

Od kiedy prezydent USA, Franklin D. Roosevelt, wypowiedział słynne słowa „Naród, który niszczy swoje gleby, niszczy sam siebie” w 1937 roku, sentencja ta była powtarzana wielokrotnie. Mimo tego, prawie stulecie później, stan tego najważniejszego naturalnego zasobu Ziemi nie tylko się nie poprawił, ale wręcz uległ znaczącemu pogorszeniu, a współczesny świat stoi w obliczu bezprecedensowego kryzysu glebowego. Niestety, pomimo niezaprzeczalnej konieczności nieprzerwanego stosowania nawozów sztucznych celem utrzymania produkcji żywności, nadmierna aplikacja takich materiałów, skutkująca redukcją glebowej materii organicznej, czy też wymywaniem, wiązaniem bądź ulatnianiem się składników odżywczych, jest jedną z głównych przyczyn degradacji gleb. Aby złagodzić wspomniane efekty niepożądane, kluczowym jest stosowanie alternatywnych strategii wspomagających konwencjonalne nawożenie, które nie tylko sprzyjały będą zwiększeniu efektywności wykorzystania składników pokarmowych, ale również – umożliwią dostarczanie owych niezbędnych elementów zgodnie z zapotrzebowaniem na nie rośliny.

Dlatego też, celem poczynienia kroku w stronę zrównoważonej gospodarki zasobami glebowymi, nadrzędnym celem niniejszego badania jest opracowanie formuły wolnodziałających nawozów szklanych SPK, wykorzystujących naturalne procesy zachodzące w ryzosferze do mobilizacji zamkniętych w szklanej matrycy składników.

Nie jest przypadkiem, iż to właśnie siarka, fosfor oraz potas zostały wybrane jako pierwiastki biorące udział w tworzeniu przestrzennie spolimeryzowanej struktury nawozów szklanych. S, P jak i K są uważane za główne składniki pokarmowe, a w przypadku braku któregoś z nich podstawowe procesy metaboliczne, niezbędne roślinie do przeżycia, ulegają poważnym zaburzeniom. Siarka ma ogromne znaczenie dla syntezy białek, funkcjonalności wielu witamin i enzymów, a warto też wspomnieć o jej znaczącej roli w procesie obrony roślin przed czynnikami stresowymi oraz szkodnikami. Tymczasem fosfor, jako kluczowy składnik adenozylo di- oraz trifosforanów napędzających ogromną liczbę reakcji chemicznych w roślinie, bierze udział w mechanizmach transferu energii, niezbędnych do jej wzrostu i reprodukcji. Równie istotnym składnikiem pokarmowym jest potas, który, między innymi, aktywuje multum (nawet do 60) enzymów biorących udział w metabolizmie energetycznym, neutralizuje negatywne ładunki białek czy przyczynia się do utrzymywania odpowiedniego gradientu napięcia w obszarze transmembranowym, dla zachowania homeostazy pH cytoplazmy.

Jednakże, aby zrealizować wyżej wspomniany nadrzędny cel owych badań, niezwykle ważne jest dogłębne zrozumienie wzajemnych zależności pomiędzy składem chemicznym, strukturą a właściwościami wolnodziałających nawozów szklanych SPK. Jako że aktywność glebowa jest fundamentalną cechą materiałów tego typu, ich skład chemiczny zostanie wyselekcjonowany w taki sposób, aby zapewnić rozpuszczanie szkła pod wpływem płynów biologicznych (jak na przykład wydzieliny korzeniowe roślin), przy jednoczesnym uniemożliwieniu jego degradacji w wodzie. Niezwykle istotne dla aktywności chemicznej zaprojektowanych szkieł jest zagwarantowanie, iż otrzymane materiały są całkowicie amorficzne, oraz, że niezbędne makro- i mikroskładniki są wprowadzone w ilościach adekwatnych do zapotrzebowania roślin. Dlatego też, wstępna ewaluacja zsyntezowanych szkieł będzie obejmowała analizy XRD oraz XRF, celem, odpowiednio, kontroli ich szklanej natury oraz rzeczywistego składu chemicznego. Zachowanie owych nowatorskich nawozów szklanych pod wpływem wzrastającej temperatury, niezwykle istotne biorąc pod uwagę paralelizm pomiędzy aktywnością termiczną a chemiczną takich materiałów, będzie badane przy użyciu techniki DSC. Celem zweryfikowania zarówno fizycznych jak i glebo-aktywnych właściwości opracowanych szkieł kluczowym jest dogłębne zrozumienie czynników warunkujących ich strukturę. Dlatego też, znaczną część badań stanowiły będą analizy spektroskopowe, pozwalające na wgląd w przestrzennie spolimeryzowaną więźbę ciał amorficznych a obejmujące spektroskopie: Ramana, FTIR, MAS-NMR, XAS. Ocena potencjału zaprojektowanych materiałów do pełnienia roli wolnodziałających nośników składników użytecznych dla roślin, nie byłaby możliwa bez przeprowadzenia odpowiednich eksperymentów, weryfikujących ich aktywność glebową. Nie tylko więc przedstawiony zostanie szczegółowy opis fenomenologiczny zachowania nawozów SPK w warunkach symulujących wydzieliny korzeniowe roślin, ale również planowana jest ewaluacja ich aktywności chemicznej w rzeczywistych warunkach podczas uprawy polowej. Owe badania przeprowadzone zostaną z pomocą metod umożliwiających skontrolowanie, czy analizowane materiały spełniają wymagania stawiane nawozom wolnodziałającym (m.in. ICP-AES, SEM-EDS, ewaluacja parametrów wzrostu sadzonek zastosowanych w uprawach polowych).

Bez wątpienia dogłębna analiza wzajemnych zależności pomiędzy składem chemicznym, strukturą a aktywnością chemiczną zaprojektowanych szkieł krzemianowo-fosforanowych pozwoli zoptymalizować ich formułę w sposób, który pozwoli na dopasowanie szybkości uwalniania składników użytecznych do lokalnych warunków glebowych. Docelowo opracowanie technologii wytwarzania nawozów szklanych SPK przyczyni się do regeneracji środowiska glebowego stanowiącego podstawę życia na Ziemi.