

WPŁYW PODŁOŻY I POŻYWEK NA STAN ODŻYWIENIA POMIDORA SZKLARNIOWEGO AZOTEM, FOSFOREM I POTASEM

Anna Pawlińska, Andrzej Komosa

Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Akademia Rolnicza
ul. Zgorzelecka 4, 60-198 Poznań,
e-mail: ankom@au.poznan.pl

Streszczenie. Doświadczenia przeprowadzono w latach 1999-2002. Badano wpływ zróżnicowanych poziomów składników pokarmowych w pożywkach oraz podłożu inertnych i organicznych na stan odżywienia pomidora szklarniowego odmiany 'Cunero' azotem, fosforem i potasem. W pożywce I zastosowano standardowe poziomy składników pokarmowych, wynoszące: (N-NH₄ < 14,0; N-NO₃ 210,0; P 62,0; K 371,0; Ca 190,0; Mg 55,0; S-SO₄ 120,0; Fe 1,500; Mn 0,650; Zn 0,500; B 0,420; Cu 0,070; Mo 0,070; pH 5,50; EC 3,2 mS·cm⁻¹, natomiast w II pożywce zwiększono zawartość składników o 20 %. Rośliny uprawiano w podłożach inertnych: wełnie mineralnej i keramzycie oraz organicznych: trocinach z drzew iglastych i mieszaninie torfu z korą w stosunku 1:1 (v/v). Zawartość N, P i K analizowano w części wskaźnikowej pomidora szklarniowego, którą był 9-ty w pełni rozwinięty liść od wierzchołka rośliny. Wykazano, że pomidor szklarniowy uprawiany w podłożach inertnych charakteryzował się wyższym stanem odżywienia fosforem i potasem, niż w podłożach organicznych. Nie wykazano natomiast istotnych różnic dla azotu.

Słowa kluczowe: podłoża inertne, podłoża organiczne, stan odżywienia, pomidor

WSTĘP

Nowoczesne metody uprawy roślin pod osłonami prowadzone są zarówno w podłożach inertnych jak i organicznych. Przykładem bardzo często używanego podłoża inertnego jest wełna mineralna [9]. Jest to podłoże sterylne, wolne od patogenów, substancji toksycznych i balastowych. Posiada stabilne warunki powietrznowodne, dzięki czemu stwarza dobre warunki dla rozwoju systemu korzeniowego. Do wad należy zaliczyć trudność w utylizacji po zakończeniu uprawy [1,7,10].

W aspekcie ochrony środowiska, poważną alternatywą dla upraw w podłożach inertnych są uprawy w podłożach organicznych. Istotną zaletą tych podłoży jest ich biodegradalność. Podłoża organiczne po zakończeniu uprawy roślin mogą

być wykorzystane jako nawozy organiczne. Mankamentem tych podłoży są trudności w precyzyjnym odżywianiu roślin w wyniku właściwości sorpcyjnych. Można jednak temu zapobiec przez okresowe kontrolowanie zasobności podłoża.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu podłoży inertnych (wełny mineralnej i keramzytu) oraz organicznych (trocin sosnowych i mieszaniny torfu z korą 1:1 v/v) przy dwóch poziomach nawożenia na stan odżywienia azotem, fosforem i potasem pomidora szklarniowego odmiany 'Cunero'.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia przeprowadzono w latach 1999-2002, w gospodarstwie ogrodniczym w Mojeszu k/Lwówka Śląskiego. Badano wpływ składu chemicznego pożywek i rodzaju podłoży na stan odżywienia pomidora szklarniowego odmiany 'Cunero' azotem, fosforem i potasem. Zastosowano dwa poziomy nawożenia – I: N-NH₄ < 14; N-NO₃ 210; P 62; K 371; Ca 190; Mg 55; S-SO₄ 120; Fe 1,5; Mn 0,65; Zn 0,5; B 0,42; Cu 0,07; Mo 0,07; pH 5,5; EC 3,2 mS·cm⁻¹, oraz II (o 20% wyższy): N-NH₄ < 14; N-NO₃ 252; P 74,4; K 445,2; Ca 228; Mg 66; S-SO₄ 144; Fe 1,8; Mn 0,78; Zn 0,6; B 0,504; Cu 0,084; Mo 0,084; pH 5,5; EC 3,8 mS·cm⁻¹. Rośliny uprawiano w podłożach inertnych - wełnie mineralnej i keramzycie oraz organicznych – nie kompostowanych trocinach z drzew iglastych i mieszaninie torfu z korą (1:1 v/v). Torf z korą mieszano bezpośrednio przed założeniem doświadczenia.

