

WPLYW CHELATÓW ŻELAZOWYCH LIBREL Fe-DP7, PIONIER Fe 13
I TOP 12 NA STAN ODŻYWIENIA MIKROELEMENTAMI POMIDORA
SZKLARNIOWEGO W WEŁNIE MINERALNEJ

Piotr Chohura¹, Andrzej Komosa², Eugeniusz Kołota¹

¹Katedra Ogrodnictwa, Akademia Rolnicza, ul. Rozbrat 7, 50-334 Wrocław

²Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych Akademia Rolnicza, ul. Zgorzelecka 4, 60-198 Poznań
e-mail: chohura@ozi.ar.wroc.pl

Streszczenie. Badano wpływ chelatów żelazowych Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 i Top 12 na stan odżywienia mikroelementami dwóch odmian pomidora szklarniowego – Cunero F₁ i DRW 5900 F₁ uprawianych w wełnie mineralnej. Wykazano, że badane chelaty żelazowe istotnie wpływały na zawartość żelaza w liściach pomidora szklarniowego odmian Cunero F₁ i DRW 5900 F₁. Najwyższą średnią zawartość żelaza 135,2 mg Fe·kg⁻¹ s.m. liści, stwierdzono u roślin nawożonych pożywką, w której źródłem żelaza był Librel Fe-DP7, natomiast istotnie niższe zawartości wykazano na chelatych Top 12 (123,1 mg Fe·kg⁻¹ s.m) i Pionier Fe 13 (128,7 mg Fe·kg⁻¹ s.m.). Chelaty żelazowe istotnie wpływały na stan odżywienia roślin manganem, miedzią i cynkiem. Najwyższą średnią zawartość manganu 251,0 mg Mn·kg⁻¹ s.m i miedzi 10,16 mg Cu·kg⁻¹ s.m. stwierdzono w roślinach nawożonych chelatem Librel Fe-DP7. Wykazano istotny wpływ chelatów żelazowych na różnicowanie się stanu odżywienia roślin cynkiem. Najwyższą średnią zawartość cynku – 38,8 mg Zn·kg⁻¹ s.m. – miały liście roślin nawożonych pożywką zawierającą chelat Pionier Fe 13 a najniższą gdy stosowano Librel Fe-DP7. Liście odmiany Cunero F₁ charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością żelaza, manganu i cynku niż odmiana DRW 5900 F₁, jedynie zawartość miedzi była zbliżona u obydwu odmian.

Słowa kluczowe: chelaty, żelazo, mikroelementy, pomidor szklarniowy

WSTĘP

Ważną rolę w odżywianiu pomidora odgrywają mikroelementy. Pobieranie ich przez rośliny uzależnione jest od wielu czynników, przy czym właściwości genetyczne, fazy rozwojowa roślin oraz warunki środowiska mają zasadnicze znaczenie [1,3,4,15]. Mikroelementy mają duży wpływ na jakość plonu. Istnieje potrzeba wyznaczenia optymalnych zakresów mikroelementów dla roślin, umożliwiających ocenę stanu ich odżywienia [4,24]. Dane te mają duże znaczenie dla stosowania w praktyce kontrolowanego nawożenia roślin.

