

ZBIGNIEW JAROSZ, KRZYSZTOF HORODKO

PLONOWANIE I SKŁAD CHEMICZNY POMIDORA SZKLARNIOWEGO UPRAWIANEGO W PODŁOŻACH INERTNYCH

*Z Katedry Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych
Akademii Rolniczej w Lublinie*

ABSTRACT. The effect of inert media (rockwool, perlite, expanded clay) and two levels of nutrient solution (EC-2.3 and EC-2.8) on the yield and mineral composition of greenhouse tomato cultivar ‘Cunero F₁’ was investigated. The experiment showed no significant effect of medium and nutrient solution levels on the total and marketable yield of tomato fruits.

Key words: tomato, inert medium, rockwool, perlite, expanded clay, fertigation

Wstęp

Technologia uprawy pomidora w szklarni jest systematycznie ulepszana w kierunku zwiększenia plonu i poprawy jakości owoców, przy czym zasadnicze zmiany dotyczą modyfikacji podłoża oraz sposobów dostarczania roślinom pożywki. Wprowadzenie do uprawy podłoży inertnych wraz z automatycznym systemem nawadniania i nawożenia, czyli fertygacją, umożliwiło precyzyjne sterowanie odżywianiem roślin i dostosowanie składu pożywki do aktualnych wymagań pokarmowych (**Chohura** 2000). Jakkolwiek wełna mineralna pozostaje dominującym podłożem w uprawach bezglebowych, konieczne jest poszukiwanie alternatywy dla tego podłoża, głównie ze względu na problemy z utylizacją odpadów poprodukcyjnych (**Bartkowski** 1998, **Benton** 1999). Liczne badania wskazują na możliwość wykorzystania w szklarniowej uprawie pomidora perlitu i keramzytu (**Chohura** 2000, **Lorenzo i in.** 1993). Wprowadzenie tych podłoży do szerszej produkcji wymaga jednak szczegółowego opracowania zaleceń uprawowych.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu rodzaju podłoża oraz zróżnicowanego składu pożywek na plonowanie, zawartość składników pokarmowych w strefie korzeniowej oraz w liściach pomidora.

Material i metody

Badania przeprowadzono w 2003 roku. Obiektem doświadczalnym był pomidor odmiany 'Cunero F₁' uprawiany w szklarni, w podłożach z wełny mineralnej (Grodan), perlitu oraz keramzytu. Perlit i keramzyt umieszczono w rękawach foliowych, formując kształt i ustalając objętość odpowiadającą macie wełny mineralnej. Uprawę prowadzono z wykorzystaniem kropłowego systemu nawożenia i nawadniania z zamkniętym obiegiem pożywki, bez recyrkulacji. W badaniach zastosowano dwa rodzaje pożywki:

I – o EC 2,3 mS·cm⁻¹ i zawartości składników (mg·dm⁻³): 17,2 N-NH₄; 190 N-NO₃; 73 P-PO₄; 330 K; 263 Ca; 68 Mg; 51 S-SO₄; 17 Cl; 0,55 Fe; 0,55 Mn; 0,11 B; 0,05 Cu; 0,13 Zn; 0,03 Mo oraz 5,95 pH₂O,

II – o EC 2,8 mS·cm⁻¹ i podwyższonej o 25% zawartości makroskładników.

Ilość wypływającej pożywki ustalono z około 20% nadmiarem. Częstotliwość dostarczania pożywki, sterowana „soltimerem”, uzależniona była od natężenia promieniowania słonecznego. Uprawę prowadzono na 7 gron, przy zagęszczeniu 1,6 rośliny · m⁻². Zbiór owoców przeprowadzono dwa razy w tygodniu. Owoce liczono, ważono i sortowano, określając plon ogólny, plon handlowy oraz plon owoców poza wyborem. Zabiegi ochrony roślin oraz prace związane z prowadzeniem doświadczenia wykonano zgodnie z obowiązującymi zaleceniami.

Zawartość N-NO₃, P-PO₄, K, Ca, Mg, S-SO₄ oraz odczyn i przewodność elektryczną (EC) oznaczano co dwa tygodnie, począwszy od wystawienia roślin na miejsce stałe. Zawartość makroskładników, pH i EC w badanych podłożach oznaczano w wyciągu pobieranym strzykawką w połowie odległości między roślinami, z połowy wysokości maty. Analizy chemiczne wyciągów z podłoży wykonano ogólnie przyjętymi metodami analitycznymi.

