

Arsen jest wysoce fitotoksycznym pierwiastkiem, który naturalnie występuje w skorupie ziemskiej. Zanieczyszczenie tym metaloidem jest poważnym problemem globalnym. Chociaż arsen przedostaje się do środowiska w wyniku naturalnych procesów geogenicznych, narażenie na jego działanie gwałtownie wzrosło wskutek uprzemysłowienia i dawniej stosowanych herbicydów zawierających As.

W środowiskach tlenowych, w tym w glebie, najczęściej występują umiarkowane toksyczne formy arsenianowe – As(V). W większości skażonych gleb występują również mniej toksyczne zmetylowane formy As(V), takie jak mono- (MMA) lub dimetyloarsen (DMA). Jednak najbardziej szkodliwa dla roślin nieorganiczna forma arsenu - arsenin As(III), stanowi znaczną część całkowitego zanieczyszczenia As. Problem zanieczyszczenia gleby arsenem występuje głównie w sąsiedztwie terenów wydobywania rud miedzi i złota, np. w Polsce w okolicach Złotego Stoku. Fitoekstrakcja i fitoremediacja są metodami rekultywacji terenów skażonych i odpadów poflotacyjnych i opierają się na wykorzystaniu gatunków roślin mogących rosnąć na zanieczyszczonych glebach, z jednoczesnym unieruchomieniem zanieczyszczeń w organach roślinnych. Dotychczas do dekontaminacji gleby wykorzystywano głównie drzewa takie jak topole, klony czy wierzby. Jednak w ostatnich latach więcej uwagi poświęca się szybko rosnącym roślinom, w tym nieżywnościowym trawom o typie fotosyntezy C₄, zwłaszcza *Miscanthus × giganteus*. Miskant jest przykładem traw o wielorakich zastosowaniach. Rodzaj *Miscanthus* obejmuje około 20 gatunków traw wieloletnich charakteryzujących się szybkim wzrostem biomasy. Od wielu lat prowadzone są badania nad wykorzystaniem miskanta do celów bioenergetycznych, nie tylko do produkcji peletów czy brykietów, ale także do paliw drugiej generacji, np. bioetanolu. Wieloletni wzrost, w tym na terenach marginalnych oraz duża ilość produkowanej biomasy można uznać za dodatkowe atrybuty zwiększające potencjał fitoremediacyjny miskanta.

Pilotażowy projekt (Miniatura 3) wykazał, niezależnie od różnic pomiędzy badanymi odmianami (genotypami) miskanta olbrzymiego (*M. × giganteus*), kilka interesujących zjawisk. Po pierwsze, negatywne oddziaływanie badanych form arsenu (As(III), As(V) i DMA) było większe w przypadku ich niższych stężeń. Ponadto najobficiej występującą formą As w roślinach był DMA i inne związki organiczne, niezależnie od zaaplikowanej formy As. Jednak najbardziej szkodliwe następstwa dla wzrostu i fizjologii roślin zaobserwowano po zastosowaniu As(III). Zmiany w funkcjonowaniu aparatu fotosyntetycznego najprawdopodobniej wynikały ze zmniejszonej aktywności RuBisCo i prawdopodobnie innych enzymów asymilacji CO₂ wg typu C₄ oraz dysfunkcji fotosystemów poprzez uszkodzenia tylakoidów i innych błon komórkowych, na co wskazywał zwiększony wyciek elektrolitów. **Podsumowując, wyniki projektu pilotażowego wskazały na potrzebę kontynuacji badań mechanizmów reakcji miskanta na stres As, a także umożliwiły sformułowanie odpowiednich hipotez badawczych.**

Pierwsza hipoteza głosi, że podczas fitoekstrakcji As rośliny z gatunków *Miscanthus*, które są narażone na mniej toksyczne organiczne formy As (np. DMA), mogą gromadzić ten metaloid w wyższych stężeniach. Jednocześnie rośliny rozwinęły mechanizmy szybkiej przemiany As z wysoce toksycznego nieorganicznego As, głównie trójwartościowego, do bardziej tolerowanych i akumulowanych organicznych związków As w postaci DMA i/lub innych kompleksów. Należy wyjaśnić kwestię, dlaczego i w jaki sposób pobierany As ulega detoksykacji poprzez przemianę do DMA/innych form organicznych oraz jak ten proces wpływa na metabolizm roślin. Wg drugiej hipotezy, ze względu na metaboliczny antagonizm między arsenem a fosforem, As może zaburzać wiele szlaków metabolicznych, a arsenolipidy (AsLp) mogą zastępować fosfolipidy w błonach. Wysoki poziom AsLp w błonach komórkowych może zmniejszać ich integralność i czynić je bardziej podatnymi na uszkodzenia. Uszkodzenie błon, szczególnie w przypadku tylakoidów, skutkuje następnie pogorszeniem działania aparatu fotosyntetycznego, zarówno fazy jasnej związanej z funkcjonowaniem fotosystemów, jak i fazy ciemnej, tj. asymilacji CO₂.

Celem projektu jest ustalenie podstaw modelu fitoekstrakcji i tolerancji arsenu przez trawy wieloletnie C₄ na przykładzie *Miscanthus × giganteus*. Model ten będzie opracowany w wyniku kompleksowych i interdyscyplinarnych badań dotyczących fitoekstrakcji arsenu i jej efektów dla dwóch genotypów *M. × giganteus* („Illinois” i „Nagara”) charakteryzujących się odmienną reakcją na As.

Opisane badania wzbudziły kilka pytań o szczegóły reakcji na skażenie As w przypadku miskanta – będącego nie tylko rośliną energetyczną czy użytkową, ale która może być też modelem dla innych wieloletnich traw C₄. Reakcja na As wymaga zbadania na kolejnych poziomach funkcjonowania roślin: molekularnym, metabolicznym, fizjologicznym i wreszcie we wzroście i rozwoju. Spodziewamy się, że analizy transkryptomu pozwolą nie tylko określić skalę zmian w ekspresji genów odpowiedzialnych za homeostazę komórek, ale także zidentyfikować geny lub rodziny genów specyficznie indukowanych/represjonowanych przez stres As. Wierzmy, że wiedza zdobyta przyczyni się do określenia kluczowych elementów odpowiedzi *M. × giganteus*, a w perspektywie – innych roślin C₄ na skażenie As. Wyniki projektu będą miały znaczenie zarówno dla nauk podstawowych, takich jak **genomika funkcjonalna, metabolomika roślin, fizjologia i ekologia**, jak i dyscyplin o znaczeniu utylitarnym, takich jak **fitoremediacja, agronomia, bioenergetyka i biotechnologia roślin**.