

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych Akademii Rolniczej w Lublinie

KATARZYNA DZIDA

Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem na zawartość składników pokarmowych w podłożu i liściach pomidora szklarniowego.

Cz. II. Uprawa jesienna

The Effect of N-K Nutrition on the Nutrients Content in the Growing Medium
and Leaves of Greenhouse Tomato. Part II. Autumn Cultivation

Synopsis. Pomidory odmiany 'Terra F₁' i 'Cunero F₁' uprawiano jesienią w podłożu z torfu przejściowego. Do dokarmiania roślin stosowano dwa nawozy potasowe: KCl i K₂SO₄ oraz różne dawki nawozu azotowego. Zróżnicowane nawożenie azotowo-potasowe miało wpływ na zawartość N, K, S i Cl w podłożu i liściach pomidora. W obiektach z KCl odnotowano wyższą koncentrację N-NO₃, K, S-SO₄, Cl niż z K₂SO₄, co miało swoje odbicie w wartości zasolenia, które było wyższe przy stosowaniu KCl. Największy wpływ na wartość EC miał potas, współczynniki korelacji między EC a K w podłożu wynosiły $r = 0,923$ (1999) i $r = 0,778$ (2000) zależności istotne. W liściach zawartość N-og, N-NO₃, K, S-SO₄ była wyższa przy stosowaniu K₂SO₄ niż w KCl.

Słowa kluczowe – Key words: pomidor – tomato, nawożenie – fertilizing, azot – nitrogen, potas – potassium, uprawa jesienna – autumn cultivation

WSTĘP

Jednym z kryteriów oceny jakości produktów ogrodniczych jest zawartość w nich niektórych składników pokarmowych. Badania z różnymi warzywami wykazały, że o jakości ich w dużym stopniu decyduje właściwa zawartość azotu i potasu. Opublikowano na ten temat wiele prac. Golcz (1996), Hulewicz i in. (1970), Nurzyński (1976, 1994) zwracają uwagę na rodzaj stosowanego nawożenia potasowego, jak również dawkę podawanego azotu oraz szczegółowo analizują wpływ zastosowanego nawożenia na wzrost i rozwój roślin.

Oprócz odpowiedniego nawożenia również warunki uprawy mają duży wpływ na skład chemiczny roślin. Pomidor jest rośliną fotoperiodycznie obojętną. Pod osłonami uprawiany jest przez cały rok. Jednak w okresie jesiennym w warunkach klimatu Polski rośliny mają za mało światła. Dlatego też zawartość składników pokarmowych w pomidorze jest różna w porównaniu z uprawą wiosenną.

Celem przeprowadzonych doświadczeń było zbadanie wpływu wzrastających dawek azotu oraz rodzaju nawozu potasowego: KCl, K_2SO_4 na zawartość składników mineralnych w podłożu i liściach pomidora szklarniowego, uprawianego w okresie jesiennym.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono jesienią 1999 i 2000 roku w szklarni z pomidorem odmiany 'Terra F₁' (1999) i 'Cunero F₁' (2000). 'Terra F₁' i 'Cunero F₁', to odmiany przeznaczone do upraw w szklarniach i tunelach foliowych, silnie rosnące, wielkoowocowe, nadające się do uprawy wiosennej i jesiennej.

Doświadczenia vegetacyjne przeprowadzono od końca czerwca do końca listopada w podłożu z torfu przejściowego. Nawożenie roślin było zróżnicowane według schematu umieszczonego w tabeli 1.

Zastosowane nawozy mineralne, termin pobierania prób podłoża i materiału roślinnego do badań oraz metody analiz chemicznych opisano w Cz. I. Uprawa wiosenna.

Tab. 1. Schemat doświadczenia w poszczególnych latach badań
The experimental scheme in particular study years

Nawóz potasowy Potassium fertilizer	Dawka w g · roślina ⁻¹ – dose in g · plant ⁻¹							
	1999				2000			
	N	P	K	Mg	N	P	K	Mg
KCl	10	8.0	24	6.0	5,0	8.0	17,5	7,5
KCl	13	8.0	24	6.0	7,5	8.0	17,5	7,5
KCl	16	8.0	24	6.0	10,0	8.0	17,5	7,5
K_2SO_4	10	8.0	24	6.0	5,0	8.0	17,5	7,5
K_2SO_4	13	8.0	24	6.0	7,5	8.0	17,5	7,5
K_2SO_4	16	8.0	24	6.0	10,0	8.0	17,5	7,5

