

Wprowadzenie nanotechnologii do przemysłu otwiera ogromne możliwości w takich obszarach jak ochrona zdrowia, środowiska i rolnictwa, oferując innowacyjne rozwiązania dla współczesnych wyzwań. Szczególnie interesujące jest zastosowanie nanocząstek metali i tlenków metali, które wykazują wyjątkowe właściwości biobójcze. Jednak mimo obiecujących perspektyw ich wykorzystania, nasza wiedza na temat długoterminowego wpływu nanocząstek na środowisko pozostaje ograniczona. Kluczowym wyzwaniem pozostaje zrozumienie ich selektywności, mechanizmów interakcji z mikroorganizmami oraz wpływu na ekosystemy, zwłaszcza te związane z uprawami rolniczymi. Obejmuje to ich oddziaływanie na owady zapylające, rośliny oraz pożyteczne grzyby mikoryzowe, które są niezbędne dla zdrowego funkcjonowania roślin i gleby.

W odpowiedzi na te wyzwania, projekt koncentruje się na opracowaniu **nanocząstek w naturalnych rozpuszczalnikach głęboko eutektycznych (NDES)**, które mają potencjał, by selektywnie eliminować grzyby chorobotwórcze atakujące rośliny uprawne, bez negatywnego wpływu na pożyteczne mikroorganizmy, takie jak grzyby mykoryzowe, czy też na owady zapylające, np. pszczoły. **Selektywne działanie** takich preparatów mogłoby nie tylko zwiększyć skuteczność ochrony roślin, ale również minimalizować negatywne skutki ekologiczne, co jest kluczowe dla zrównoważonego rolnictwa.

Badania nad selektywnym działaniem nanocząstek stają się kluczowe ze względu na potrzebę ochrony równowagi mikrobiologicznej w glebie i otaczającym środowisku. Grzyby chorobotwórcze, atakujące rośliny, stanowią poważne zagrożenie dla plonów, jednak równie istotne są grzyby korzystne, takie jak grzyby mykoryzowe, które wspomagają wzrost i zdrowie roślin. Opracowanie nanomateriałów zdolnych do precyzyjnego niszczenia jedynie szkodliwych patogenów przy jednoczesnym zachowaniu zdrowotnych właściwości pożytecznych mikroorganizmów to wyzwanie o ogromnym znaczeniu dla rolnictwa. Tylko dzięki precyzyjnemu podejściu możliwe będzie zapewnienie skutecznej ochrony roślin bez zakłócania naturalnej mikroflory gleby i zachowania jej długoterminowej żywności.

Rozpuszczalniki głęboko eutektyczne (DES) są ekologiczną alternatywą dla tradycyjnych rozpuszczalników. Tworzone z naturalnych składników, są biodegradowalne, nietoksyczne i łatwe w otrzymaniu, co czyni je idealnym nośnikiem dla nanocząstek. Ich zdolność do naruszania struktury ścian komórkowych mikroorganizmów umożliwia wzmocnienie działania nanocząstek, które dzięki temu mogą lepiej penetrować komórki patogenów. Takie połączenie nanotechnologii z zieloną chemią może przeciwdziałać powstawaniu oporności u mikroorganizmów.

Celem projektu jest sprawdzenie, jak zawiesiny nanocząstek siarczków metali w NDES mogą efektywnie osłabić struktury komórkowe grzybów, zwiększając skuteczność ich eliminacji, ale w sposób selektywny. Badania skupią się na analizie procesu niszczenia komórek grzybów chorobotwórczych przez nanocząstki nie niszcząc jednak grzybów pożytecznych jak i innych pożytecznych organizmów. Zastosowane nanocząstki należą do grupy metali mikroelementów roślin co będzie stanowiło dla roślin czynnik regeneracyjny po przebiegu choroby. Wyniki tych badań mogą dostarczyć odpowiedzi na pytanie, czy zastosowanie NDES zwiększa skuteczność nanocząstek w walce z patogenami i ogranicza ryzyko kształtowania się oporności, jak również eliminuje toksyczność nanocząstek względem roślin uprawnych oraz grzybów pożytecznych.

Opracowanie **aktywnych materiałów wielofunkcyjnych** na bazie nanocząstek i NDES otwiera nowe możliwości w ochronie roślin przed chorobami grzybowymi. Takie podejście może znaleźć zastosowanie nie tylko w rolnictwie, ale także w przemyśle spożywczym, biomedycynie i ochronie środowiska. Projekt ma na celu wypracowanie nowoczesnych rozwiązań, które jednocześnie zwiększą skuteczność ochrony upraw i zapewnią bezpieczeństwo ekosystemów. Rezultaty będą cennym wkładem w rozwój zrównoważonej nanotechnologii i mogą znacząco wpłynąć na przyszłość stosowania nanomateriałów w różnych sektorach gospodarki.