

JUSTYNA KLAMA¹, TOMASZ KLEIBER²

¹Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

²Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW FERTYGACJI MANGANEM NA LICZEBNOŚĆ MIKROFLORY PODŁOŻA ORAZ PLONOWANIE POMIDORA UPRAWIANEGO W WEŁNIE MINERALNEJ

Streszczenie. Przeprowadzone doświadczenie miało na celu określenie wpływu zróżnicowanych stężeń manganu na zmiany liczebności mikroflory podłoża w uprawie hydroponicznej. Rośliny pomidora uprawiano w nieogrzewanej szklarni w matach uprawowych z wełny mineralnej, z zastosowaniem fertygacji pożywką standardową o zróżnicowanych stężeniach manganu w badanych kombinacjach: 0,0, 0,3, 0,6 i 1,2 mg·dm⁻³. Analizy stanu mikrobiologicznego podłoża określano metodą posiewów płytkowych, badając ogólną liczebność bakterii, promieniowców, kopiotrofów i oligotrofów. Ponadto obserwowano wpływ zróżnicowanych stężeń manganu na plonowanie roślin. Nie wykazano istotnego wpływu wzrastających stężeń badanego składnika, w zakresie od 0,0 do 1,2 mg·dm⁻³, na liczebność drobnoustrojów i plonowanie roślin.

Słowa kluczowe: pomidor, mangan, uprawa hydroponiczna, fertygacja, wełna mineralna

Wstęp

Pomidor jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych warzyw zarówno w uprawie polowej, jak i szklarniowej. Ze względu na dużą wartość odżywczą oraz smakową owoc należy on do grupy najbardziej pożądanych roślin na świecie.

Rośliny uprawia się w ostatnich latach na coraz większą skalę bezglebowo, z wykorzystaniem wełny mineralnej jako typowego podłoża inertnego (JAŁOSZYŃSKA 1980). Podłoże to jest najczęściej wykorzystywanym podłożem do uprawy pomidora we współczesnych uprawach pod osłonami.

Podobnie jak w uprawie glebowej, tak i w bezglebowej czynnikiem decydującym o prawidłowym rozwoju i dobrym plonowaniu roślin jest ich odpowiednie żywienie.

Wśród mikroelementów ogromne znaczenie mają m.in. molibden i mangan. Mangan odgrywa istotną rolę w metabolizmie roślin, będąc aktywatorem licznych enzymów lub wchodząc w ich skład. Pierwiastek ten, biorąc udział w tworzeniu chloroplastów, wpływa na przebieg fotosyntezy, jest ważnym czynnikiem w biosyntezie kwasów tłuszczowych. Kierując przemianą węglowodanów, wpływa na gospodarkę energetyczną, wraz z miedzią ma zdolność wiązania wolnych rodników. Czynniki glebowymi mającymi wpływ na dostępność przyswajalnej formy manganu dla roślin są pH podłoża oraz liczebność mikroorganizmów.

Efektom niedoboru manganu w uprawie pomidora jest stopniowe żółknięcie blaszki liściowej, przy pozostającym zielonym wybarwieniu nerwów (STARCK i IN. 1990).

Przeprowadzone doświadczenie miało na celu określenie wpływu wzrastających stężeń manganu na zmiany liczebności mikroflory podłoża oraz na plonowanie pomidora uprawianego w welnie mineralnej.

Material i metody

Doświadczenie wegetacyjne prowadzono w szklarni Katedry Nawożenia Roślin Ogrodniczych Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu od kwietnia do sierpnia 2009 roku. Nasiona pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.) odmiany 'Emotion F₁' wysiewano punktowo do paluszków z welny mineralnej. Po dwóch tygodniach rośliny przepikowano do kostek z welny mineralnej o wymiarach 10 × 10 × 10 cm, a po kolejnych pięciu tygodniach rozsadę w fazie sześciu liści właściwych posadzono w matach z welny mineralnej, w zagęszczeniu standardowym wynoszącym 2,5 rośliny na 1 m².