Żelazo jest ważnym mikroelementem niezbędnym do wzrostu pomidora. Jak podaje Wysocka-Owczarek [24] w praktyce często spotyka się niedożywienie pomidora tym mikroelementem, co objawia się w postaci typowej chlorozy najmłodszych liści [3,15]. W uprawach hydroponicznych żelazo stosowane jest najczęściej w formie chelatowej, zapobiegającej uwstecznianiu i zapewniającej jego dostępność w szerokim zakresie pH [13,22]. Optymalne zawartości żelaza w pożywkach podawane przez badaczy są bardzo zróżnicowane: Vogt [21] zaleca $0,8 \text{ mg Fe}\cdot\text{dm}^{-3}$, Atherton i in. [2] $1,0\text{-}1,2 \text{ mg Fe}\cdot\text{dm}^{-3}$ a Wysocka-Owczarek [23] $0,8\text{-}4,0 \text{ mg Fe}\cdot\text{dm}^{-3}$. Zawartość żelaza w pożywce i rodzaj chelatu (ligandu), który kompleksuje kationy Fe^{+2} lub Fe^{+3} , ma istotny wpływ na pobierania innych kationów przez rośliny, jak również występowanie antagonizmu jonowego [4, 8]. Według Wysockiej-Owczarek [23] stosunek Fe:Mn powinien wynosić (2-4):1. Szerszy stosunek Fe:Mn może obniżyć pobieranie manganu a węższy żelaza.

Celem badań było określenie wpływu chelatów Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 i Top 12 na dynamikę zawartości mikroelementów w liściach pomidora szklarniowego odmian Cunero F₁ i DRW 5900 F₁ uprawianych w wełnie mineralnej z zastosowaniem fertygacji kroplowej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia wegetacyjne przeprowadzono w szklarni Stacji Badawczo-Dydaktycznej Katedry Ogrodnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Część analityczną pracy wykonano w Katedrze Nawożenia Roślin Ogrodniczych Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Rośliny pomidora szklarniowego odmian Cunero F₁ i DRW 5900 F₁ uprawiano w wełnie mineralnej Grodan. Doświadczenia prowadzono od połowy stycznia (wysiew nasion) do końca października w latach 2004-2005. Opis warunków doświadczenia podano w I części pracy Kołota i in. [11].

W czasie uprawy pomidora pobierano próby liści, cztery razy w sezonie, w miesięcznych odstępach począwszy od maja. W częściach wskaźnikowych, którymi były 8-9 liść od wierzchołka – oznaczano ogólne zawartości żelaza, manganu, cynku i miedzi po wysuszeniu i mineralizacji materiału roślinnego „na mokro” w mieszaninie kwasów $\text{HNO}_3\text{:HClO}_4$ 3:1 (v/v). Oznaczenia mikroelementów wykonano metodą ASA Wyniki opracowano statystycznie, wykonując analizę wariancji dla układu dwuczynnikowego i obliczając najmniejsze istotne różnice (NIR) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane chelaty żelazowe istotnie wpływały na stan odżywienia pomidora żelazem (tab. 1). Najwyższa średnia zawartość żelaza w liściach, obliczona dla dwóch lat badań, czterech terminów i dwóch odmian, była u roślin nawożonych chelatem Librel Fe-DP7 – wynosiła 135,2 mg Fe·kg⁻¹ s.m. liści. Niższe zawartości stwierdzono dla chelatu Pionier Fe 13 – 128,7 mg Fe i Top 12 123,1 mg Fe·kg⁻¹ s.m. liści. Odmiana Cunero F₁ charakteryzowała się istotnie wyższą średnią zawartością żelaza – 141,3 mg Fe, niż odmiana DRW 5900 F₁ – 116,8 mg Fe·kg⁻¹ s.m. liści.

Dynamika zawartości żelaza w częściach wskaźnikowych pomidora charakteryzowała się dużą zmiennością. W pierwszym terminie analiz, średnia zawartość żelaza wynosiła 121,6 mg Fe, w kolejnym uległa niewielkiej obniżce do 114,0 mg Fe, aby w lipcu wzrosnąć do 161,9 mg Fe·kg⁻¹ s.m. liści. W ostatnim terminie sierpniowym stwierdzono istotny spadek średniej zawartości żelaza do 118,4 mg Fe·kg⁻¹ s.m. liści.