Doświadczenia założono metodą bloków losowanych w 5 powtórzeniach. Jedno powtórzenie obejmowało 12 roślin rosnących w 4 matach lub 4 skrzynkach. Do fertygacji użyto dozownik Mini – Mono 99. Stosowano 20-30% odpływ nadmiaru pożywki z wełny mineralnej i keramzytu, natomiast nie stosowano odpływu w podłożach organicznych. Długość i częstotliwość fertygacji była dostosowana do fazy rozwojowej roślin oraz warunków klimatycznych. Na 1 roślinę stosowano 3-3,5 dm³ pożywki dziennie w uprawie w podłożach inertnych lub 2,5-3 dm³ w podłożach organicznych. Fertygacja podłoży inertnych sterowana była matą startową, a organicznych przy zastosowaniu Soltimera i programatorem czasowym. Pożywkę dostarczano roślinom systemem kapilar z kompensacją ciśnienia.

Podczas wegetacji – w lipcu, sierpniu i wrześniu- pobierano do badań próby liści. Częścią wskaźnikową był 9 – ty liść od wierzchołka. Na 1 średnią próbę liści z danego powtórzenia składało się 6 liści; dana kombinacja reprezentowana była przez 30 liści (6 liści x 5 powtórzeń). Liście były suszone w temperaturze 45-50°C i mielone. W celu oznaczenia ogólnych form fosforu i potasu liście spalano na „mokro” w kwasie siarkowym. Do oznaczenia azotu liście spalono w kwasie sulfosalicylowym. Po spaleniu N-ogółem – oznaczono metodą Kjeldahla w aparacie destylacyjnym Parnasa-Wagnera, P – kolorymetrycznie z molibdenia-

nem amonu, K – metodą fotometrii płomieniowej. Wszystkie oznaczenia wykonano według IUNG [4]. Wyniki opracowano statystycznie na podstawie analizy wariancji dla doświadczeń 3 – czynnikowych i obliczeniu NIR dla $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania zawartości azotu w częściach wskaźnikowych pomidora odmiany ‘Cunero’ w zależności od rodzaju podłoża, jakkolwiek najwyższą zawartość miały rośliny rosnące w trocinach (4,28%), następnie w keramzycie (4,25%), wełnie mineralnej (4,24%) i mieszaninie torfu z orą (4,2 N) (tab. 1) Nie wykazano również istotnego wpływu poziomów nawożenia na stan odżywienia roślin azotem. Stwierdzono natomiast istotny wpływ lat badań, przy czym najwyższą zawartość azotu miały rośliny w 1999 roku (4,5%), mniejszą w 2001 (4,35%), a najmniejszą w 2000 (3,88% N).

Tabela 1. Wpływ poziomów nawożenia i podłoża na zawartość azotu w częściach wskaźnikowych pomidora szklarniowego odmiany ‘Cunero’ (% N w s.m. liści)

Table 1. Influence of fertilization levels and substrates on content of nitrogen in the index parts of greenhouse tomato cv. ‘Cunero’ (% N in d. m.)

Lata Years (A)	Poziom I (B) – Level I (B)				Śred- nia Mean (AxB)	Poziom II (B) – Level II (B)				Śred- nia Mean (AxB)	Śred- nia Mean (A)
	WM (C)	K (C)	T (C)	T + K (C)		WM (C)	K (C)	T (C)	T + K (C)		
1999	4,47	4,40	4,50	4,53	4,47	4,46	4,56	4,63	4,46	4,53	4,50
2000	3,80	3,96	3,80	3,73	3,82	3,96	3,90	3,93	4,00	3,95	3,88
2001	4,40	4,26	4,33	4,23	4,30	4,40	4,40	4,53	4,26	4,40	4,35
Średnia Mean (B x C)	4,22	4,21	4,21	4,16		4,27	4,29	4,36	4,24		
Średnia Mean (B)		4,20					4,29				
Średnia Mean (C)	WM (I+II) 4,24		K (I+II) 4,25			T (I+II) 4,28		T + K (I+II) 4,20			