Rośliny uprawiano z zastosowaniem fertygacji w układzie zamkniętym bez recykulacji pożywki. Woda, na której bazie sporządzano pożywkę, zawierała (mg·dm⁻³): N-NH₄ – śl., N-NO₃ – 3,7, P-PO₄ – 0,3, K – 1,8, Ca – 57,3, Mg – 13,4, S-SO₄ – 58,3, Fe – 0,080, Mn – 0,080, Zn – 1,648, B – 0,011, Cu – śl., Mo – śl., HCO₃ – 277,5. Odczyn pH wynosił 7,05, a EC – 0,737 mS·cm⁻¹. W doświadczeniu stosowano pożywkę standardową, o następującej zawartości składników (mg·dm⁻³): N-NO₃ – 230, P-PO₄ – 50, K – 440, Ca – 140, Mg – 64, S-SO₄ – 145, Fe – 4,40, Zn – 1,648, B – 0,40, Cu – 0,08, Mo – 0,08. Odczyn pH wynosił 5,50, a EC – 3,00 mS·cm⁻¹.

W doświadczeniu zastosowano cztery poziomy ilości manganu w pożywce (mg·dm⁻³): 0,0, 0,3, 0,6 i 1,2. Doświadczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach.

Dawka pożywki zależała od fazy rozwojowej roślin oraz od warunków klimatycznych. W okresie intensywnego plonowania roślin i wysokich temperatur (czerwiec-lipiec) dziennie stosowano 3,0-3,5 dm³ pożywki na roślinę, w 15-20 dawkach jednorazowych, przy 20-30-procentowym wycieku z maty.

Próbki do analiz mikrobiologicznych pobrano z welny mineralnej w czterech kolejnych terminach, związanych z fazami rozwojowymi roślin:

- termin 1. – przed kwitnieniem,
- termin 2. – od kwitnienia do fazy trzech gron,
- termin 3. – w okresie formowania się trzech-ośmiu gron i intensywnego narastania,
- termin 4. – dwa tygodnie przed ostatnim zbiorem.

Analizy stanu mikrobiologicznego podłoża określano metodą głębinowych posiewów płytkowych, badając ogólną liczbę bakterii, promieniowców, kopiotrofów i oligotrofów. Hodowle prowadzono na wybiórczych podłożach: w celu zbadania ogólnej liczby bakterii – na podłożu gotowym standard count agar firmy Merck, promieniowce hodowano na pożywce Pochona (KAŃSKA i IN. 1999), kopiotrofy – na bulionie odżywczym oraz oligotrofy – na rozcieńczonym bulionie odżywczym (OHTA i HATTORI 1980). Systematycznie raz w tygodniu dokonywano zbioru owoców, które sortowano na klasy w zależności od średnicy:

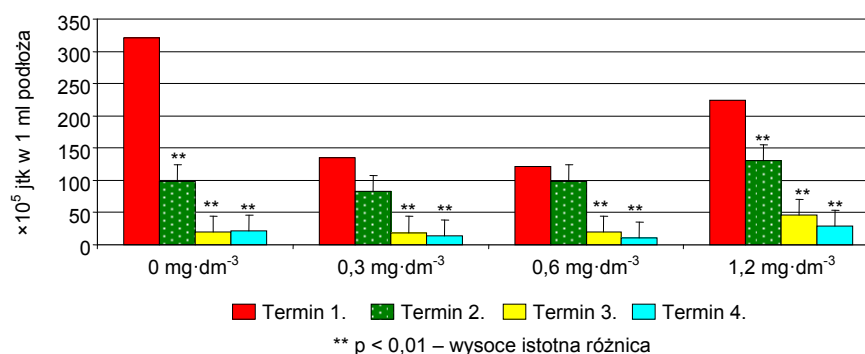
- I klasa: > 10,2 cm,
- II klasa: 10,2-8,2 cm,
- III klasa: 8,2-6,7 cm,
- IV klasa: 6,7-5,7 cm,
- V klasa: 5,7-4,7 cm,
- VI klasa (plon poza wyborem): < 4,7 cm.