Podsumowując można stwierdzić, że wszystkie badane chelaty żelazowe Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 i Top 12 zapewniały wystarczającą dostępność żelaza. Odnotowane w częściach wskaźnikowych zawartości żelaza odpowiadały luksusowemu stanowi odżywienia pomidora żelazem. Jak podają Atherton i in. [2] zalecana zawartość żelaza powinna wynosić ponad 60,0 mg Fe·kg⁻¹ s.m. liści. W badaniach własnych stwierdzono znacznie wyższe zawartości żelaza w częściach wskaźnikowych. Podobne rezultaty uzyskali Chohura i Komosa [5] oraz Komosa i in. [12].

Chelaty żelazowe istotnie modyfikowały stan odżywienia pomidora manganem (tab. 2). Najwyższą średnią zawartość manganu obliczoną dla 2 odmian, 4 terminów i dwóch lat badań, miały rośliny uprawiane na chelacie Librel Fe-DP7 (251 mg Mn), niższą na Pionier Fe 13 (231,7 mg Mn) i najniższą na Top 12 (228,3 mg Mn·kg⁻¹ s.m. liści).

Analizując dynamikę zmian zawartości manganu można zauważyć, że w okresie od maja do czerwca jego zawartość w liściach intensywnie wzrastała z 127,5 do 286,8 mg Mn·kg⁻¹ s. m. liści, po czym uległa istotnej obniżce do 255,8 mg Mn, aby ponownie ulec zwiększeniu do średniej zawartości 278 mg Mn·kg⁻¹ s.m. liści. Odmiana Cunero F₁ charakteryzowała się istotnie wyższą średnią zawartością manganu w częściach wskaźnikowych (240,5 mg Mn) niż DRW 5900 F₁ (233,5 mg Mn·kg⁻¹ s.m. liści).

Średnia zawartość manganu wynosząca 237,05 mg Mn·kg⁻¹ s.m. liści była zbliżona do podawanej przez Bergmana [3] i mieściła się w bardzo szerokim przedziale zalecanym przez Athertona i in. [2], który wynosi 25-1000 mg Mn·kg⁻¹ s.m. liści. Zbliżone rezultaty pod względem zawartości manganu zostały odnotowane w badaniach Chohury i Komosa [7] pomimo wyższych zawartości manganu w pożywkach. Le Bot i in. [14] zwracają uwagę na możliwość fitotoksyczności manganu. Efektu takiego nie zaobserwowano w badaniach własnych, pomimo wysokiej zawartości Mn w liściach pomidora. Najwyższą średnią zawartość 338,9 mg Mn·kg⁻¹ s.m. odnoto-

wano w sierpniu w liściach odmiany Cunero F₁, nawożonych pożywką z chelatem Librel Fe DP7.

Najwyższą zawartością cynku w liściach charakteryzowały się rośliny nawożone żelazem, którego źródłem był chelat Pionier Fe 13 – 38,8 mg Zn, a najniższą Librel Fe DP7 – 36,7 mg Zn·kg⁻¹ s.m. Wszystkie średnie zawartości cynku w liściach dla chelatów różniły się istotnie. Również czynnik genetyczny, jakim była odmiana, różnicował stan odżywienia roślin tym składnikiem. Istotnie więcej cynku stwierdzono w liściach odmiany Cunero F₁ – 40,5 mg Zn, w porównaniu do odmiany DRW 5900 F₁ – 35,4 mg Zn·kg⁻¹ s. m. Nie stwierdzono takiego efektu w przypadku miedzi, której średnia zawartość w częściach wskaźnikowych obydwu odmian była taka sama.

W czasie wegetacji zawartość cynku ulegała istotnemu zróżnicowaniu w kolejnych terminach analiz. Najniższą średnią zawartość cynku – 31,5 mg Zn·kg⁻¹ s.m stwierdzono w maju. Następnie uległa ona istotnemu zwiększeniu osiągając najwyższą średnią zawartość w czerwcu – 41,4 mg Zn·kg⁻¹ s.m, po czym następował istotny jej spadek w kolejnych terminach analiz.

