

Celem projektu jest sprawdzenie czy bioaugmentacja terenów rolniczych skażonych herbicydami (lub w przyszłości herbicydowymi cieczami jonowymi – HILs) nie doprowadzi do niezamierzonego przekazywania odporności na te herbicydy, przez wyspecjalizowane bakterie, na chwasty lub rośliny uprawne. Ponadto, nowatorstwo naszego projektu polega na porównaniu efektywności do biodegradacji herbicydów (klasycznych oraz nowej grupy herbicydowych cieczy jonowych) przez mikroorganizmy wyizolowane z fytosfery, ryzosfery i wewnętrznych tkanek roślin odpornych oraz podatnych na herbicydy. Dotychczasowe badania poruszały jedynie wybrane zagadnienia, a brakuje wielopoziomowego ujęcia tego tematu.

Dzięki sekwencjonowaniu nowej generacji będziemy mogli monitorować geny degradacji tych ksenobiotyków w środowisku. Ponadto, określimy częstości występowania genów odpowiedzialnych za biodegradację wybranych herbicydów wśród bakterii glebowych, współtworzących strefę przykorzeniową, występujących w roślinach oraz na ich powierzchni. Dokonamy porównania mikroorganizmów dla roślin odpornych jak i nieodpornych na działanie herbicydów. Dodatkowo porównamy efektywność biodegradacyjną wyizolowanych bakterii w warunkach laboratoryjnych oraz polowych. Ostatecznym potwierdzeniem będzie sprawdzenie **czy poprzez bioaugmentację wyspecjalizowanymi bakteriami, rośliny nie nabyły odporności na herbicydy** (zarówno pośredniej, poprzez obecność efektywnie biodegradujących mikroorganizmów, jak i bezpośredniej poprzez mutacje genetyczne).

Podstawą do podjęcia niniejszych badań jest fakt, że współczesne rolnictwo jest uzależnione od stosowania herbicydów, których różnorodność jest dość ograniczona. Powszechne użycie herbicydów wywiera wielopłaszczyznowy, negatywny wpływ na środowisko. W niesprzyjających warunkach herbicydy mogą kumulować się w glebie bądź migrować do wód powierzchniowych. Opinia publiczna zwraca szczególną uwagę na obecność herbicydów w żywności. Ponadto, szereg wad zmusza środowisko naukowe do modyfikacji herbicydów poprzez przekształcanie ich w herbicydowe ciecze jonowe. Ich synteza pozwala na zaprojektowanie związków o pożądanych właściwościach biologicznych i fizykochemicznych (np. redukując ich lotność praktycznie do zera), a dzięki zastosowaniu odpowiednich kationów i anionów można z łatwością poprawić ich skuteczność, zmniejszając przy tym wielkość efektywnej dawki.

Jednakże trwała obecność klasycznych herbicydów w glebach rolniczych przełożyła się na nabywanie przez chwasty odporności na herbicydy, co stanowi bardzo poważny problem w rolnictwie - analogiczny do zagadnienia odporności na antybiotyki w medycynie. Takie chwasty powodują spadek ilości i jakości plonów, a więc mniejszy zysk ekonomiczny. Ponadto niektóre gatunki chwastów odpornych są bardzo ekspansywne i szybko zasiedlają nowe nisze. Obecnie znanych jest już prawie 100 roślin odpornych, z czego na sam tylko glifosat odporność nabyły już 34 gatunki. Mechanizm samoistnego nabywania odporności nie jest do końca poznany. Również sama odporność może opierać się na efektywnym wykorzystaniu mikroorganizmów do detoksyfikacji rośliny bądź na transferze genów bezpośrednio do rośliny. Obraz ten dodatkowo komplikuje wprowadzenie roślin uprawnych celowo zmodyfikowanych genetycznie np. kukurydzy Roundup Ready, które potencjalnie mogą być źródłem odporności dla innych gatunków.

Nie jest zaskakujący fakt, że w glebie stwierdzono obecność szeregu bakterii zdolnych do biodegradacji herbicydów. Podjęto również próby wykorzystania tych mikroorganizmów do oczyszczania środowiska poprzez bioaugmentację - o różnej skuteczności. Ostatnie lata wprowadziły narzędzia do monitorowania tych procesów stosując sekwencjonowanie nowej generacji, ze szczególnym naciskiem na śledzenie ekspresji genów jako narzędzia do przeprowadzenia skutecznej bioaugmentacji. Ponadto, znacznie więcej wiadomo o wzajemnych relacjach pomiędzy mikroorganizmami a roślinami. Początkowo podkreślano znaczenie bakterii w strefie przykorzeniowej (ryzosferze) roślin jako buforu chroniącego roślinę przed ksenobiotykami obecnymi w glebie, jednak z dużym potencjałem oddziaływania na nią. W chwili obecnej szczególnym zainteresowaniem cieszą się mikroorganizmy izolowane z wewnętrznych tkanek roślin (endofity), które bezpośrednio wpływają na metabolizm roślin. Ponadto, w prawidłowo funkcjonującym środowisku glebowym roślina wraz z endofitami, fytosferą i ryzosferą funkcjonuje w matrycy glebowej skolonizowanej przez różnorodne społeczności mikroorganizmów. Obecność ksenobiotyków w glebie znacząco wpływa na wszystkie populacje zmniejszając ich bioróżnorodność, faworyzując natomiast gatunki zdolne do przeżycia w stresujących warunkach. W szczególności dotyczy to mikroorganizmów degradujących ksenobiotyki, w tym herbicydy. Prowadzi to do sytuacji, w której roślina poddawana jest stałej presji poprzez obecność herbicydów, a także permanentny kontakt z bakteriami posiadającymi geny odporności na herbicydy oraz ich degradacji. W konsekwencji można oczekiwać, że roślina również nabędzie odporność poprzez efektywne wykorzystywanie mikroorganizmów do detoksykacji lub odporność na bazie modyfikacji własnego materiału genetycznego. To właśnie niezamierzone nabywanie odporności przez rośliny stanowi największy problem w rolnictwie, który stał się podstawą do złożenia niniejszego projektu.