

Celem projektu będzie zbadanie roli wybranych stabilizatorów organicznych i nieorganicznych w wadze zanieczyszczonej frakcji metali ciężkich w glebie w warunkach laboratoryjnych oraz w doświadczeniu polowym. Przeprowadzona zostanie ocena wpływu wprowadzonych do gleby dodatków na różnorodność funkcjonalną i strukturalną mikroorganizmów glebowych. Ekotoksykologiczny stan gleby stał się jednym z najważniejszych problemów środowiskowych na świecie, szczególnie na obszarach silnie zurbanizowanych i uprzemysłowionych. Według raportu o stanie środowiska Europejskiej Agencji Środowiska w roku 2010 w Europie istniało około 3 mln miejsc stanowiących potencjalne źródła emisji zanieczyszczeń, szczególnie metali ciężkich i oleju mineralnego. Polska jako jeden z krajów członkowskich Unii Europejskiej rozwija koncepcję zrównoważonego użytkowania ziemi oraz jej ochrony przed degradacją i zanieczyszczeniami.

Ze względu na dużą ilość obszarów chronionych, których wykorzystywanie jest ograniczone, istotne staje się oczyszczanie i rewitalizacja terenów zanieczyszczonych, przemysłowych, a następnie przystosowanie ich do różnych celów społecznych i gospodarczych. Dlatego też obecnie wdrażają się innowacyjne technologie środowiskowe, zmierzające do przywrócenia bioróżnorodności na terenach poddanych działalności antropogenicznej. Ochrona gleb jest ważną dołączoną do międzynarodowych konwencji ochrony innych elementów środowiska w ramach Agendy 21 ONZ (United Nations, 1992) oraz w projekcie dokumentu Komisji Europejskiej „W Kierunku Strategii Ochrony Gleb” (COM 2002 179 final, Brussels 16.4.2002 – Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee – Towards Thematic Strategy for Soil Protection) dla Rady i Parlamentu Europejskiego.

Chociaż zanieczyszczenie gleb metalami występuje w Polsce lokalnie i dotyczy przede wszystkim obszarów uprzemysłowionych, to jednak w wielu regionach, szczególnie w ścisłym mieście dawnych i obecnych źródeł emisji, stwierdzono przekroczenie wartości dopuszczalnych określonych w standardach jakości gleb i ziem. Wysoka toksyczność metali ciężkich narzuca potrzebę usuwania ich z zanieczyszczonej gleby z wykorzystaniem małoinwazyjnych rozwiązań remedacyjnych (GRO, ang. „gentle” remediation options).

Obecnie techniczny proces oczyszczania gleb można realizować *in situ* – w miejscu, gdzie nastąpiło zanieczyszczenie lub *ex situ* – poza miejscem zanieczyszczenia, w stacjonarnym zakładzie oczyszczania gleb. Procesy te obejmują wypłukiwanie, wymywanie i ekstrakcję metali, usuwanie elektrokinetyczne i elektrochemiczne, utlenianie chemiczne lub odparowanie zanieczyszczeń lotnych (desorpcja termiczna). Metody fizykochemiczne oczyszczania gleb z metali budzą wiele zastrzeżeń, ponieważ są stosunkowo drogie, mogą prowadzić do zwiększenia toksycznego efektu metali na organizmy oraz powodować radykalne zmiany w strukturze i jakości gleby. W wielu badaniach prowadzonych na świecie do nadziei i zainteresowanie w usuwaniu nadmiaru metali z gleby wzbudza przyjazne dla środowiska metody fitoremediacji. Dzięki użyciu roślin do zmniejszenia toksycznego wpływu lub usunięcia zanieczyszczeń z gleby, są one technologiami tańszymi od metod fizykochemicznych, bardziej ekologicznymi i mniej inwazyjnymi. Spośród nich fitostabilizacja i wspomaganą fitostabilizacja wydają się być najbardziej obiecującymi strategiami w rekultywacji terenów zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Fitostabilizacja jest uważana za skuteczną, nieinwazyjną, stosunkowo taną i społecznie akceptowalną metodę rekultywacji obszarów zdegradowanych i zdewastowanych działalnością przemysłową. Polega ona na zastosowaniu roślin w celu utworzenia zwartej pokrywy roślinnej na powierzchni gleby i stymulacji sorpcji frakcji bioprzywzwalnej metali ciężkich. Dodatkowo rośliny pełnią funkcję ochronną, przeciwozyjną oraz modyfikują gospodarkę wodną gleby zmniejszając zagrożenie wypłukiwania metali. Z kolei w fitostabilizacji wspomaganą dodatkowym zabiegiem jest wprowadzenie do gleby mineralnych lub organicznych materiałów o dużej pojemności sorpcyjnej, które wzmacniają efekt wiązania mobilnej frakcji metali ciężkich, zmniejszając tym samym ich biodostępność i toksyczność.