WYNIKI

Zastosowane nawożenie azotowo-potasowe wpłynęło na zróżnicowanie wartości składników pokarmowych w podłożu i liściach. Średnia zawartość jonów $N-NO_3$ w podłożu uzależniona była od dawek nawozu azotowego oraz

Tab. 2. Wpływ nawożenia na zawartość składników w podłożu w roku 1999
The effect of fertilization on the nutrients content in medium in 1999

Nawóz potasowy Potassium fertilizer (A)	Dawka N g · roślin ⁻¹ Dose N in g · plant ⁻¹ (B)	Zawartość w mg · dm ⁻³ Content in mg · dm ⁻³						EC mS · cm ⁻¹
		N-NO ₃	K	S-SO ₄	Cl	pH _(H₂O)		
KCl	10	372,8	1038,3	555,9	941,6	6,69		3,25
KCl	13	611,1	906,6	620,8	953,3	6,38		3,40
KCl	16	983,6	1166,6	585,4	990,0	6,19		4,19
$\bar{x}$ dla KCl Mean for KCl		655,8	1037,2	587,3	961,6	6,42		3,61
K ₂ SO ₄	10	264,8	883,3	828,0	55,0	6,74		2,67
K ₂ SO ₄	13	349,3	856,6	790,1	41,6	6,68		2,52
K ₂ SO ₄	16	725,5	906,6	796,6	40,6	6,60		3,13
$\bar{x}$ dla K ₂ SO ₄ Mean for K ₂ SO ₄		446,5	882,2	804,9	45,7	6,67		2,77
x dla B Mean for B	10	318,8	960,8	692,0	498,3	6,72		2,96
	13	480,2	881,6	705,5	497,4	6,53		2,96
	16	854,5	1036,6	691,0	515,3	6,40		3,66
NIR _{0,05} dla A		237,34	r.n.	182,04	138,1			
LSD _{0,05} for B		237,34	r.n.	r.n.	0			
	AB	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.			

r.n. – różnice nieistotne – not significant

rodzaju soli potasowej. Niższą koncentrację N-NO₃ odnotowano w podłożu, gdy stosowano K₂SO₄ w porównaniu z KCl (tab. 2 i 3). Porównując zawartość azotanów w liściach stwierdzono zależność odwrotną (tab. 4 i 5). W obiektach z KCl odnotowano znacznie mniejszą zawartość, jak z K₂SO₄ zwłaszcza w roku 1999, kiedy różnica wynosiła około 50% (tab. 2). Koncentracja N-NO₃ w liściach we wszystkich obiektach wzrastała wraz ze zwiększającą się dawką azotu, przy czym największą ich ilość wykazano w obiektach z K₂SO₄, w których to zanotowano także najwięcej siarczanów (tab. 4 i 5).

Nie stwierdzono istotnego wpływu dawki azotu ani rodzaju nawozu potasowego na zawartość potasu w podłożu (tab. 2 i 3).

Tab. 3. Wpływ nawożenia na zawartość składników w podłożu w roku 2000
The effect of fertilization on the nutrients content in medium in 2000

Nawóz potasowy Potassium fertilizer (A)	Dawka N g · roślina ⁻¹ Dose in g · plant ⁻¹ (B)	Zawartość w mg · dm ⁻³ Content in mg · dm ⁻³					
		N-NO ₃	K	S-SO ₄	Cl	pH _(H₂O)	EC mS · cm ⁻¹
KCl	5	160,6	986,6	605,0	1106,6	5,37	3,27
KCl	7,5	279,8	1027,6	544,0	1169,1	5,22	3,56
KCl	10	430,1	1048,8	525,0	1116,6	5,15	3,89
$\bar{x}$ dla KCl Mean for KCl		290,2	1021,0	558,0	1130,8	5,24	3,57
K ₂ SO ₄							
K ₂ SO ₄	5	164,3	1121,0	857,5	89,1	5,44	2,96
K ₂ SO ₄	7,5	288,8	1010,6	879,1	81,1	5,21	3,13
K ₂ SO ₄	10	361,5	1019,8	761,3	75,0	5,20	3,13
$\bar{x}$ dla K ₂ SO ₄ Mean for K ₂ SO ₄		271,5	1050,5	832,6	81,7	5,28	3,07
$\bar{x}$ dla B Mean for B	5	162,5	1053,8	731,3	597,9	5,41	3,12
	7,5	284,3	1019,1	711,6	625,1	5,22	3,35
	10	395,8	1034,3	643,2	595,8	5,18	3,51
NIR _{0,05} dla A		71,55	r.n.	232,68	164,43		
LSD _{0,05} for B		71,55	r.n.	r.n.	r.n.		
AB		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.		