WM – wełna mineralna – rockwool, K – keramzyt – expanded clay, T – trociny – sawdust, T+ K – torf + kora – peat + bark. Czynniki – factors: A – lata – years, B – poziomy nawożenia – fertilization levels, C – podłoża – substrates.

NIR_{0,05} dla A – LSD_{0,05} for A = 0,13; NIR_{0,05} dla B – LSD_{0,05} for B – r.n.; NIR_{0,05} dla C – LSD_{0,05} for C – r.n.; NIR_{0,05} dla AxB – LSD_{0,05} for A x B – r.n.; NIR_{0,05} dla B x C – LSD_{0,05} for BxC – r.n.; NIR_{0,05} dla A x B x C – LSD_{0,05} for A x B x C – r.n.; r.n. – różnice nieistotne, not significant differences.

Wykazano istotny wpływ podłoża, poziomów nawożenia oraz lat badań na zawartość fosforu w częściach wskaźnikowych odmiany 'Cunero' (tab. 2). Rośliny uprawiane w wełnie mineralnej i keramzycie miały istotnie wyższe zawartości fosforu (0,76 i 0,72% P) niż w podłożach organicznych (0,68% P). Wykazano pozytywną reakcję roślin na zawartość fosforu w pożywce. Przy wyższym stężeniu fosforu w pożywce rośliny charakteryzowały się lepszym stanem odżywienia – wzrost z 0,68 do 0,74% P. Największą zawartość fosforu stwierdzono w latach 2000-2001 (0,83-0,87% P), gdy w 1999 tylko 0,43% P.

Tabela 2. Wpływ poziomów nawożenia i podłoża na zawartość fosforu w częściach wskaźnikowych pomidora szklarniowego odmiany 'Cunero' (% P w s.m. liści)

Table 2. Influence of fertilization levels and substrates on the content of phosphorus in the index parts of greenhouse tomato var. 'Cunero' (% P in d. m. of leaves)

Lata Years (A)	Poziom I (B) – Level I (B)				Śred- nia Mean (AxB)	Poziom II (B) – Level II (B)				Śred- nia Mean (AxB)	Śred- nia Mean (A)
	WM (C)	K (C)	T (C)	T + K (C)		WM (C)	K (C)	T (C)	T + K (C)		
1999	0,43	0,43	0,40	0,40	0,41	0,50	0,43	0,46	0,43	0,45	0,43
2000	0,90	0,86	0,70	0,76	0,80	0,93	0,83	0,86	0,86	0,87	0,83
2001	0,90	0,86	0,80	0,80	0,84	0,90	0,93	0,90	0,86	0,90	0,87
Średnia Mean (BxC)	0,74	0,72	0,63	0,65		0,78	0,73	0,74	0,72		
Średnia Mean (B)	0,68					0,74					
Średnia Mean (C)	WM (I+II) 0,76		K (I+II) 0,72			T (I+II) 0,68		T + K (I+II) 0,68			

WM – wełna mineralna – rockwool, K – keramzyt – expanded clay, T – trociny – sawdust, T + K – torf + kora – peat + bark. Czynniki – factors: A – lata – years, B – poziomy nawożenia – fertilization level, C – podłoża – substrates.

NIR_{0,05} dla A – LSD_{0,05} for A = 0,04; NIR_{0,05} dla B – LSD_{0,05} for B = 0,03; NIR_{0,05} dla C – LSD_{0,05} for C = 0,05; NIR_{0,05} dla AxB – LSD_{0,05} for AxB – r.n.; NIR_{0,05} dla B x C – LSD_{0,05} for B x C – r.n.; NIR_{0,05} dla A x B x C – LSD_{0,05} for A x B x C – r.n.; r.n. – różnice nieistotne, not significant differences.