Ze względu na to, że tradycyjne metody fizykochemiczne rekultywacji gleb o wysokim stężeniu metali ciężkich są mało efektywne i znacząco ingerują w środowisko planuje się w podjętych badaniach wykorzystać do tego celu fitostabilizację wspomaganą. Fitostabilizacja wspomaganą stanowi połączenie fitostabilizacji ze wstępnie chemiczną immobilizacją metali ciężkich przy użyciu różnych materiałów organicznych i nieorganicznych wprowadzanych do gleby. W badaniach wykorzystana zostanie gleba silnie zanieczyszczona Zn ($4506 \pm 66 \text{ mg kg}^{-1} \text{ s.m.}^{-1}$), Pb ($1291 \pm 66 \text{ mg kg}^{-1} \text{ s.m.}^{-1}$) i Cd ($85 \pm 2,53 \text{ mg kg}^{-1} \text{ s.m.}^{-1}$), pobrana z warstwy powierzchniowej (0–30 cm) skałonego terenu dawnego zakładu górniczo-hutniczego „Orzeł Biały” na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (GOP). Do skałonej tymi metalami gleby wprowadzone zostaną w charakterze stabilizatorów metali ciężkich trzy preparaty: bentonit sodowy, kompost z odpadów zielonych oraz wyłoki jako odpad procesu wodnej ekstrakcji kawy zbożowej, w stężeniu 10% kawy. Z kolei jako fitostabilizator zastosowanie znajdzie trawa kostrzewa trzcinowa *Festuca arundinacea* (Asterix). Połączenie analiz fizykochemicznych z biologicznymi jest konieczne, aby uzyskać odpowiedź, czy zastosowana strategia zapewni osiągnięcie zamierzonego celu. Analizy fizykochemiczne próbek glebowych obejmują między innymi oznaczenia: odczynu pH, wilgotności, zawartości węgla organicznego, stężenia frakcji całkowitej i biodostępnej metali ciężkich. Dodatkowo przeprowadzone zostaną analizy fizykochemiczne tkanek roślinnych, które obejmują między innymi oznaczenia: stężenia frakcji całkowitej metali ciężkich oraz suchej masy. Na potrzeby oceny wpływu zastosowanych stabilizatorów na populację mikroorganizmów w rekultywowanej glebie wykonane będą również analizy mikrobiologiczne obejmujące oznaczenia: suchej biomasy bakterii i grzybów oraz aktywności wybranych enzymów glebowych (dehydrogenaz, fosfatazy kwaśnej i zasadowej oraz ureazy). Różnorodność funkcjonalną mikroorganizmów analizowana będzie za pomocą systemu Biolog® i 96-dółkowych mikroplitek EcoPlates™. Z kolei bioróżnorodność strukturalną zespołów mikroorganizmów oceniana będzie przez amplifikację bakteryjnych genów kodujących 16S rDNA i grzybowych regionów ITS i rozdział otrzymanych produktów PCR metodą elektroforezy w gelu z gradientem czynnika denaturującego (DGGE).

Wyniki badań pozwolą ocenić skuteczność fitostabilizacji wspomaganą i przydatność wybranych stabilizatorów w remediacji gleby silnie zanieczyszczonej metalami ciężkimi. Umożliwi także uzupełnienie i zgłębienie wiedzy o funkcjonowaniu i różnorodności zespołów mikroorganizmów glebowych w warunkach ekspozycji na metale ciężkie. Takie podejście pozwoli również na poznanie wpływu rodzaju materiału wiążącego metale/metaloidy na skład populacji mikroorganizmów autochtonicznych gleby oraz zapewni właściwą ocenę roli trawy w akumulacji metali ciężkich. Poznanie tych zależności wydaje się istotne ze względu na możliwość potencjalnej aplikacji badanych stabilizatorów metali ciężkich w remediacji skałonej gleby.