r.n. – różnice nieistotne – not significant

W liściach zależności te przedstawiają się inaczej, przede wszystkim wpływ rodzaju nawozu potasowego stał się bardziej widoczny. Znacznie większą koncentrację potasu zanotowano w liściach roślin nawożonych K₂SO₄ (tab. 4 i 5).

Zawartość S-SO₄ i chloru w podłożu uzależniona była od zastosowanej soli potasowej. Siarczanów stwierdzono dużo we wszystkich obiektach z tendencją wzrostową z K₂SO₄, co spowodowało wzrost zawartości azotanów w liściach tych roślin (tab. 4 i 5). Potwierdzeniem tego są wyliczone współczynniki korelacji między zawartością N-NO₃ i zawartością S-SO₄ $r = 0,514$ (1999) zależność istotna oraz między N-NO₃ i Cl $r = -0,658$ (1999) i $r = -0,550$ (2000) obie zależności istotne.

Tab. 4. Wpływ nawożenia na skład chemiczny liści w roku 1999
The effect of fertilization on chemical composition of leaves in 1999

Nawóz potasowy Potassium fertilizer (A)	Dawka N g · roślina ⁻¹ Dose in g · plant ⁻¹ (B)	% s.m. % of dry matter				
		N-org.	N-NO ₃	K	S-SO ₄	Cl
KCl	10	3,64	0,52	5,53	1,16	3,12
KCl	13	3,67	0,57	5,05	1,29	3,10
KCl	16	3,81	0,67	4,91	1,47	3,21
$\bar{x}$ dla KCl		3,71	0,59	5,16	1,31	3,14
Mean for KCl						
K ₂ SO ₄	10	3,95	1,02	5,85	1,50	0,57
K ₂ SO ₄	13	3,92	1,11	5,45	1,37	0,42
K ₂ SO ₄	16	3,88	1,18	5,17	1,48	0,38
$\bar{x}$ dla K ₂ SO ₄		3,92	1,10	5,49	1,45	0,46
Mean for K ₂ SO ₄						
$\bar{x}$ dla B	10	3,80	0,77	5,69	1,33	1,85
$\bar{x}$ dla B	13	3,80	0,84	5,25	1,33	1,76
Mean for B	16	3,85	0,93	5,04	1,48	1,80
NIR _{0,05} dla A		r.n.	0,31	0,37	0,19	0,16
LSD _{0,05} for B		r.n.	r.n.	0,37	r.n.	r.n.
AB		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant

Tab. 5. Wpływ nawożenia na skład chemiczny liści w roku 2000
The effect of fertilization on chemical composition of leaves in 2000

Nawóz potasowy Potassium fertilizer (A)	Dawka N g · roślina ⁻¹ Dose N in g · plant ⁻¹ (B)	% s.m. % of dry matter				
		N-org.	N-NO ₃	K	S-SO ₄	Cl
KCl	5	3,76	0,32	5,50	1,05	2,50
KCl	7,5	3,79	0,39	5,03	1,44	2,44
KCl	10	3,84	0,61	4,61	1,44	2,42
$\bar{x}$ dla KCl		3,80	0,44	5,06	1,31	2,45
Mean for KCl						
K ₂ SO ₄	5	3,77	0,44	6,33	1,93	0,17
K ₂ SO ₄	7,5	3,85	0,64	5,82	1,77	0,17
K ₂ SO ₄	10	3,99	0,87	5,56	1,72	0,27
$\bar{x}$ dla K ₂ SO ₄		3,87	0,65	5,90	1,81	0,20
Mean for K ₂ SO ₄						
$\bar{x}$ dla B	5	3,77	0,38	5,92	1,49	1,34
$\bar{x}$ dla B	7,5	3,82	0,52	5,43	1,61	1,31
Mean for B	10	3,92	0,74	5,09	1,58	1,35
NIR _{0,05} dla A		r.n.	0,20	0,38	0,16	0,27
LSD _{0,05} for B		r.n.	0,20	0,38	r.n.	r.n.
AB		r.n.	0,47	0,89	0,39	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – not significant

