

Każdego roku podczas spalania węgla kamiennego powstają olbrzymie ilości (ponad 800 Mt w skali świata) popiołów lotnych, stałych odpadów zawierających niespalony węgiel (nawet do 30%). Popioły te są tymczasowo składowane przed ponownym użyciem lub w przypadku popiołów niskiej jakości są deponowane na stałe na składowiskach lub lagunach. Szacuje się, że prawie 50% wyprodukowanych popiołów lotnych nie nadaje się do ponownego użycia (w budownictwie lub innych zastosowaniach), między innymi ze względu na wysoką zawartością węgla resztkowego, w którego skład wchodzi takie toksyczne związki jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Obecność WWA (t.j. naftalen, fluoren, antracen, fenantren) w dużym stopniu przyczynia się do toksyczności popiołów lotnych, ponieważ wykazano, że mają one rakotwórczy i toksyczny wpływ na organizmy żywe. Oprócz zanieczyszczeń organicznych, popioły lotne zawierają również inne toksyczne komponenty, w tym metale ciężkie (Pb, As, Hg, Cd, Se, Cu, Cr, Ni) oraz pierwiastki ziem rzadkich (REE), takie jak Nd, Y, La czy Gd. Ze względu na swoją wartość rynkową pierwiastki te stały się przedmiotem badań i aplikacji ukierunkowanych na ich odzysk poprzez ługowanie z popiołów lotnych. Z kolei, WWA i inne związki organiczne występujące w popiołach lotnych nie są tak atrakcyjne i głównym celem dla przemysłu jest ich usunięcie oraz zmniejszanie toksycznych właściwości, które pozwoliłoby na ponowne wykorzystanie popiołów lotnych w szerszym zakresie zastosowań (melioracja gleby, nasypy drogowe i kolejowe itp.).

W ramach projektu BioFlyAsh planujemy odpowiedzieć na dwa podstawowe pytania: (1) czy i w jakim stopniu mikroorganizmy mogą wykorzystać resztkowy węgiel zaadsorbowany w popiołach lotnych? (2) czy właściwości popiołu lotnego poprawią się po biodegradacji niespalonego węgla i mogą być następnie stosowane w budownictwie lub budownictwie? Aby odpowiedzieć na powyższe pytania zaproponowano interdyscyplinarną strategię badawczą, która będzie dotyczyła charakterystyki typowych popiołów lotnych pochodzących z 4 różnych składowisk. W pierwszym etapie badań zbadane zostaną związki wchodzące w skład niespalonego węgla resztkowego. Po identyfikacji dominujących węglowodorów zostanie przeprowadzona ukierunkowana izolacja bakterii i grzybów zdolnych do biotransformacji tych toksycznych związków. Wyizolowane czyste kultury i konsorcja bakterii oraz grzybów zostaną poddane charakterystyce funkcjonalnej, w tym badaniu zdolności kolonizacji popiołów, tolerancji na WWA i inne składniki węgla resztkowego oraz zdolności do mineralizacji wybranych WWA. Do szczegółowych badań mikrobiologicznej mineralizacji niespalonego węgla wykorzystane zostaną naturalne jak również syntetyczne konsorcja, złożone z najbardziej aktywnych i wszechstronnych metabolicznie mikroorganizmów (3-5 szczepów). Oba typy konsorcjów będą poddane modelowaniu z wykorzystaniem metod RSM (ang. Response Surface Methodology) i ANN (ang. Artificial Neural Networks) ukierunkowanych na biostymulację substancjami odżywczymi i substratami ko-metabolicznymi jak również modelowanie podstawowych parametrów procesu, takich jak pH, temperatura czy zasolenie. Najbardziej optymalne warunki procesu zostaną wykorzystane w ostatnim etapie projektu, który ma na celu weryfikację funkcjonalności popiołów lotnych poddanych biodegradacji. Testowane będą właściwości popiołów lotnych jako dodatków do cementów i innych materiałów wykorzystywanych w budownictwie.

Nasze badania pogłębią wiedzę na temat zdolności mikroorganizmów do transformacji niespalonego węgla resztkowego z popiołów lotnych. Dzięki realizacji projektu dowiemy się na temat możliwości biodegradacji węglowodorów alifatycznych i aromatycznych, a także innych związków organicznych zdeponowanych w popiołach lotnych. Z badań mineralogicznych i geochemicznych dowiemy się, jak mikrobiologiczna degradacja węgla resztkowego wpływa na właściwości popiołów lotnych w kontekście zastosowania w budownictwie.