Podobnie jak w przypadku fosforu, stwierdzono istotny wpływ podłoża, poziomów nawożenia oraz lat badań na zawartość potasu w częściach wskaźnikowych pomidora (tab. 3). Wyższe zawartości potasu były w roślinach uprawianych w wełnie mineralnej i keramzycie (6,21 i 5,92% K), niższe natomiast w trocinach (5,83%) i mieszaninie torfu z korą (5,75% K). Różnica między podłożami inertnymi – wełną mineralną i keramzytem była istotna, nie udowodniono natomiast istotności różnic między trocinami a mieszaniną torfu z korą.

Tabela 3. Wpływ poziomów nawożenia i podłoży na zawartość potasu w częściach wskaźnikowych pomidora szklarniowego odmiany 'Cunero' (% K w s.m. liści)**Table 3.** Influence of fertilization levels and substrates on content of potassium in the index parts of greenhouse tomato var. 'Cunero' (% K in d. m. of leaves)

Lata Years (A)	Poziom I (B) – Level I (B)				Średnia Mean (AxB)	Poziom II (B) – Level II (B)				Średnia Mean (AxB)	Śred- nia Mean (A)
	WM (C)	K (C)	T (C)	T + K (C)		WM (C)	K (C)	T (C)	T + K (C)		
1999	6,54	6,10	5,90	5,83	6,09	6,76	6,33	6,53	6,26	6,47	6,28
2000	5,50	5,40	5,00	5,06	5,24	5,63	5,46	5,56	5,70	5,59	5,41
2001	6,43	6,13	5,80	5,80	6,04	6,43	6,13	6,20	5,90	6,16	6,10
Średnia Mean (BxC)	6,15	5,88	5,57	5,56		6,27	5,97	6,10	5,95		
Średnia Mean (B)			5,79					6,07			
Średnia Mean (C)	WM (I+II) 6,21		K (I+II) 5,92			T (I+II) 5,83		T + K (I+II) 5,75			

WM – wełna mineralna – rockwool, K – keramzyt – expanded clay, T – trociny – sawdust, T+ K – torf + kora – peat + bark. Czynniki – factors: A – lata – years, B – poziomy nawożenia – fertilization level, C – podłoża – substrates.

NIR_{0,05} dla A – LSD_{0,05} for A = 0,20; NIR_{0,05} dla B – LSD_{0,05} for B = 0,16; NIR_{0,05} dla C – LSD_{0,05} for C = 0,23; NIR_{0,05} dla A x B – LSD_{0,05} for A x B – r.n.; NIR_{0,05} dla B x C – LSD_{0,05} for B x C – r.n.; NIR_{0,05} dla A x B x C – LSD_{0,05} for AxBxC – r.n.; r.n. – różnice nieistotne, not significant differences.

Rośliny uprawiane na wyższym poziomie nawożenia wykazywały również lepszy stan odżywienia potasem – wzrost z 5,79 do 6,07% K. Istotnie wyższe zawartości były w roślinach w latach 1999 i 2001 (6,28 i 6,10% K), niż w roku 2000 (5,41% K).

W tabeli 4 zestawiono średnie zawartości azotu, fosforu i potasu w częściach wskaźnikowych pomidora odmiany 'Cunero' w zależności od podłoży, poziomów nawożenia i lat badań. Z przedstawionych danych wynika, że największy wpływ na zróżnicowanie zawartości składników miały lata badań. Zwiększenie poziomów składników w pożywce o 20% zwiększało zawartość azotu, fosforu i potasu w liściach, jakkolwiek wpływ ten był istotny tylko dla fosforu i potasu. Wpływ podłoży na zawartość składników był zróżnicowany. Dla azotu nie został udo- wodniony statystycznie, natomiast zaznaczył się dla fosforu i potasu. Rośliny uprawiane w podłożach inertnych wykazywały wyższą zawartość tych składni- ków niż w podłożach organicznych.

Tabela 4. Zestawienie średnich zawartości azotu, fosforu i potasu w częściach wskaźnikowych pomidora szklarniowego odmiany 'Cunero' w zależności od lat badań, poziomów nawożenia i podłoży (% w s.m.)