Zróznicowane dawki azotu oraz rodzaj nawozu potasowego wpłynęły na wartość EC. W podłożu, gdy stosowano KCl z najwyższą dawką azotu odnotowano największą zawartość N-NO₃, potasu i chloru, co miało odzwierciedlenie w najwyższej wartości koncentracji soli (EC) (tab. 2 i 3). Potwierdzeniem wpływu poszczególnych składników pokarmowych na wartość EC są obliczone współczynniki korelacji, które wykazały istotną zależność w podłożu między koncentracją soli (EC) i zawartością N-NO₃ $r = 0,892$ (1999), $r = 0,309$ (2000); między EC i zawartością potasu $r = 0,923$ (1999), $r = 0,778$ (2000) oraz między EC i zawartością chloru $r = 0,653$ (1999) $r = 0,612$ (wszystkie zależności istotne).

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowane nawozy potasowe, tj. chlorek potasu i siarczan potasu miały istotny wpływ na skład chemiczny podłoża i liści roślin pomidora.

W zaleceniach nawozowych podkreśla się, że w uprawie pomidora należy stosować nawozy potasowe bezchlorkowe (Nowosielski, 1988; Wysocka-Owczarek, 1998). Caines i Shennan (1999) oraz Satti i Yahyai (1995) uważają, że chlor niekorzystnie wpływa na wzrost i rozwój roślin oraz przyczynia się do wzrostu zasolenia podłoża.

Borowski i in., 2000; Michałojć, 2000; Michałek, 1993; Nurzyński, 1976, 1994 oraz Nurzyński i in., 1980 nie wykazali w swoich badaniach ujemnego wpływu chlorku potasu na wzrost i rozwój roślin.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że chlor miał mniejszy wpływ na ogólne stężenie soli w podłożu niż potas. Potwierdzeniem tego są wyliczone współczynniki korelacji między wartością EC a zawartością potasu w podłożu $r = 0,923$ (1999) i $r = 0,778$ (2000) oraz między wartością EC a zawartością chloru wynosi $r = 0,653$ (1999) i $r = 0,612$ (2000), zależności istotne.

W przypadku tego doświadczenia największy wpływ na wartość EC miał potas.

Jak wynika z przedstawionych badań ilość azotanów w liściach zależy od rodzaju nawozu potasowego. Wykazano więcej azotanów w roślinach nawożonych siarczanem potasu w porównaniu do chlorku potasu, zwłaszcza w roku 1999, gdzie różnice sięgały do 100%, a współczynnik korelacji między zawartością N-NO₃ a S-SO₄ w liściach wynosił $r = 0,514$, zależność istotna.

W licznych pracach Nurzyńskiego (1976, 1983, 1996) podejmowany jest problem wpływu siarczanów na gromadzenie się azotanów w roślinie. Autor wykazał, że jony siarczanowe wykazują antagonizm względem molibdenu, ograniczają jego dostępność dla roślin, a tym samym osłabiają proces redukcji azotanów.

Borowski (1994), Lisiewska i Kmieciak (1991) podają, że na zwiększenie zawartości $N-NO_3$ w częściach nadziemnych roślin ma wpływ zmniejszenie intensywności światła. Z badań własnych wynika, że liście roślin uprawianych jesienią, zawierały dwukrotnie więcej azotanów w porównaniu z roślinami uprawianymi wiosną (Cz. I. Uprawa wiosenna).

Duży wpływ na zawartość potasu w liściach roślin pomidora wywarł rodzaj nawozu potasowego. Zawartość potasu kształtowała się na niższym poziomie w roślinach nawożonych chlorkiem potasu 5,11% niż siarczanem potasu 5,70%. Duże wahania w zawartości potasu odnotowano pod wpływem wzrastających dawek azotu. Wykazano zmniejszenie zawartości potasu w liściach pod wpływem wzrastających dawek nawozu azotowego.

Oprócz nawożenia azotowego także oświetlenie kształtuje zawartość potasu w roślinie. Borowski (1994) i Starck (1997) stwierdzają, że pobieranie potasu przez rośliny jest większe przy oświetleniu mniej intensywnym od światła naturalnego.