Liście do analiz pobrano w połowie i pod koniec owocowania roślin. Część wskaźnikową stanowił liść znajdujący się nad owocującym gronem. Azot ogółem oznaczono metodą Kjeldahla, po mineralizacji materiału w mieszaninie stężonego kwasu siarkowego i perhydrolu w obecności katalizatora. Fosfor, potas, wapń i magnez oznaczono w popiele roślinnym po spaleniu materiału „na sucho” (w temp. 550°C), natomiast siarkę w wyciągu 2% kwasu octowego. Oznaczenia tych składników wykonano ogólnie przyjętymi metodami analitycznymi.

Opracowanie statystyczne wyników przeprowadzono metodą analizy wariancji na wartościach średnich, stosując test Tukeya. NIR obliczono dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone analizy wykazały zróżnicowaną zawartość N-NO₃, P-PO₄, K, Ca, Mg, S-SO₄ w środowisku korzeniowym roślin uprawianych w badanych podłożach (tab. 1). Wyższą zawartość składników pokarmowych, a jednocześnie wyższe wartości EC stwierdzono w środowisku korzeniowym pomidora nawożonego pożywką o EC-2,8, zawierającą 25% więcej makroskładników. We wszystkich obiektach odnotowano zaopóźnienie składników pokarmowych w środowisku korzeniowym w porównaniu z dostarczaną roślinom pożywką, co jest zgodne z wynikami licznych opracowań (Chohura i

Tabela 1

**Zawartość składników pokarmowych ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), pH H_2O oraz EC ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$)
w strefie korzeniowej roślin**
Nutrients content ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), pH H_2O and EC ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) in plants roots medium

Podłoże Root medium	Pożywka Nutrient solution	N-NO ₃	P-PO ₄	K	Ca	Mg	S-SO ₄	pH	EC
Wełna mineralna Rockwool	EC-2,3	354	155	412	431	198	153	5,97	3,83
Perlit Perlite		331	148	394	484	215	168	5,90	3,62
Keramzyt Expanded clay		336	80	491	424	227	154	6,46	3,87
Wełna mineralna Rockwool	EC-2,8	525	205	838	597	295	177	5,90	5,73
Perlit Perlite		483	175	793	536	257	181	5,88	5,25
Keramzyt Expanded clay		429	88	804	541	267	157	6,36	4,94

Komosa 1999, Pawlińska i Komosa 2002). Biorąc pod uwagę, iż podłoża inertne nie posiadają sorpcji (**Oświecimski 1996**), zjawisko to należy tłumaczyć dominacją procesu pobierania wody w porównaniu do szybkości pobierania składników pokarmowych przez korzenie roślin (**Chohura i Komosa 1999**).

Analiza statystyczna wyników nie wykazała istotnych różnic w plonie ogólnym, plonie handlowym oraz w plonie owoców poza wyborem pomidora uprawianego w badanych podłożach (tab. 2). Wyniki te są zgodne z wcześniejszymi badaniami, w których nie stwierdzono istotnych różnic w plonie owoców pomidora uprawianego w wełnie mineralnej w porównaniu do keramzytu (**Chohura i Komosa 1999**) oraz perlitu (**Manios i in. 1995**). W ocenie niezależnej od poziomu nawożenia, najwyższy plon ogólny ($4,57 \text{ kg} \cdot \text{roślina}^{-1}$) i plon handlowy owoców ($4,41 \text{ kg}\cdot\text{roślina}^{-1}$) zebrano z roślin uprawianych w wełnie mineralnej, a najmniejszy z pomidora rosnącego w keramzycie (odpowiednio $4,43$ i $4,20 \text{ kg} \cdot \text{roślina}^{-1}$). Niższe plonowanie pomidora uprawianego w keramzycie w porównaniu do wełny mineralnej stwierdzili również **Pawlińska i Komosa (2002)**, przy czym w badaniach tych wykazano istotność różnic. **Martinez i in. (1993)** uzyskali wyższy plon owoców pomidora uprawianego w perlacie, w porównaniu do wełny mineralnej.

Zdaniem **Piroga (1999)** wielkością określającą w dużej mierze przydatność podłoża w uprawie jest plon handlowy owoców. Wykazany w badaniach własnych wysoki plon handlowy, stanowiący w zależności od rodzaju podłoża 94,4-96,5% plonu ogólnego, świadczy o dużej przydatności badanych podłoży w szklarniowej uprawie pomidora. Podobne wyniki prezentują **Lopez i in. (1996)** oraz **Papadopoulos i in. (1999)** podkreślając, iż wysoki udział plonu handlowego w plonie ogólnym jest dużą zaletą upraw bezglebowych.