Średnia zawartość cynku na poziomie 38 mg Zn·kg⁻¹ s.m mieściła się w przedziale 25-250 ppm Zn podawanym przez Athertona i in. [2] i była zbliżona do danych Chohury i Komosy [7]. Większe zawartości cynku w liściach pomidora uprawianego w wełnie mineralnej zanotowała Turska [20].

Stan odżywienia pomidora miedzią w mniejszym stopniu był uzależniony od nawożenia żelazem, niż miało to miejsce w odniesieniu do manganu i cynku. Rośliny, które nawożono pożywką zawierającą chelat Pionier Fe 13, zawierały istotnie mniej miedzi 8,78 mg Cu·kg⁻¹ s.m. niż nawożone pożywkami z chelatami Librel DP7 i Top 12, których średnie nie różniły się istotnie (tab. 4).

Odmienne kształtowała się również dynamika zawartości miedzi. Średnia zawartość miedzi w maju wynosiła 9,13 mg Cu·kg⁻¹ s.m.. W czerwcu uległa obniżeniu do zawartości najniższej 9 mg Cu·kg⁻¹ s.m. W dalszych miesiącach wzrastała do 11,02 mg Cu·kg⁻¹ s.m. Średnia zawartość miedzi, obliczona dla wszystkich terminów analiz, wynosząca 9,68 mg Cu·kg⁻¹ s.m, była podobna do podawanej przez innych badaczy [5,6,12,20]. Mieściła się także w zaleceniach Athertona i in. [2], zalecającego powyżej 4 mg Cu·kg⁻¹ s.m. W uprawach produkcyjnych nie obserwuje się zaburzeń w odżywieniu roślin miedzią. Mogą one jednak wystąpić w uprawie torfowej roślin, ze względu na silną sorpcję chemiczną miedzi w tym podłożu.

Tabela 1. Wpływ chelatów Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 i Top 12 na zawartość żelaza w częściach wskaźnikowych pomidora szklarniowego odmian Cunero F₁ i DRW 5900 F₁ (mg Fe·kg⁻¹ s.m, średnie dla 2004-2005)

Table 1. Effect of iron chelates of Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 and Top 12 on iron content in the index parts of greenhouse tomato cv. Cunero F₁ and DRW 5900 F₁ (mg Fe kg⁻¹ d.m., means for 2004-2005)

Chelat – Chelate	Odmiana – Cultivar	Terminy analiz – Terms of analyses				Średnia Mean
		V	VI	VII	VIII	
Librel Fe DP 7	Cunero F ₁	118,4	140,1	205,3	136,1	150,1
	DRW 5900 F ₁	111,2	126,3	144,0	99,4	120,2
	średnia – mean	114,8	133,4	174,7	117,8	
Pionier Fe 13	Cunero F ₁	187,2	121,5	118,9	139,3	141,7
	DRW 5900 F ₁	97,9	90,9	164,2	109,5	115,6
	średnia – mean	142,5	106,2	141,6	124,4	
Top 12	Cunero F ₁	118,0	110,5	174,2	123,6	131,6
	DRW 5900 F ₁	97,1	94,0	164,4	102,7	114,6
	średnia – mean	107,6	102,3	169,3	113,2	
Średnia dla terminów analiz Mean for terms of analyses		121,6	114,0	161,9	118,4	
Średnia dla odmian – Mean for cultivars		Cunero F ₁ – 141,3		DRW 5900 F ₁ – 116,8		
Średnia dla chelatów – Mean for chelates		Librel Fe DP 7 – 135,2		Pionier Fe 13 – 128,7		Top 12 – 123,1

Czynniki: A – Terminy analiz, B – Chelaty, C – Odmiany/ Factors: A – Terms of analyses, B – Chelates, C – Cultivars.

NIR_{0,05} dla: A – 2,5, B – 2,2, C – 1,8, A x B – 4,3, A x C – 3,5, B x C – 3,1, A x B x C – 8,7.

