produkcji HLAs. Procedura zostanie zoptymalizowana pod kątem zróżnicowanych parametrów procesowych. Metoda prowadząca do otrzymania HLAs o najlepszych właściwościach i wydajności będzie zastosowana do uzyskania większych ilości preparatów, które zostaną wykorzystane do badań w dalszych etapach projektu. Działanie wybranych kondycjonerów HLAs zostanie poddane ocenie w eksperymentach z udziałem pięciu gleb zanieczyszczonych Pb i Cd wykazujących zróżnicowanie w składzie granulometrycznym. Przewiduje się, że właściwości teksturalne gleby mogą być kluczowym czynnikiem determinującym funkcjonowanie i skalę działania HLAs. Badania wpływu preparatu na glebę prowadzone będą dwutorowo. W pierwszym wariancie zbadany zostanie efekt HLAs na strukturę, właściwości fizykochemiczne i mechaniczne gleb. Jednocześnie w kolejnych doświadczeniach, oceniany będzie wpływ HLAs na mobilność metali ciężkich i właściwości sorpcyjne gleby. Dodatkowo, podjęta zostanie próba wyjaśnienia chemizmu oddziaływań jonów Pb i Cd z HLAs w różnych warunkach pH. Ostatnim etapem projektu będzie analiza wpływu wybranych preparatów HLAs na wzrost roślin na glebach zanieczyszczonych Pb i Cd. Badania prowadzone będą z wykorzystaniem nowoczesnych technik instrumentalnych m.in.: porozymetrii rtęciowej, adsorpcji par lub gazów, badań wytrzymałości mechanicznej agregatów, analizy elementarnej, miareczkowania potencjometrycznego, techniki dynamicznego rozpraszania światła, termograwimetrii sprzężonej ze spektrometrią mas i podczerwieni, techniki elektrod jonoselektywnych, a także spektroskopii fluorescencyjnej, UV-Vis i AAS.

Nowatorski charakter projektu opiera się na opracowaniu innowacyjnej, katalityczno-termicznej i przyjaznej dla środowiska metody wytwarzania HLAs z biomasy odpadowej. Zastosowana koncepcja badawcza uwzględnia szereg kompleksowych działań, mających na celu optymalizację wydajności i jakości produktu końcowego. Działania badawcze reprezentować będą pełną ścieżkę analityczną od doboru optymalnej biomasy, aż do oceny oddziaływania produktu na końcowych „beneficjentów”, tj. glebę i roślinę. Po raz pierwszy badania przeprowadzone zostaną z użyciem złożonych substratów (nie czystej ligniny) tj. zróżnicowanej biomasy, dla bardzo szerokiej gamy parametrów procesowych, jak również w kontekście wykorzystania HLAs jako organicznego kondycjonera do poprawy jakości różnych gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Opracowana metoda będzie stanowiła ważny i co istotne, przyjazny dla środowiska krok ku rozwiązaniu problemu zagospodarowania biomasy odpadowej. Wyniki projektu przyczynią się do rozwoju różnych dziedzin nauki. W szczególności będą one cenne dla:

- a) Ochrony środowiska i ekotoksykologii: Badania nad nowym kondycjonerem przyczynią się do znalezienia skutecznego rozwiązania w zakresie rekultywacji gleb zanieczyszczonych metalami. Uzyskane dane pozwolą zrozumieć mechanizmy interakcji metali ciężkich z HLAs, co będzie pomocne w optymalizacji zastosowania HLAs do efektywnego ograniczania biodostępności metali;
- b) Zrównoważonego rolnictwa: Opracowany preparat może wykazywać duży potencjał jako skuteczny stymulator wzrostu roślin i organiczny kondycjoner poprawiający właściwości gleby. Preparat będzie również pomocny w mitygacji nadmiernej utraty węgla organicznego w glebie;
- c) Badań nad ekologicznymi technologiami efektywnego zagospodarowania biomasy: Badania będą miały potencjał do dalszego rozwoju w skali przemysłowej. Za szerszym zastosowaniem metody przemawiać będzie: niewielka (katalityczna) ilość nietoksycznych związków żelaza, wysoka wydajność, prostota, niski koszt i brak lub małe ilości toksycznych produktów ubocznych. Korzystnym aspektem rozwoju tej technologii jest także szeroka dostępność biomasy rolniczej i leśnej.