Tabela 2

Wpływ podłoża i pożywek na plonowanie pomidora szklarniowego odmiany ‘Cunero F₁’
Effect of medium and nutrient solutions on the yield of greenhouse tomato cv. ‘Cunero F₁’

Podłoże Root medium (A)	Pożywka Nutrient solution (B)	Plon ogólny Total yield	Plon handlowy Marketable yield	Plon owoców poza wyborem Unmarketable yield
		kg · roślina ⁻¹ – kg · plant ⁻¹		
Wetna mineralna Roockwool	EC-2,3	4,39	4,23	0,16
	EC-2,8	4,76	4,60	0,15
	\bar{x} dla A \bar{x} for A	4,57	4,41	0,15
Perlit Perlite	EC-2,3	4,61	4,38	0,23
	EC-2,8	4,27	4,04	0,23
	\bar{x} dla A \bar{x} for A	4,44	4,21	0,23
Keramzyt Expanded clay	EC-2,3	4,67	4,40	0,27
	EC-2,8	4,20	3,99	0,21
	\bar{x} dla A \bar{x} for A	4,43	4,20	0,24
	\bar{x} dla B \bar{x} for B	4,55	4,34	0,22
	EC-2,8	4,41	4,21	0,19
NIR _{α0,05} dla A – LSD _{α0,05} for A		r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.
NIR _{α0,05} dla B – LSD _{α0,05} for B		r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.
NIR _{α0,05} dla AxB – LSD _{α0,05} for AxB		r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.

r.n. – różnice nieistotne

n.s. – not significant

W ocenie niezależnej od podłoża, wyższy plon ogólny (4,55 kg · roślina⁻¹) oraz plon handlowy (4,34 kg · roślina⁻¹) uzyskano z roślin nawożonych pożywką o EC-2,3, w porównaniu do pożywki o zwiększonej zawartości makroskładników. Różnice te nie zostały jednak potwierdzone statystycznie. Wyniki te są zgodne z wcześniejszymi badaniami **Chohury** i **Komosa** (1999), którzy nie wykazali różnic w plonowaniu pomidora w zależności od poziomu nawożenia roślin. W badaniach **Pawlińskiej** i **Komosa** (2002) podwyższenie o 25% zawartości składników pokarmowych w pożywce spowodowało istotne obniżenie plonu ogólnego oraz plonu handlowego owoców pomidora.

Zawartości azotu ogółem, fosforu, potasu, wapnia, magnezu oraz siarki w liściach pomidora uprawianego w badanych podłożach była zbliżona (tab. 3). Uzyskane w badaniach wartości wskazują na prawidłowe odżywienie roślin tymi składnikami (**Atherton** i **Rudich** 1986). Zbliżone wyniki prezentują **Pawlińska** i **Komosa** (2002) oraz **Nurzyński** i **in.** (2001). Niezależnie od rodzaju podłoża, pomidory nawożone pożywką o podwyższonej zawartości makroskładników (EC-2,8) zawierały w liściach więcej potasu i siarki

Tabela 3

Zawartość składników pokarmowych (% s.m.) w liściach pomidora
Nutrients content (% d.m.) in tomato leafs

Podłoże Root medium (A)	Pożywka Nutrient solution (B)	N-ogółem N-total	P	K	Ca	Mg	S
Włna mineralna Roockwool	EC-2,3	4,20	0,84	4,69	3,51	0,65	1,52
	EC-2,8	4,20	0,85	5,95	3,11	0,55	1,57
	\bar{x} dla A \bar{x} for A	4,20	0,85	5,32	3,31	0,60	1,54
Perlit Perlite	EC-2,3	4,21	0,86	4,70	3,53	0,68	1,54
	EC-2,8	4,10	0,83	5,44	3,13	0,51	1,69
	\bar{x} dla A \bar{x} for A	4,15	0,84	5,07	3,33	0,59	1,61
Keramzyt Expanded clay	EC-2,3	4,22	0,82	4,82	3,41	0,59	1,51
	EC-2,8	3,91	0,86	5,67	3,12	0,55	1,87
	\bar{x} dla A \bar{x} for A	4,06	0,84	5,25	3,26	0,57	1,69
\bar{x} dla B \bar{x} for B	EC-2,3	4,21	0,84	4,74	3,48	0,64	1,52
	EC-2,8	4,07	0,85	5,67	3,12	0,54	1,71

oraz mniej azotu, wapnia i magnezu, w porównaniu do roślin nawożonych roztworem o EC-2,3.

Uzyskane w badaniach własnych wyniki świadczą o dużej przydatności perlitu i keramzytu w szklarniowej uprawie pomidora. Potwierdzają to liczne badania i rosnące wykorzystanie tych podłoży w krajach Europy Zachodniej czy Ameryki Północnej (Grillas i in. 2001, Pawlińska i Komosa 2002). Wdrożenie tych podłoży na szerszą skalę do produkcji towarowej wymaga jednak dalszych szczegółowych badań, głównie w zakresie ilości składników pokarmowych dostarczanych roślinom wraz z pożywką w ciągu okresu wegetacyjnego.