Table 4. List of mean contents of nitrogen, phosphorus and potassium in the the index parts of greenhouse tomato var. 'Cunero' in dependence on years of studies, fertilization levels and substrates (% d.m.)

Składnik Nutrient	Lata – Years			Poziomy nawożenia Fertilization levels		Podłoża – Substrates				Średnia Mean
	1999	2000	2001	I	II	WM	K	T	T+K	
N	4,50	3,88	4,35	4,20	4,29	4,24	4,25	4,28	4,20	4,24
P	0,43	0,83	0,87	0,68	0,74	0,76	0,72	0,68	0,68	0,71
K	6,28	5,41	6,10	5,79	6,07	6,21	5,92	5,83	5,75	5,93

WM – wełna mineralna – rockwool, K – keramzyt – expanded clay, T – trociny – sawdust, T+ K – torf + kora – peat + bark.

Stosunek N:P:K w częściach wskaźnikowych pomidora (9-ty liść od wierzchołka) dla uprawy w wełnie mineralnej wynosił 1:0,18:1,46, keramzycie 1:0,17:1,39, torfie 1:0,16:1,36 i mieszaninie torfowo-korowej 1:0,16:1,37, przy średnim dla wszystkich podłoży 1:0,17:1,40. Wyższy stosunek N:K w obiektach z podłoży inertnych jest wynikiem wyższej zawartości potasu w liściach przy zbliżonej zawartości azotu niezależnie od rodzaju podłoża.

DYSKUSJA

W badaniach własnych zawartość azotu w częściach wskaźnikowych roślin pomidora wynosiła 3,88-4,5% N, fosforu 0,43-0,87% P i potasu 5,41-6,28% K. Zawartość azotu mieści się w zakresie od 4,10 do 5,00% N w s.m. liści podawanym dla uprawy w wełnie mineralnej przez Komosę [3].

W ogólnej ocenie, zawartości azotu, fosforu i potasu uzyskane w przeprowadzonych doświadczeniach dla uprawy pomidora w wełnie mineralnej są wyższe, niż podaje Michałojć i Nowak [5]. Jednak w porównaniu z badaniami Jarosza i Horodko [2], średnie zawartości azotu (4,24% N) oraz fosforu (0,76% P) zbadane przez autorów dla uprawy w wełnie mineralnej są do nich zbliżone (odpowiednio 4,20% N i 0,85% P). W doświadczeniach własnych stwierdzono wyższe zawartości potasu (6,21% K), niż podaje literatura (5,32% K). Nurzyński i in. [6] wykazali w częściach wskaźnikowych pomidora uprawianego w wełnie mineralnej mniej azotu, fosforu i potasu (odpowiednio 3,28% N, 0,53% P i 3,85% K), niż w badaniach autorów.

Rośliny uprawiane w keramzycie zawierały więcej azotu (4,25% N) i potasu (5,92% K), niż wykazano we wcześniejszych badaniach Jarosza i Horodko [2] –

wynosiły odpowiednio 4,06% N i 5,25% K. Zawartość fosforu w niniejszych badaniach była zbliżona do danych literaturowych.

Wyniki doświadczeń przeprowadzonych przez autorów potwierdziły wyższą zawartość fosforu i potasu w częściach wskaźnikowych pomidora uprawianego w podłożach inertnych niż w podłożach organicznych [8].

WNIOSKI

1. Pomidor szklarniowy odm. 'Cunero' uprawiany w podłożach inertnych (wełnie mineralnej i keramzycie) wykazywał wyższą zawartość fosforu i potasu w częściach wskaźnikowych niż uprawiany w podłożach organicznych (trocinach z drzew iglastych i mieszaninie torfu z korą 1:1 v/v). Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu podłoża na zawartość azotu.

2. Zawartość fosforu i potasu w częściach wskaźnikowych pomidora była wyższa u roślin uprawianych w wełnie mineralnej niż w keramzycie.