LSD_{0,05} for: A – 2,5, B – 2,2, C – 1,8, A x B – 4,3, A x C – 3,5, B x C – 3,1, A x B x C – 8,7.

Tabela 2. Wpływ chelatów Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 i Top 12 na zawartość manganu w częściach wskaźnikowych pomidora szklarniowego odmian Cunero F₁ i DRW 5900 F₁ (mg Mn·kg⁻¹ s.m, średnie dla 2004-2005)

Table 2. Effect of iron chelates of Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 and Top 12 on manganese content in the index parts of greenhouse tomato cv. Cunero F₁ and DRW 5900 F₁ (mg Mn kg⁻¹ d.m., means for 2004-2005)

Chelat – Chelate	Odmiana – Cultivar	Terminy analiz – Terms of analyses				Średnia Mean
		V	VI	VII	VIII	
Librel Fe DP 7	Cunero F ₁	146,1	270,2	244,5	338,9	249,9
	DRW 5900 F ₁	129,7	313,8	263,1	301,9	252,1
	średnia – mean	137,9	292,0	253,8	320,4	
Pionier Fe 13	Cunero F ₁	125,1	301,5	239,4	284,6	237,7
	DRW 5900 F ₁	127,9	290,9	245,7	238,1	225,7
	średnia – mean	126,5	296,2	242,6	261,4	
Top 12	Cunero F ₁	123,8	259,2	279,4	273,1	233,9
	DRW 5900 F ₁	112,3	285,0	262,8	231,0	222,8
	średnia – mean	118,1	272,1	271,1	252,1	
Średnia dla terminów analiz, Mean for terms of analyses		127,5	286,8	255,8	278,0	
Średnia dla odmian, Mean for cultivars		Cunero F ₁ – 240,5		DRW 5900 F ₁ – 233,5		
Średnia dla chelatów, Mean for chelates		Librel Fe DP 7 – 251,0		Pionier Fe 13 – 231,7		Top 12 – 228,3

NIR_{0,05} dla: A – 3,2, B – 2,8, C – 2,3, A x B – 5,6, A x C – 4,6, B x C – 3,9, A x B x C – 11,2.

LSD_{0,05} for: A – 3,2, B – 2,8, C – 2,3, A x B – 5,6, A x C – 4,6, B x C – 3,9, A x B x C – 11,2.

Tabela 3. Wpływ chelatów Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 i Top 12 na zawartość cynku w częściach wskaźnikowych pomidora szklarniowego odmian Cunero F₁ i DRW 5900 F₁ (mg Zn·kg⁻¹ s.m, średnie dla 2004-2005)

Table 3. Effect of iron chelates of Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 and Top 12 on zinc content in the index parts of greenhouse tomato cv. Cunero F₁ and DRW 5900 F₁ (mg Zn kg⁻¹ d.m., means for 2004-2005)

Chelat – Chelate	Odmiana – Cultivar	Terminy analiz – Terms of analyses				Średnia Mean
		V	VI	VII	VIII	
Librel Fe DP 7	Cunero F ₁	36,6	38,7	35,4	35,0	36,4
	DRW 5900 F ₁	30,7	45,2	38,8	33,3	37,0
	średnia – mean	33,7	42,0	37,1	34,2	
Pionier Fe 13	Cunero F ₁	33,3	53,7	48,3	49,9	46,3
	DRW 5900 F ₁	29,3	33,9	29,5	32,7	31,4
	średnia – mean	31,3	43,8	38,9	41,3	
Top 12	Cunero F ₁	30,7	35,5	45,8	43,6	38,9
	DRW 5900 F ₁	28,3	41,1	42,5	35,3	36,8
	średnia – mean	29,5	38,3	44,2	39,5	
Średnia dla terminów analiz Mean for terms of analyses		31,5	41,4	40,1	38,3	
Średnia dla odmian – Mean for cultivars		Cunero F ₁ – 40,5		DRW 5900 F ₁ – 35,4		
Średnia dla chelatów – Mean for chelates		Librel Fe DP 7 – 36,7		Pionier Fe 13 – 38,8		Top 12 – 37,9

NIR_{0,05} dla: A – 0,6, B – 0,5, C – 0,4, A x B – 1,1, A x C – 0,9, B x C – 0,8, A x B x C – 2,2.

