



Nawożenie na bazie azotanu skutkowało wzrostem plonu i zmniejszeniem częstości występowania zgnilizny wierzchołkowej w nawożonych pomidorach

Pomimo faktu, że asymilacja  $\text{NO}_3^-$  wymaga więcej energii niż asymilacja  $\text{NH}_4^+$ , niewiele gatunków roślin dobrze funkcjonuje, kiedy  $\text{NH}_4^+$  jest jedynym źródłem azotu, a u wielu roślin występują objawy toksyczności, kiedy są one poddane działaniu wysokich stężeń  $\text{NH}_4^+$ . Można zaobserwować uszkodzenia takie jak chloroza liści, zmniejszenie skuteczności fotosyntezy netto, niższy plon roślin, mniejsza zawartość kationów oraz zmiany w poziomie metabolitów takich jak aminokwasy czy kwasy organiczne.

W celu przeanalizowania, czy szczepienie może zmniejszać negatywny wpływ nawożenia amonem w przypadku wrażliwych upraw takich jak pomidor, przeprowadzono trzy eksperymenty w latach 2008–09, w układzie losowych bloków kompletnych w szklarni w Niemczech. Rośliny pomidora odmiany Moneymaker były samodzielnie szczepione lub szczepione na popularnej podkładce Maxifort. W przypadku pierwszych dwóch doświadczeń (w 4 powtórzeniach) rośliny przenoszono do szklanych naczyń o pojemności 2 l z napowietrzonym roztworem składników odżywczych. Oceniano parametry wzrostu wegetatywnego oraz zawartość składników odżywczych w liściach. W pierwszym doświadczeniu reakcję roślin na 5 poziomów pH analizowano w roztworze składników odżywczych o dużej proporcji  $\text{NO}_3^-$  do  $\text{NH}_4^+$ . W drugim eksperymencie porównywano efekt szczepienia przy czterech różnych proporcjach  $\text{NO}_3^-$  do  $\text{NH}_4^+$  w roztworze składników odżywczych, przy stałym pH wynoszącym  $5,7 \pm 0,1$  i całkowitej zawartości N wynoszącej 23 mM. Wpływ ekspozycji na te proporcje dwóch źródeł azotu w praktyce, na zawartość składników odżywczych

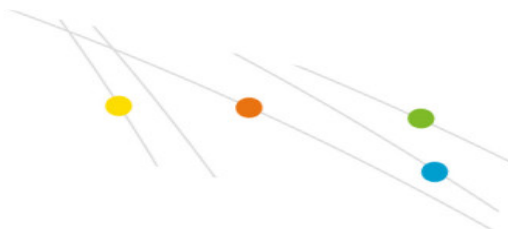


w roślinie i plon analizowano w trzecim eksperymencie, na roślinach uprawianych w rowkach, które w sposób ciągły nawożono roztworem składników odżywczych, przy gęstości roślin wynoszącej 1,6 rośliny m<sup>-2</sup>, w dwóch powtórzeniach po 6 roślin na poletko (tabela 1).

pH roztworu składników odżywczych nie miało wpływu na wzrost roślin ani na zawartość N, P czy K w liściach. Wpływało ono na zawartość innych składników odżywczych w liściach 20 dni po przeszczepieniu: nastąpił wzrost stężenia Ca, Mg i Cu, a stężenia Fe, Mn i Zn obniżały się wraz ze wzrostem pH roztworu składników odżywczych z 3,5 na 7,5. Jest to zgodne z modelami prognozującymi wpływ pH na pobór substancji odżywczych przez rośliny. Szczepione rośliny miały wyższe stężenia Ca, Fe, Zn i Cu w porównaniu z roślinami poddanymi samoszczepieniu, ale nie występowały istotne interakcje między szczepieniem a reakcją na pH.

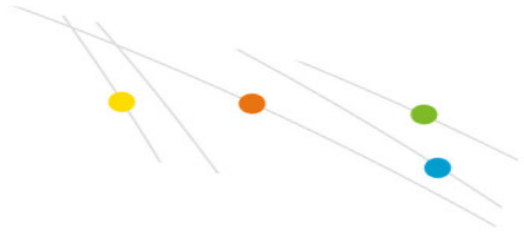
W drugim i trzecim eksperymencie biomasa liści i plon owoców uległy zmniejszeniu w reakcji na wzrost zawartości NH<sub>4</sub><sup>+</sup> w roztworze składników odżywczych; proporcja NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do NH<sub>4</sub><sup>+</sup> miała także wpływ na stężenia makro- i mikroelementów. Kombinacja szczepienia nie miała wpływu na te parametry, podobnie jak interakcje między postacią N a szczepieniem.

Pobór głównych kationów Ca<sup>2+</sup> i Mg<sup>2+</sup> ulegał zmniejszeniu wraz ze wzrostem zewnętrznych stężeń NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (tabela 1). Wyjaśnia to mechanizm równowagi ładunków w poborze jonów, kiedy pobór kationów amonowych zapobiega poborowi innych kationów w celu zachowania obojętnego ładunku elektrycznego w roślinie. Zmniejszenie wzrostu roślin i plonu w tym eksperymencie można wyjaśnić niskim



stężeniem wapnia i magnezu w liściach. Niedobór wapnia podczas nawożenia  $\text{NH}_4^+$  może powodować utratę integralności błony, obniżając stężenie magnezu i negatywnie wpływając na czynność mitochondriów i chloroplastów. Wyjaśnienie to potwierdzają pomiary wymiany gazowej w trakcie tego eksperymentu, które wykazały znaczny spadek aktywności fotosyntezy w przypadku nawożenia przy zastosowaniu 70% i 100%  $\text{NH}_4^+$ . Obniżenie plonu nadającego się do sprzedaży wraz ze wzrostem zawartości  $\text{NH}_4^+$  w roztworze składników odżywczych wynikało głównie ze zwiększenia zaburzeń fizjologicznych owoców (BER), powodujących zmniejszenie liczby nadających się do sprzedaży owoców na roślinę. Częstość występowania BER w tym eksperymencie wzrastała wraz ze wzrostem stężenia amonu w roztworze składników odżywczych i była ujemnie skorelowana z zawartością wapnia w owocach i liściach pomidora (tabela 1). Szczepienie odmiany Moneymaker na podkładce Maxifort nie zmniejszyło negatywnego wpływu nawożenia amonem we wrażliwych uprawach takich jak pomidor.

$\text{NO}_3:\text{NH}_4$ (%)	Plon do sprzedaży (kg/roślinę)	BER (% całkowitego plonu)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
100 : 0	1,2	5,0	27,7	4,0
70 : 30	1,2	7,5	16,9	3,1
30 : 70	0,7	11,6	17,5	2,7
0 : 100	0,6	18,8	11,8	2,5
<b>Istotność</b>	*	**	*	**
<b>Kombinacja szczepienia</b>				
Samoszczepienie	0,9	12,9	18,0	3,2
Szczepienie	1,0	8,6	18,9	2,9
<b>Istotność</b>	NS	NS	NS	NS



*Tabela 1. Wpływ proporcji  $\text{NO}_3^-$  do  $\text{NH}_4^+$  w roztworze składników odżywczych na plon, suchą zgniliznę wierzchołkową (BER) i zawartość składników odżywczych w liściach nawożonych pomidorów. Postać N ma istotny wpływ na wszystkie parametry, ale nie stwierdzono znamiennej statystycznie zmienności między kombinacjami szczepienia (dwustronny test ANOVA z istotnym efektem liniowym przy  $p \leq 0,05$  (\*) lub  $0,01$ (\*\*). NS=nieistotny).*