Plon handlowy stanowiły owoce klas od I do V.

Wpływ poszczególnych kombinacji na analizowane grupy drobnoustrojów oraz wartość uzyskanego plonu przeanalizowano statystycznie z użyciem programu Statistica, ver. 8.

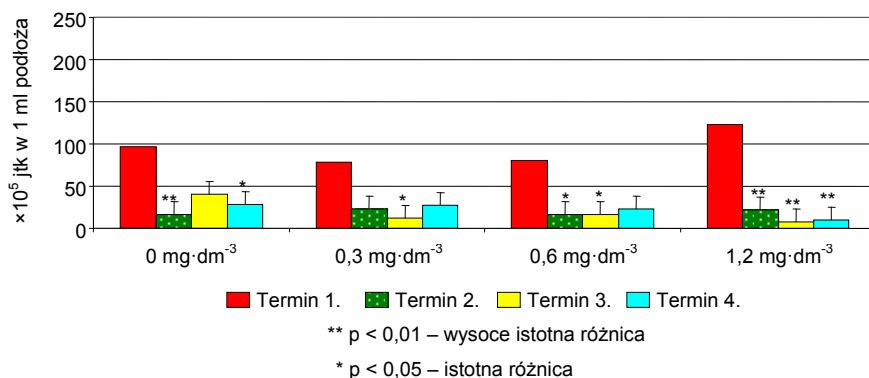
Wyniki i dyskusja

Analizując zmiany ogólnej liczby bakterii w podłożu, zanotowano wyraźną, potwierdzoną statystycznie tendencję do zmniejszania się jej w czasie. Zmniejszenie to w 3. i 4. terminie wynosiło średnio 75% względem terminu 2. i aż około 88% względem terminu 1. Po porównaniu liczby bakterii w podłożach różniących się zawartością manganu w pożywkach stosowanych do ich fertygacji oraz po uśrednieniu liczebności drobnoustrojów z poszczególnych terminów analiz stwierdzono, że wzrastające stężenia metalu ciężkiego nie mają istotnego wpływu na liczebność bakterii (rys. 1).



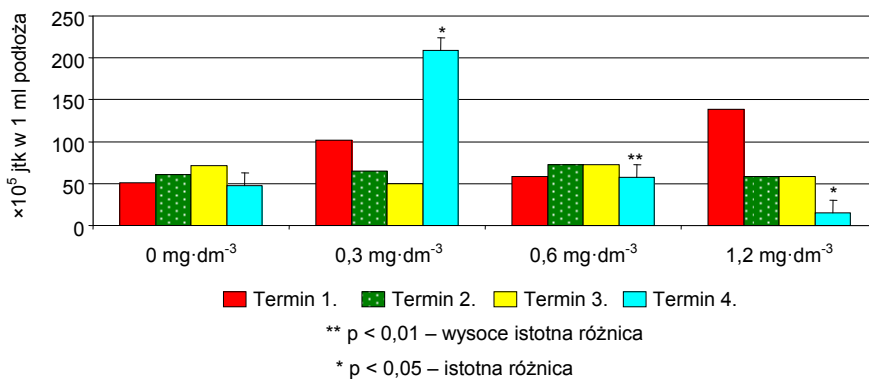
Rys. 1. Ogólna liczba bakterii w podłożu spod uprawy pomidora na wełnie mineralnej
 Fig. 1. The total number of bacteria in the substrate under tomato cultivation on rock wool