LSD_{0,05} for: A – 0,6, B – 0,5, C – 0,4, A x B – 1,1, A x C – 0,9, B x C – 0,8, A x B x C – 2,2.

Tabela 4. Wpływ chelatów Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 i Top 12 na zawartość miedzi w częściach wskaźnikowych pomidora szklarniowego odmian Cunero F₁ i DRW 5900 F₁ (mg Cu·kg⁻¹ s.m, średnie dla 2004-2005)

Table 4. Effect of iron chelates of Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 and Top 12 on copper content in the index parts of greenhouse tomato cv. Cunero F₁ and DRW 5900 F₁ (mg Cu kg⁻¹ d.m., means for 2004-2005)

Chelat – Chelate	Odmiana – Cultivar	Terminy analiz – Terms of analyses				Średnia Mean
		V	VI	VII	VIII	
Librel Fe DP 7	Cunero F ₁	10,07	8,45	9,48	10,78	9,70
	DRW 5900 F ₁	9,63	10,68	9,57	12,65	10,63
	średnia – mean	9,85	9,57	9,53	11,72	
Pionier Fe 13	Cunero F ₁	8,88	8,25	8,85	10,68	9,17
	DRW 5900 F ₁	8,50	7,73	8,23	9,15	8,40
	średnia – mean	8,69	7,99	8,54	9,92	
Top 12	Cunero F ₁	8,73	9,11	10,67	12,15	10,17
	DRW 5900 F ₁	8,96	9,78	10,56	10,70	10,00
	średnia – mean	8,85	9,45	10,62	11,43	
Średnia dla terminów analiz, Mean for terms of analyses		9,13	9,00	9,63	11,02	
Średnia dla odmian, Mean for cultivars		Cunero F ₁ – 9,68		DRW 5900 F ₁ – 9,68		
Średnia dla chelatów, Mean for chelates		Librel Fe DP 7 – 10,16		Pionier Fe 13 – 8,78		Top 12 – 10,08

NIR_{0,05} dla: A – 0,12, B – 0,10, C – r.n., A x B – 0,21, A x C – 0,17, B x C – 0,15, A x B x C – 0,42.

LSD_{0,05} for: A – 0,12, B – 0,10, C – r.n., A x B – 0,21, A x C – 0,17, B x C – 0,15, A x B x C – 0,42.

WNIOSKI

Na podstawie dwuletnich badań, dotyczących wpływu chelatów Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 i Top 12, na zawartość mikroelementów w liściach pomidora szklarniowego odmian Cunero F₁ i DRW 5900 F₁, uprawianych w wełnie mineralnej z zastosowaniem fertygacji kroplowej stwierdzono, że:

1. Chelaty żelazowe istotnie wpływały na zawartość żelaza w liściach pomidora szklarniowego. Najwyższą średnią zawartość żelaza stwierdzono u roślin uprawianych na pożywkach, w których źródłem żelaza był Librel Fe-DP7, niższe natomiast zawartości wykazano w obiektach z chelatami Top 12 i Pionier Fe 13.

2. Chelaty żelazowe istotnie wpływały na stan odżywienia roślin manganem. Najwyższą zawartość manganu w liściach pomidora stwierdzono u roślin nawożonych chelatem Librel Fe-DP7, niższą Top 12, a najniższą Pionier Fe 13.

3. Wykazano istotny wpływ chelatów żelazowych na stan odżywienia roślin cynkiem. Najwyższą średnią zawartość cynku miały liście roślin w których źródłem żelaza w pożywce był Pionier Fe 13, niższą gdy stosowano Librel Fe-DP7, a najniższą Top 12.

