

## **Regulacja równowagi: Jak nadmiar azotu kształtuje wzrost i funkcjonowanie korzeni *Populus trichocarpa* w warunkach stresu wodnego?**

Nadmiar azotu w środowisku niesie ze sobą poważne konsekwencje ekologiczne i klimatyczne. Choć azot jest niezbędny do wzrostu roślin, jego nadmierne wykorzystanie — głównie wynikające ze stosowania nawozów syntetycznych, emisji przemysłowych i odpadów pochodzenia zwierzęcego — prowadzi do degradacji gleby, zanieczyszczenia wód oraz zaburzeń w atmosferze. Nadmierna aplikacja nawozów azotowych może powodować spływ składników odżywczych do rzek i jezior, skutkując eutrofizacją, w której zakwity glonów wyczerpują zasoby tlenu i szkodzą organizmom wodnym. Co więcej, związki azotu przyczyniają się do zanieczyszczenia powietrza oraz powstawania kwaśnych deszczy, dodatkowo zakłócając równowagę ekosystemów. Działalność człowieka doprowadziła do ponad dwukrotnego zwiększenia naturalnego obiegu azotu, co pociąga za sobą poważne skutki środowiskowe zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej. Zanieczyszczenie azotem jest także jednym z głównych czynników napędzających zmiany klimatu.

Chociaż rośliny początkowo korzystają z wysokiej dostępności azotu, jego nadmiar może prowadzić do zaburzeń wzrostu. Gwałtowny rozwój roślinności często skutkuje osłabieniem systemu korzeniowego, przez co rośliny stają się bardziej podatne na suszę i choroby. Dostępność azotu może istotnie wpływać na strukturalne adaptacje i cechy anatomiczne korzeni roślin. Wysokie, lecz wciąż umiarkowane poziomy azotu często sprzyjają zwiększonej biomase korzeni oraz rozwojowi korzeni bocznych, co poprawia efektywność pobierania składników pokarmowych. Jednak nadmiar azotu może prowadzić do zmian morfologicznych, takich jak zahamowanie wzrostu lub zmniejszenie średnicy korzeni, zmiany w strukturze komórek kory czy cieńsze warstwy endodermy, co może wpływać na transport wody i składników odżywczych. Zmiany te odzwierciedlają kompromis między maksymalizacją poboru azotu a utrzymaniem ogólnej funkcjonalności korzeni w warunkach wysokiej dostępności składników pokarmowych. Azot reguluje wzrost korzeni na poziomie genetycznym i fizjologicznym, zapewniając efektywne wykorzystanie zasobów, jednak dotychczasowe badania skupiają się głównie na roślinach zielnych, a nie na drzewach. Nawożenie azotowe znacząco wspomaga wzrost i produkcję biomasy w plantacjach topoli, ponieważ — jak od lat się podkreśla — topole mają większe zapotrzebowanie na azot w porównaniu do wielu innych gatunków drzew. Choć pewne zabiegi agrotechniczne są niezbędne dla maksymalizacji produktywności, rola nawożenia azotowego w tym kontekście nie jest do końca jasna. Uwzględniając wszystkie powyższe argumenty oraz opierając się na naszym doświadczeniu i dostępnych danych literaturowych, sformułowaliśmy cel projektu: poznanie mechanizmów regulujących zróżnicowany wzrost korzeni w zależności od poziomu i dostępności azotu. Dodatkowo zbadamy, czy zależność ta może zostać zniesiona przez suszę.

Cel projektu będzie realizowany w oparciu o wszechstronną wiedzę zdobytą podczas badań, z wykorzystaniem metod **anatomicznych, cytologicznych, fizjologicznych, chemicznych, molekularnych i hodowlanych**, prowadzonych na modelowym gatunku drzewa — *Populus trichocarpa*. Głównym celem projektu jest wypełnienie luki w wiedzy na temat **mechanizmów kontrolujących funkcjonowanie korzeni roślin w warunkach nadmiaru azotu**, w oparciu o główną hipotezę, że istnieje unikalny, genetycznie zaprogramowany proces, który może zostać aktywowany przy zwiększonej dostępności azotu.

Istotną zaletą realizowanego projektu jest innowacyjna strategia badawcza, która uwzględnia wiedzę i porównawcze cechy wzrostu korzeni w różnych warunkach, w tym przy zróżnicowanej dostępności azotu i wody, z założeniem, że przebudowa wzrostu może być genetycznie zaprogramowana. Dotychczas nie pojawiły się jednoznaczne opracowania dotyczące tej tematyki; jednak liczne badania podkreślają znaczenie tego obszaru. Pewne sugestie zostały już wysunięte przez niektórych autorów, jednak mechanizm degradacji komórek w odpowiedzi na nadmiar azotu oraz regulacja tego procesu wciąż pozostają niewyjaśnione. Efektem projektu będzie uzyskanie nowej wiedzy na temat molekularnych i fizjologicznych mechanizmów odpowiedzi systemu korzeniowego roślin na nadmiar azotu w glebie, w tym w warunkach ograniczonej dostępności wody. Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę do opracowania bardziej zrównoważonych strategii nawożenia oraz wspierać działania na rzecz ochrony środowiska i łagodzenia skutków zmian klimatu, zwłaszcza w kontekście gospodarki leśnej i rolnictwa.