Jeśli chodzi o zmiany liczebności kopiotrofów w kolejnych terminach doświadczenia, to zaobserwowano znaczący jej spadek, począwszy od 2. terminu. Różnica liczebności pomiędzy 1. terminem a uśrednioną wartością liczebności w terminach od 2. do 4. wynosi średnio 64%. Najistotniej tendencja spadkowa zarysowała się w przypadku zastosowania największego stężenia manganu w pożywce ($1,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$): różnica liczby kopiotrofów pomiędzy pierwszą analizowaną fazą rozwoju rośliny a pozostałymi wynosiła aż 70%. Po przeanalizowaniu liczebności badanej grupy mikroorganizmów w podłożach różniących się zawartością manganu w pożywkach stosowanych do ich fertygacji oraz po uśrednieniu liczebności kopiotrofów w poszczególnych terminach nie stwierdzono istotnych różnic pod względem liczebności pomiędzy kolejnymi stężeniami aplikowanego mikroelementu (rys. 2).

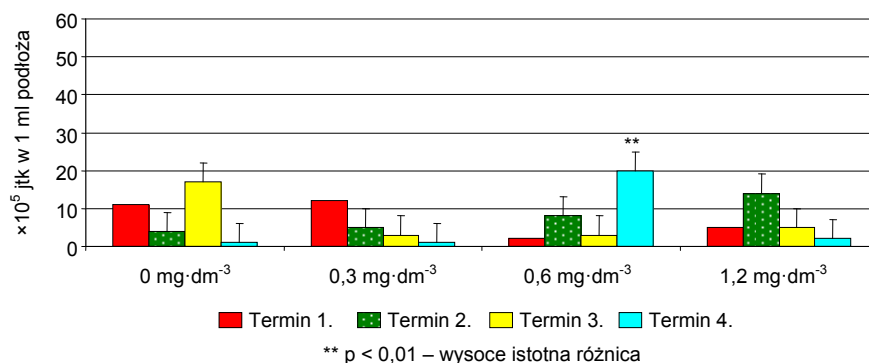


Rys. 2. Liczebność kopiotrofów w podłożu spod uprawy pomidora na wełnie mineralnej
Fig. 2. The number of copiotrophs in the substrate under tomato cultivation on rock wool

Określając liczebność oligotrofów oraz promieniowców w analizowanych podłożach, nie zanotowano w większości przypadków istotnych różnic w tej liczebności w zależności od stężeń manganu i od kolejnych terminów doświadczenia (rys. 3, 4).



Rys. 3. Liczebność oligotrofów w podłożu spod uprawy pomidora na wełnie mineralnej
Fig. 3. The number of oligotrophs in the substrate under tomato cultivation on rock wool



Rys. 4. Liczebność promieniowców w podłożu spod uprawy pomidora na wełnie mineralnej
 Fig. 4. The number of actinomyces in the substrate under tomato cultivation on rock wool

Na podstawie wyników przeprowadzonych dotychczas doświadczeń wiadomo, że toksyczne oddziaływanie metali ciężkich na mikroorganizmy i ich ekologiczne funkcje zależą przede wszystkim od fizykochemicznych właściwości samych pierwiastków. W wiązaniu metali przez mikroorganizmy główną rolę odgrywiają procesy wymiany jonowej i tworzenie kompleksów w układzie donor-akceptor elektronów. Mangan należy do grupy pierwiastków przejściowych, istotnych z punktu widzenia oddziaływania na mikroorganizmy. Poza właściwościami fizykochemicznymi cząsteczek metalu ciężkiego istotne znaczenie w jego wpływie na drobnoustroje ma również siedlisko, w którym dane mikroorganizmy występują (DOELMAN 1985, BAATH 1989).