3. Stwierdzono pozytywny wpływ wzrostu poziomu nawożenia na poprawę stanu odżywienia roślin fosforem i potasem.

4. Rośliny pomidora uprawiane w podłożach inertnych miały szerszy stosunek N:P:K w częściach wskaźnikowych (9-ty liść od wierzchołka) niż w podłożach organicznych. Dla podłoża inertnych stosunek N:P:K wynosił 1:(0,17-0,18): (1,39-1,46) natomiast dla organicznych 1:0,16: (1,36-1,37).

PIŚMIENNICTWO

1. **Bartkowski K.:** Fytozell – nowy substrat dla upraw bezglebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., 461, 101-109, 1998.
2. **Jarosz Z., Horodko K.:** Polonowanie i skład chemiczny pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach inertnych. Roczn. AR Pozn. CCCLVI, Ogrodn., 37, 81-86, 2004.
3. **Komosa A.:** Analiza podłoża i rośliny jako wskaźniki odżywiania pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach inertnych. Symp. 'Technologie uprawy pomidorów'. Poznań, 26. 11.1999, 37 - 45, 1999.
4. **IUNG:** Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. II. Badanie materiału roślinnego. IUNG, Puławy, 25-83, 1972.
5. **Michałojć Z., Nowak L.:** Plonowanie i skład chemiczny pomidora uprawianego w podłożach inertnych. VIII Konf. Nauk., Warszawa 20-21 czerwca 2000 r. „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnich. Zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”, 70-72, 2000.
6. **Nurzyński J., Kalbarczyk M., Nowak L.:** Zmiany zawartości N, P, K, Ca, Mg w podłożach i w liściach pomidora w okresie wegetacji. Roczn. AR Pozn. CCCLVI, Ogrodn., 37, 167-172, 2004.
7. **Papadopoulos A.P., Pararajasingham S., Khosla S.:** An evaluation of nutrient film technique and closed rockwool and polyurethane foam for sweet pepper production in greenhouses. Ann. Rep., Greenhouse and Processing Research Centre in Harrow, Kanada, 6-14, 1999.
8. **Pawlińska A., Komosa A.:** Plonowanie oraz stan odżywienia pomidora szklarniowego odmiany 'Recento' uprawianego w podłożach organicznych i inertnych. Roczn. AR w Pozn. CCCXLI, Ogrodn., 35, 125-131, 2002.

9. **Piróg J.:** Bezglebowa uprawa pomidora w nowoczesnej szklarni. Symp. „Technologie uprawy pomidorów”. Poznań, 26.11.1999, 5-6, 1999.
10. **Piróg J.:** Wpływ podłoża organicznych i mineralnych na wysokość plonu i jakość owoców pomidora szklarniowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 466, 479-491, 1999.

EFFECT OF SUBSTRATES AND NUTRIENT SOLUTIONS
ON THE STATUS OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM
IN GREENHOUSE TOMATO

Anna Pawlińska, Andrzej Komosa

Department of Horticultural Plant Nutrition, Agricultural University
ul. Zgorzelecka 4, 60-198 Poznań
e-mail: ankom@au.poznan.pl

Abstract. The experiments were made in the years 1999-2002 in a horticultural farm in Mojesz near Lwówek Śląski with the objective of testing the effect of different levels of nutrient solutions and inert or organic substrates on the nitrogen, phosphorus and potassium status of greenhouse tomato cv. 'Cunero'. In nutrient solution No. I standard levels of macro and microelements were used, as follows: $\text{NH}_4 < 14,0$; N-NO_3 210,0; P 62,0; K 371,0; Ca 190,0; Mg 55,0; S-SO₄ 120,0; Fe 1,500; Mn 0,650; Zn 0,500; B 0,420; Cu 0,070; Mo 0,070; pH 5,50; EC 3,2 mS·cm⁻¹. In solution No. II nutrient levels were higher by 20 %. Plants were grown in the inert media: rockwool and expanded clay, or in the organic ones: sawdust and mixture of peat and bark from coniferous trees 1:1 (v/v). Contents of N, P and K were determined in the index part of greenhouse tomato which was the 9-th leaf from the top of the plant. It was shown that greenhouse tomato grown in the inert media had higher status of phosphorus and potassium nutrition than that grown in organic substrates. There were no significant differences for nitrogen.

Key words: inert media, organic media, nutrient status, tomato