

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Adaptacje porostów do skażenia metalami ciężkimi, czyli co stanowi o ich sukcesie kolonizacyjnym na obszarach ekstremalnie zanieczyszczonych

Porosty stanowią symbiotyczny związek wyspecjalizowanego grzyba (mikobiont) z samożywym komponentem (fotobiont), czyli eukariotycznymi zielenicami lub/i prokariotycznymi sinicami. Organizmy te zyskały wiele cech specyficznych, z których najważniejsze to odrębność morfologiczno-anatomiczna oraz swoiste szlaki metaboliczne. Porosty, nie posiadając systemu korzeniowego ani ochronnej warstwy kutikuli, absorbują wszystkie dostępne pierwiastki całą powierzchnią plechy. Specyficzna budowa i fizjologia porostów zdecydowały o ich sukcesie w zasiedlaniu środowisk skrajnie nieprzyjaznych dla życia, są pionierami zarówno w siedliskach naturalnych jak i antropogenicznych.

Obfitość występowania niektórych gatunków porostów w rejonach dotkniętych dużym skażeniem metalami ciężkimi świadczy o ich dużej zdolności adaptacyjnej do toksyczności podłoża. Bioakumulacja, mechanizmy obronne i sposoby detoksykacji są jednym z bardziej interesujących aspektów współczesnej lichenologii. Porosty niewrażliwe, bądź tolerujące skażenie, wykazują różny wzorzec bioakumulacji. Jedne unikają nadmiernego ładunku pierwiastków, inne wykazują wyraźną tendencję do hiperakumulacji metali, co jednak nie ogranicza ich wzrostu. Różne są też mechanizmy potencjalnie odpowiedzialne za usuwanie lub unieszkodliwienie nadmiaru metali w plechach. Plastyczność morfologiczno-anatomiczna plechy, dobór bardziej odpornego partnera fotosyntetycznego, chelatacja metali przez wtórne metabolity, produkcja szczawianów, są często rozpatrywane jako właściwości ułatwiające porostom zasiedlanie skażonych siedlisk.

Pomimo wielu badań, wiedza dotycząca biologii porostów występujących na substratach ekstremalnie skażonych, ich strategii adaptacyjnych oraz fizjologicznej reakcji na zanieczyszczenie jest wciąż niewystarczająca; dotychczas opublikowane wyniki są często niejednoznaczne lub czasem wręcz sprzeczne. Wcześniejsze nasze badania, prowadzone na żużlowych hałdach pokutniczych, dowiodły, że pewne gatunki porostów są kluczowymi pionierami masowo kolonizującymi nawet ekstremalnie skażony substrat, gdzie koncentracje metali ciężkich, takich jak ołów i cynk, znacznie przekraczają dopuszczalne poziomy dla odpadów przemysłowych. Najbardziej efektywny jest krzaczkowaty porost *Cladonia rei*, który niejednokrotnie stanowi główną biomasę w inicjalnych stadiach sukcesji. Często towarzyszą mu *C. cariosa* oraz skorupiasty *Diploschistes muscorum*, uważany za hiperakumulatora metali. Te trzy gatunki wyraźnie dominują w specyficznym zbiorowisku kryptogamicznym, które rozpoznaliśmy jako typowe dla zaburzonych siedlisk w Europie. Występowanie tych porostów w miejscach skażonych nie jest więc przypadkowe, lecz musi być związane z ich wyjątkowymi zdolnościami adaptacyjnymi.

Fundamentalne pytanie wciąż wymaga odpowiedzi – dlaczego pewne porosty z łatwością egzystują na silnie zanieczyszczonych siedliskach oraz, w jaki sposób plecha, jako cała jednostka funkcjonalna, reaguje na dużą zawartość metali ciężkich w macierzystym substracie i jakie są mechanizmy kompensacji?

Zamierzamy szczegółowo rozpoznać problem w stosunku do trzech wyżej wymienionych modelowych gatunków. Projekt ma charakter wielowątkowy, obejmuje analizę odpowiedzi porostów na skażenie substratu na różnych poziomach struktury i funkcjonowania organizmu: morfologii, anatomii, produkcji metabolitów wtórnych, fizjologii, tożsamości genetycznej fotobionta. Co więcej, projekt zakłada kompleksowe podejście do problemu i wiele aspektów będzie rozpatrywanych jednocześnie. Większość badań rozważa wpływ poszczególnych metali ciężkich na funkcjonalne parametry porostów w warunkach laboratoryjnych. To przedsięwzięcie ma na celu zbadanie łącznego efektu działania kilku metali ciężkich (As, Cd, Cu, Pb, Zn) na porosty występujące naturalnie w zanieczyszczonym środowisku. Dobór odpowiednich stanowisk badawczych umożliwi eksplorację w szerokim spektrum zanieczyszczenia substratu i w możliwie największym stopniu wyeliminuje efekt wpływu innych czynników zewnętrznych. Szeroki zakres metod badawczych umożliwi nam m.in. szczegółową analizę modyfikacji morfologiczno-anatomicznych plech, określenie zdolności bioakumulacyjnych poszczególnych gatunków wraz z określeniem całkowitej i wewnątrzkomórkowej frakcji pierwiastków, określenie intensywności produkcji metabolitów wtórnych, ustalenie zmienności genetycznej fotobionta, zbadanie poziomu barwników fotosyntetycznych i wydajności fotosyntezy oraz poziomu stresu oksydacyjnego. Różnorakie analizy statystyczne uzyskanych wyników pozwolą na wykrycie istotnych relacji pomiędzy funkcjonalnymi parametrami porostów oraz stężeniem metali w plechach i substracie.

Wierzmy, że nasze wyniki dostarczą wiele nowych informacji o tym, jak plastyczność różnych parametrów porostów przyczynia się do odporności na skażenie metalami ciężkimi u modelowych gatunków porostów. Pozwoli to wyjaśnić ich sukces kolonizacyjny silnie skażonych siedlisk. Zdobycie wiedzy o funkcjonowaniu tych pionierskich organizmów jest pierwszym krokiem do świadomego i pełnego planowania zabiegów rekultywacyjnych, z uwzględnieniem porostów, jako istotnego elementu.