W reakcji drobnoustrojów na metale ciężkie duży wpływ mają również ich właściwości morfologiczne, fizjologiczne oraz genetyczne. Różnica w reakcji drobnoustrojów na metale ciężkie wynika więc z różnic gatunkowych, odmiennych układów enzymatycznych i z możliwości lub braku wykorzystania alternatywnych sposobów, omijających zablokowany układ enzymatyczny (NIKLIŃSKA i CHMIEL 1997, WHITE i IN. 1997, SKŁODOWSKA 2000). Najczęściej obserwowanym toksycznym działaniem metali ciężkich na drobnoustroje jest zahamowanie ich wzrostu lub spadek ich liczebności i biomasy, a nasilenie tych procesów jest związane z wartościowością metali, ich formą, rozpuszczalnością, stężeniem oraz czynnikami środowiska (FRITZE i IN. 1989, HARRORI 1992, LEITA i IN. 1995). W świetle powyższych danych interesujący wydaje się fakt braku negatywnego działania wzrastających stężeń manganu stosowanego w pożywce do fertygacji na liczebność analizowanych grup drobnoustrojów. Zmniejszająca się w kolejnych terminach doświadczenia ich liczebność być może jest efektem zwiększania się konkurencji o pozostałe składniki pokarmowe wraz ze stopniem rozwoju roślin.

Porównując plon zbieranych owoców pomidora w poszczególnych kombinacjach, stwierdzono, że poziom manganu w pożywce nie różnicował istotnie plonowania roślin (tab. 1). Zarysowała się, jednak niepotwierdzona statystycznie, tendencja wzrostowa plonowania pomidora w przypadku stosowania manganu w ilości 0,6 mg·dm⁻³ pożywki, przy jednoczesnym spadku plonu w przypadku 1,2 mg·dm⁻³ pożywki. Brak udowodnionego statystycznie negatywnego wpływu na roślinę największego stężenia manganu jako mikroelementu (1,2 mg·dm⁻³), będącego jednocześnie metalem ciężkim, może być efektem naturalnej zdolności mikroorganizmów do bioakumulacji tego pierwiastka

Tabela 1. Wpływ poziomu manganu w pożywce na plonowanie pomidora
 Table 1. The influence of manganese level in the nutrient solution on yielding of tomato

Poziom Mn (mg·dm ⁻³)	Plon							
	I klasy	II klasy	III klasy	IV klasy	V klasy	VI klasy	całkowity	handlowy
0,0	0,43 b	2,40 a	3,12 a	0,93 a	0,51 a	0,07 a	7,45 a	7,38 a
0,3	0,12 a	2,12 a	3,56 a	1,00 a	0,49 a	0,04 a	7,33 a	7,29 a
0,6	0,05 a	2,32 a	3,49 a	1,18 a	0,46 a	0,12 a	7,61 a	7,48 a
1,2	0,11 a	2,20 a	3,15 a	1,00 a	0,38 a	0,05 a	6,89 a	6,85 a

Wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p = 0,05$.

(SAR i IN. 2001). Skłaniać to powinno do prowadzenia kolejnych badań mających na celu określenie optymalnych stężeń manganu w pożywce stosowanej do fertygacji pomidora uprawianego w węgelnie mineralnej.

Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonego szklarniowego doświadczenia na roślinach pomidora uprawianych w węgelnie mineralnej z zastosowaniem fertygacji pożywką o wzrastających stężeniach manganu nie zaobserwowano istotnego wpływu zawartości analizowanego mikroelementu w pożywce na zmiany liczebności bakterii, promieniowców, kopiotrofów i oligotrofów. Istotne różnice liczebności analizowanych grup drobnoustrojów dotyczyły jedynie kolejnych faz rozwojowych roślin. Ponadto poziom manganu w pożywce stosowanej do fertygacji roślin nie różnicował istotnie ich plonowania.