4. Zawartość miedzi w liściach pomidora była istotnie wyższa na chelatach Librel Fe-DP7 i Top 12, niż na chelacie Pionier Fe 13.

5. Liście odmiany Cunero F₁ charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością żelaza, manganu i cynku niż odmiany DRW 5900 F₁. Zawartość miedzi nie różniła się istotnie w obydwu odmianach.

6. Chelat żelazowy Librel Fe-DP7 produkowany na nośniku DTPA, miał większy wpływ na stan odżywienia roślin żelazem i manganem, niż chelaty żelazowe Top 12 i Pionier Fe 13 produkowane na nośniku EDTA. Efektu takiego nie stwierdzono w badaniach stanu odżywienia roślin cynkiem i miedzią.

PIŚMIENNICTWO

1. **Alvarez-Fernandez A., Garate A., Juarez M., Lucena J.J.:** Tomato acquisition of iron from iron chelates in a calcareous sandy substrate. *J. Plant Nutr.*, 19 (8-9), 1279-1293, 1996.
2. **Atherton J.G., Rudich J., Adams P.:** The tomato crop. A scientific basic for improvement. Chapman and Hall., London, New York. 281-334, 1986.
3. **Bergmann W.:** Nutritional disorders of plants. Development, visual and analytical diagnosis. Gustaw Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York. 133-151, 247-266, 1992.
4. **Breś W., Golcz A., Komosa A., Kozik E., Tyksiński W.:** Nawożenie roślin ogrodniczych. Wydawnictwo AR Poznań, 2005.
5. **Chohura P. Komosa A.:** Wpływ podłoża inertnych i składu pożywek na plonowanie pomidora szklarniowego. Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych. Ogólnopolska Konferencja Naukowa, 118-122, Lublin 8-9czerwca 1998.

6. **Chohura P., Komosa A., Kołota E.:** Ocena skuteczności działania chelatowych i mineralnych form manganu i miedzi w uprawie pomidora szklarniowego w wełnie mineralnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 505-512, 2004.
7. **Chohura P., Komosa A.:** Nutrition status of greenhouse tomato grown in inert media. Part II. Microelements. Acta Scientiarum Polonorum Seria Hortorum Cultus, 2(2), 15-24, 2003.
8. **Gorlach E., Mazur T.:** Chemia Rolna. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2002.
9. **Halmann E., Kobryń J.:** Fruit quality estimation of two tomato types (*Lycopersicon esculentum* Mill. and *Lycopersicon* var. *cerasiforme*) grown on rockwool in the glashouse. Folia Hort. Ann., 14/1, 79-86, 2002.
10. **Kobryń J.:** The effect of type on the yield and quality of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in glasshouse cultivation. Folia Hort. Ann., 14/1, 53-59, 2002.
11. **Kołota E., Komosa A., Chohura P.:** Wpływ chelatów żelazowych Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 Top 12 na plonowanie pomidora szklarniowego uprawianego w wełnie mineralnej. Acta Agrophysica, 7(3), 599-609, 2006.
12. **Komosa A., Kołota E., Chohura P.:** Usefulness of iron chelates for fertilization of greenhouse tomato cultivated in rockwool. Vegetable Crops Research Bulletin, 55, 35-39, 2001.
13. **Komosa A., Roszyk J.:** Dostępność żelaza z chelatów żelazowych w pożywkach stosowanych do fertygacji. VIII Konf. Nauk. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnich – Zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”, 106-109, Warszawa 20-21.06.2000.
14. **Le-Bot J., Kirbky E. A., Van-Beusichem M. L.:** Manganese toxicity in tomato plants: effects on cations uptake and distribution. Journal of Plant Nutrition, 13, 513-525, 1990.
15. **Marschner H.:** Mineral nutrition in higher plants. Academic Press, London, 1986.
16. **Nurzyński J., Jarosz Z., Kalbarczyk M.:** Uprawa pomidora szklarniowego w podłożu z piasku, wełny i torfu. Folia Horticulturae Supplement, (1), 489-491, 2003.
17. **Nurzyński J., Rubinkiewicz M., Kalbarczyk M.:** Piasek jako podłoże w uprawie pomidora szklarniowego. Roczniki Naukowe Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCXLI (35), 53-57, 2002.
18. **Nurzyński J.:** Plon i skład chemiczny owoców pomidora uprawianego na różnych podłożach. w: „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnich” Ogólnopolska Konferencja Naukowa AR Lublin, 239-242, 8-9 czerwca 1998.
19. **Pawińska A., Komosa A.:** Plonowanie i stan odżywienia pomidora szklarniowego odmiany Recento F₁ uprawianego w podłożach organicznych i inertych. Roczniki Naukowe Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCXLI (35), 125-131, 2002.
20. **Turska B.:** Zmiany składu pożywki w środowisku korzeniowym pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach inertych. Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Ogrodniczy. Praca magisterska, Poznań 1999.
21. **Vogt W.:** Nutrient uptake of year round tomato crops. Acta Hort., 339, 99-112, 1993.
22. **Wreesmann C.:** Chelated micro-nutrients for soilless culture. ISOSC Proceedings of the 9th International Congress on Soilless Culture. St Helier, Jersey, 559-572, 12-19 April 1996.
23. **Wysocka-Owczarek M.:** Pomidory pod osłonami. Uprawa tradycyjna i nowoczesna. Hortpress Warszawa, 166-187, 1998.
24. **Wysocka-Owczarek M.:** Zaburzenia wzrostu i rozwoju pomidora. Plantpress, Kraków, 2001.

