

**Wzrost, potencjał antyoksydacyjny i alergiczny pomidorów
(*Solanum lycopersicum* L.) poddanych działaniu nano-ZnO podczas
nawożenia**

mgr inż. Katarzyna Włodarczyk

Promotor dr hab. inż. Beata Smolińska, professor uczelni

Promotor pomocniczy dr inż. Iwona Majak

Streszczenie

Szybki przyrost światowej populacji w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat zmusza sektor rolniczy do zwiększenia wydajności upraw w celu zaspokojenia potrzeb miliardów ludzi. Współczesne rolnictwo napotyka na wiele problemów, takich jak stagnacja plonów, spadek materii organicznej w glebie czy dostępności wody, zmniejszenie areałów rolnych itp. Powszechne stosowanie nawozów konwencjonalnych jest rozwiązaniem posiadającym wiele wad, jak chociażby niska wydajność, z jaką rośliny są w stanie uzyskiwać z nawozów niezbędne do wzrostu i rozwoju związki, m.in. azot czy fosfor. Nanotechnologia może zaoferować potencjalne rozwiązanie problemów związanych z uprawą roślin. Wykorzystanie nanocząstek w nawożeniu roślin może, na co wskazuje wiele badań, wzmocnić działanie systemu antyoksydacyjnego roślin, zwiększyć biodostępność poszczególnych składników odżywczych, poprawić parametry biometryczne roślin i przede wszystkim doprowadzić do zmniejszenia ilości stosowanych nawozów konwencjonalnych oraz stosowanych pestycydów.

Celem pracy było określenie wpływu nanocząstek tlenku cynku (nano-ZnO) na wzrost, potencjał antyoksydacyjny pomidora (*Solanum lycopersicum* L.) oraz ilościową zawartość wybranych alergenów w owocach tej rośliny. Dodatkowym aspektem przeprowadzonych badań było połączenie zastosowania nano-ZnO z użyciem standardowego nawozu (biohumus), w celu wspomaganie nawożenia roślin poprzez zwiększenie wchłaniania mikro- i makroelementów.

We wstępnym etapie badań przeanalizowano wpływ wybranych stężeń nanocząstek ZnO (<100 nm lub <50 nm) na kiełkowanie nasion pomidora, podczas bezpośredniej aplikacji tych nanocząstek na nasiona. Wyniki przeprowadzonych badań pozwoliły wyznaczyć i porównać parametry, takie jak procent kiełkowania nasion, średni czas kiełkowania, indeks kiełkowania, współczynnik szybkości kiełkowania oraz indeks wigoru nasion. Otrzymane wyniki umożliwiły dobór odpowiednich parametrów uprawy roślin. W dalszym etapie prac wybrane odmiany pomidora były uprawiane w obecności nawozu ekologicznego (biohumus) oraz roztworów nano-ZnO (<50 nm) w stężeniach odpowiednio 50 mg/L, 150 mg/L i 250 mg/L. Roztwory nanocząstek były aplikowane metodą natryskową lub bezpośrednio do gleby, co umożliwiło wykonanie analizy porównawczej skuteczności ww. metod aplikacji. Przedmiotem badań były wybrane odmiany pomidorów koktajlowych (Maskotka, Granit, Malinowy Bosman). Po zakończeniu uprawy wykonano badania dotyczące analiz tkanki roślinnej, tj. pędów i owoców oraz gleby, stanowiącej podłoże wzrostowe. Oznaczenia obejmowały analizę parametrów biometrycznych, stężeń wybranych pierwiastków oraz aktywności antyoksydantów, m.in. polifenoli, flawonoidów, karotenoidów, katalazy (CAT), peroksydazy (POX), dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), czy malonodialdehydu (MDA) w częściach zielonych roślin. W owocach pomidora oznaczono m.in. ogólną zawartość antyoksydantów (DPPH), stężenie likopenu i beta-karotenu oraz wykonano ilościowe oznaczenie wybranych alergenów (profilin i bet v 1). W ramach analiz podłoża wzrostowego oznaczono ilościową zawartość wybranych pierwiastków.