Literatura

- BAATH E., 1989. Effects of heavy metals in soil on microbial process and populations. *Water Air Soil Pollut.* 47: 335-379.
- DOELMAN P., 1985. Resistance of soil microbial communities to heavy metals. W: *Micronutrients in soil*. Red. A.K. Jensen, L.H. Sorensen. Elsevier, London: 364-384.
- FRITZE H., NIANI S., MIKKOLA K., 1989. Soil microbial effects of Cu-Zn smelter in southwestern Finland. *Soil Biol. Fertil.* 8: 87-94.
- HARRORI H., 1992. Influence of heavy metals on microbial activities. *Soil Sci. Plant Nutr.* 38: 93-100.
- JALOSZYŃSKA Z., 1980. *Katalog roślin warzywnych*. Zakł. Wyd. CZSR, Warszawa.
- KAŃSKA Z., GRABIŃSKA-LENIOWSKA A., LEBKOWSKA M., BECHOWSKA E., 2001. *Ćwiczenia laboratoryjne z biologii sanitarnej*. Ofic. Wyd. PW, Warszawa.
- LEITA L., DE NÓBILI M., MUHLBACHOVA G., 1995. Bioavailability and effects of heavy metals on soil microbial biomass survival during laboratory incubation. *Biol. Fertil. Soils* 19: 103-108.
- NIKLIŃSKA M., CHMIEL M., 1997. Porównanie oporności na metale ciężkie u mikroorganizmów glebowych z rejonów silnie zanieczyszczonych miedzią lub cynkiem. W: *Drobnoustroje*

Klama J., Kleiber T., 2010. Wpływ fertygacji manganem na liczebność mikroflory podłoża oraz plonowanie pomidora uprawianego w wełnie mineralnej. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 6, #82.

- w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie. Red. W. Barabasz. Wyd. AR, Kraków: 491-504.
- OHTA H., HATTORI T., 1980. Bacteria sensitive to nutrient broth medium in terrestrial environments. *Soil Sci. Plant Nutr.* 26: 99-107.
- SAR P., KAZY S.K., SINGH S.P., 2001. Intracellular nickel accumulation by *Pseudomonas aeruginosa* and its chemical nature. *Lett. Appl. Microbiol.* 32: 257-261.
- SKŁODOWSKA A., 2000. Biologiczne metody ługowania metali ciężkich – biohydrometalurgia. *Post. Mikrobiol.* 39: 73-89.
- STARCK J.R., HOLUBOWICZ T., JABŁOŃSKI B., KROPISZ A., PUDELSKI T., 1990. Uprawa roli i nawożenie roślin ogrodniczych. PWRiL, Warszawa.
- WHITE C., SAPER J.A., GAD D., 1997. Microbial solubilization and immobilization of toxic metals: key to biogeochemical process for treatment of contamination. *FEMS Microbiol. Rev.* 20: 503-516.

THE INFLUENCE OF MANGANESE FERTIGATION ON THE NUMBER OF SUBSTRATE MICROFLORA AND YIELD OF TOMATO IN ROCK WOOL CULTIVATION

Summary. The aim of the conducted experiment was the qualification of an influence of different concentrations of manganese on the microflora number in hydroponics cultivation. Tomato plants were cultivated in an unheated greenhouse in rock wool; standard nutrient solution was used with differentiated concentrations of manganese in the tested combinations: 0.0, 0.3, 0.6 and 1.2 mg·dm⁻³. Analyses of microbiological condition of the substrate were determined with the plate method, and a total number of bacteria, actinomycetes, copiotrophs and oligotrophs was examined. Moreover, the influence was observed of manganese on the yield of tomato. No significant influence was stated of increasing doses of analysing microelement, in the range from 0.0 to 1.2 mg·dm⁻³, on the number of microorganisms and yield of plants.

Key words: tomato, manganese, hydroponics cultivation, fertigation, rock wool

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Justyna Klama, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań, Poland, e-mail: jklama@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

18.10.2010

Do cytowania – For citation:

Klama J., Kleiber T., 2010. Wpływ fertygacji manganem na liczebność mikroflory podłoża oraz plonowanie pomidora uprawianego w wełnie mineralnej. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 6, #82.