EFFECT OF IRON CHELATES OF LIBREL FE-DP7, PIONIER FE 13
AND TOP 12 ON NUTRITIONAL STATUS OF MICROELEMENTS
OF GREENHOUSE TOMATO GROWN IN ROCKWOOL

Piotr Chohura¹, Andrzej Komosa², Eugeniusz Kołota¹

¹Department of Horticulture, Agricultural University, ul. Rozbrat 7, 50-334 Wrocław

²Department of Horticultural Plant Nutrition, Agricultural University
ul. Zgorzelecka 4, 60-198 Poznań
e-mail: kolota@ozi.ar.wroc.pl

Abstract. The subject of the investigation was the effect of iron chelates Librel Fe-DP7, Pionier Fe 13 and Top 12 on the state of microelement nutrition of two greenhouse tomato cultivars – Cunero F₁ and DRW 5900 F₁ – grown in rockwool. The results of the study proved that iron chelates significantly influenced the iron content in the index parts (8-9th leaf from the top) of greenhouse tomato. The highest average iron content – 135.2 mg Fe kg⁻¹ d. m. - was recorded for plants fertilized with nutrient solution containing Librel Fe-DP7 as the source of iron, while significantly lower values were obtained for chelates Top 12 – 123.1 mg Fe kg⁻¹ d. m and Pionier Fe 13 – 128.7 mg Fe kg⁻¹ d.m. Iron chelates significantly affected the state of plant nutrition by manganese, zinc and copper. The highest average manganese and copper contents (251.0 mg Mn kg⁻¹ d. m. and 10.16 mg Cu kg⁻¹ d.m. respectively) were determined in plants fertilized with Librel Fe-DP7. The highest average zinc value (38.8 mg Zn kg⁻¹ d.m.) was found in the leaves of tomato fertilized with the solution containing Pionier Fe 13, while the lowest one featured when Librel Fe-DP7 were used. The index parts of Cunero F₁ cultivar were characterized by considerably higher content of iron, manganese and zinc than DRW 5900 F₁ cv., except for copper content which showed the same average value for both cultivars.

Key words: greenhouse tomato, yielding, fertilization, iron chelates