Otrzymane wyniki wykazały, że zastosowanie nano-ZnO w uprawie roślin pomidora miało wpływ na parametry biometryczne rośliny, jej potencjał antyoksydacyjny oraz zawartość wybranych alergenów. Wyniki przeprowadzonych analiz były zależne od zastosowanych stężeń nano-ZnO, metody ich aplikacji oraz odmiany pomidora. Stosowanie roztworów nano-ZnO przyczyniło się do zwiększenia pobierania i akumulacji wybranych składników odżywczych w pędach roślin (Zn, Fe, K i P). Ponadto stosowanie nano-ZnO miało istotny wpływ na wybrane parametry biometryczne rośliny, tj. długość i masę korzeni oraz biomasę części nadziemnych. Jednak wpływ nanocząstek na rośliny zależał od odmian *Solanum lycopersicum* L. zastosowanych w badaniach. Kolejne analizy wykazały, że stosowanie

nano ZnO spowodowało wzrost stężenia malonodialdehydu (MDA) oraz całkowitej aktywności antyoksydacyjnej (DPPH) w pędach roślin. Zwiększona ilość wybranych antyoksydantów (polifenoli, flawonoidów, witaminy C, CAT, POX, SOD) mogła przyczynić się do wzrostu odporności roślin na stres oksydacyjny. Nie zaobserwowano zatrzymania wzrostu czy rozwoju roślin. Przeprowadzone badania wykazały, że stosowanie nano-ZnO spowodowało niewielki spadek zawartości chlorofilu i karotenoidów w wybranych roślinach oraz ilości i masy uzyskanych owoców. Niemniej jednak, pomimo spadku masy owoców, po zastosowaniu nano-ZnO zaobserwowano wzrost stężenia likopenu i β -karotenu w owocach wybranych roślin (zależnie od zastosowanego stężenia nanocząstek i wybranej metody ich aplikacji), oraz istotny wpływ na zawartość wybranych alergenów. Podczas gdy stężenie profilin w owocach roślin nie ulegało istotnym zmianom pod wpływem zastosowanych nanocząstek, analiza stężenia Bet v 1 w owocach pomidora wykazała, że stosowanie określonego stężenia nano-ZnO może powodować spadek zawartości tego alergenu.

Wyniki otrzymane w ramach przeprowadzonych analiz wskazują, że nanocząstki nano-ZnO o wielkości <50 nm mogą być obiecującym związkiem wspomagającym wzrost i rozwój *Solanum lycopersicum* L. Zwiększone stężenie wybranych pierwiastków w badanych roślinach wskazuje, że stosowanie nano-ZnO razem z nawozem w uprawie roślin może wpływać na zwiększone wchłanianie składników odżywczych, co w konsekwencji może przyczynić się do zmniejszenia ilości używanych nawozów. Ponadto, badania przeprowadzone w kontekście analizy potencjału antyoksydacyjnego roślin wskazują na pozytywny wpływ jaki wywiera stosowanie nano-ZnO na aktywność poszczególnych antyoksydantów. W zależności od zastosowanego stężenia nanocząstek czy metody ich aplikacji, stosowanie nano-ZnO powodowało wzrost aktywności wybranych antyoksydantów, a w następstwie zwiększony potencjał obronny roślin przeciwko czynnikom zewnętrznym (stresorom biotycznym i abiotycznym). Należy jednak podkreślić, że wpływ nano-ZnO na roślinę zależny był nie tylko od zastosowanego stężenia nanocząstek, metody aplikacji, ale również gatunku i odmiany rośliny. Otrzymane wyniki różniły się znacząco pomiędzy badanymi odmianami, co wskazuje, że włączenie nanocząstek do nawożenia i uprawiania roślin wymaga indywidualnego podejścia.

Przedstawione w pracy badania i ich wyniki wskazują często na korzystny wpływ wybranych nanocząstek nano-ZnO o wielkości <50nm na uprawę *Solanum lycopersicum* L. Niemniej istnieje konieczność przeprowadzenia dalszych, szczegółowych analiz wybranych parametrów, w celu zastosowania nanocząstek w praktyce rolniczej.