Wnioski

1. Stwierdzono wyraźne zateżenie składników pokarmowych w środowisku korzeniowym roślin w porównaniu z dostarczaną roślinom pożywką.
2. Nie stwierdzono istotnego wpływu rodzaju podłoża na plon ogólny oraz plon handlowy owoców pomidora.
3. Plonowanie pomidora było niezależne od poziomu nawożenia.
4. W liściach pomidora nawożonego pożywką o zwiększonej zawartości makroskładników (EC-2,8) stwierdzono wyższą zawartość potasu i siarki oraz niższą azotu, wapnia i magnezu w porównaniu do roślin nawożonych pożywką o EC-2,3.

Literatura

- Atherton J.G., Rudich J.** (1986): The tomato crop – a scientific basis for improvement. Chapman and Hall Ltd, London.
- Bartkowski K.** (1998): Fytocell – nowy substrat dla upraw bezglebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 461: 101-109.
- Benton J.J.** (1999): Tomato plant culture: in the field, greenhouse and home garden. CRC Press LLC, London.
- Chohura P.** (2000): Zawartość składników pokarmowych w strefie korzeniowej, stan odżywienia i plonowanie pomidora szklarniowego w podłożach inertnych. Pr. dokt., AR Wrocław.
- Chohura P., Komosa A.** (1999): Wpływ podłoża inertnych na plonowanie pomidora szklarniowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 466: 471-477.
- Grillas S., Lucas M., Bardopoulos E., Sarafopoulos S.** (2001): Perlite based soilless culture system: current commercial applications and prospects. Acta Hort. 548: 105-113.
- Lopez J., Trenblay N., Vogt V., Dube S., Gosselin A.** (1996): Effect of varying sulphate concentration on growth, physiology and yield of the greenhouse tomato. Sci. Hort., 67: 207-217.
- Lorenzo P., Medrano E., Garcia M., Lopez-Galvarez J.** (1993): Irrigation management of tomatoes in perlite. Acta Hort. 335: 429-434.
- Manios V.I., Papdimitriou M.D., Kefakis M.D., Maloupa E., Gerasopoulos D.** (1995): Hydroponic culture of tomato and gerbera in different substrates. Acta Hort. 408: 11-15.
- Martinez P.F., Abad M., Abou-Hadid A.F., Smith A.R.** (1993): Soilless culture of tomato in different mineral substrates. Acta Hort. 323: 251-259.
- Nurzyński J., Michałojć Z., Jarosz Z.** (2001): Mineral nutrient concentration in potting media (rockwool, peat, sand) and growth of tomato. Veget. Crop Res. Bull. 55: 45-48.
- Oświecimski W.** (1996): Aktualne tendencje w wykorzystaniu podłoża nieorganicznych w uprawach pod osłonami. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln. 429: 9-13.
- Papadopoulos A.P., Pararajasingham S., Khosla S.** (1999): An evaluation of nutrient film technique in closed rockwool and polyurethane foam for sweet pepper production in greenhouses. Ann. Rep. Greenhouse and Processing Research Centre in Harrow: 6-14.
- Pawlińska A., Komosa A.** (2002): Plonowanie oraz stan odżywienia pomidora szklarniowego odmiany 'Recento' uprawianego w podłożach organicznych i inertnych. Roczn. AR Pozn. CCCXLI, Ogrodn. 35: 125-131.
- Piróg J.** (1999): Wpływ podłoża organicznych i mineralnych na wysokość plonu i jakość owoców pomidora szklarniowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 466: 471-491.

THE YIELDING AND MINERAL COMPOSITION OF GREENHOUSE TOMATO
GROWN IN INERT MEDIA

S u m m a r y

In the experiment the effect of inert media (rockwool, perlite, expanded clay) and two levels of nutrient solution (EC-2.3 and EC-2.8) on the yield and mineral composition of greenhouse tomato cultivar 'Cunero F₁' was investigated. In rockwool highest total (4.57 kg · plant⁻¹) and marketable (4.41 kg · plant⁻¹) yield of tomato fruits was detected and lowest in expanded clay (4.43 kg · plant⁻¹ and 4.20 kg · plant⁻¹ respectively), but it was no significant differences. The research showed no significant effect of nutrient solution levels on the total and marketable yield of fruits. In tomato leaves higher potassium and sulphur content and lower nitrogen, calcium and magnesium concentration was observed by EC-2.8 nutrient solution, compared to EC-2.3 nutrient solution fertilizing.