Uzyskane wyniki wykazały, że rośliny uprawiane jesienią posiadały zwiększoną procentową zawartość azotu i potasu w biomase, w porównaniu z uprawą wiosenną (Cz. I. Uprawa wiosenna), co potwierdzają w swoich badaniach Borowski (1994) oraz Magalhaes i Wilcox (1983). Związane jest to z blisko dwukrotnie niższą produkcją biomasy przy świetle zaciemnionym w porównaniu z pełnym światłem słonecznym, a nie ze zwiększonym pobieraniem tych składników z podłoża.

WNIOSKI

1. Największy wpływ na koncentrację soli w podłożu (EC) miał potas, współczynniki korelacji między EC a zawartością potasu w podłożu wynosiły $r = 0,923$ (1999) i $r = 0,778$ (2000) zależności istotne.
2. Zastosowane nawozy potasowe: KCl i K_2SO_4 oraz różne dawki nawozu azotowego znacznie różnicowały zawartość $N-NO_3$, K, S- SO_4 , Cl w podłożu i liściach.
3. Stosując K_2SO_4 wykazano więcej azotanów w liściach w porównaniu z KCl.
4. Zanotowano znaczne różnice w składzie chemicznym roślin pomidora uprawianego jesienią w porównaniu do uprawianego wiosną (Cz. I. Uprawa wiosenna.)

PIŚMIENNICTWO

- Borowski E., 1994. Reakcja roślin pomidorów na formy azotu w warunkach pełnej i zmniejszonej intensywności światła. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. EEE*, 2: 1–12.
- Borowski i in., 2000. Reaction of Glasshouse Tomato to Potassium Chloride or Sulphate Fertilization on Various Substrates. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. EEE*, 8: 1–9.
- Caines A.M., Shennan C., 1999. Interactive effects of Ca^{2+} and NaCl salinity on the growth of two tomato genotypes differing in Ca^{2+} use efficiency. *Plant Physiol. Biochem.*, 37 (7/8): 569–576.

- Golcz A., 1996. Ocena jakości owoców papryki w zależności od zróżnicowanego nawożenia potasowego. *Mat. VI Konf. Katedr Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrd.*, Akad. Roln. Lublin: 53–54.
- Gomez I., Navarro Pedreno J., Milan G., Palacios G., Mataix J., 1998. Saline treatments of tomato seed: resistance to the irrigation with saline water. *Acta Hort.*, 458: 253–256.
- Hulewicz D., Nurzyński J., Mokrzejka E., 1970. Zależność niektórych wskaźników jakościowych w pietruszce od nawożenia mineralnego. *Roczn. Nauk Roln.*, A, 96, 4: 95–109.
- Lisiewska Z., Kmiecik W., 1991. Azotany i azotyny w warzywach. Cz. I. Wpływ różnych czynników na zawartość azotanów i azotynów w świeżych warzywach. *Post. Nauk Roln.* 38/43, 3: 11–25.
- Magalhaes J.R., Wilox G.E., 1983. Tomato growth and mineral composition as influenced by nitrogen form and light intensity. *J. Plant Nutrition* 6, 10: 847–862.
- Magalhaes J.R., Wilox G.E., 1983. Tomato growth and nutrient uptake patterns as influenced by nitrogen form and light intensity. *J. Plant Nutrition* 6, 11: 941–956.
- Michalek W., 1993. Wpływ chlorków na produktywność i zawartość węglowodanów w liściach salaty. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. EEE*, 1: 25–33.
- Michałojć Z., 2000. Wpływ nawożenia azotem i potasem oraz terminu uprawy na plonowanie i skład chemiczny salaty, rzodkiewki oraz szpinaku. *Rozpr. Nauk. Akad. Roln. Lublin*.
- Nowosielski O., 1988. *Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie*. PWRiL, Warszawa.
- Nurzyński J., 1976. Wpływ chlorkowej i siarczanowej formy potasu na ilość i jakość plonu niektórych roślin warzywnych w uprawie na torfie ogrodniczym. *Biul. Warzywn.*, 19: 105–119.
- Nurzyński J., 1983. Wpływ formy nawozów potasowych na zawartość molibdenu w roślinach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 242: 143–146.
- Nurzyński J., 1994. Zawartość składników mineralnych w roślinach w zależności od nawożenia potasowego. *V Jubil. Konf. Katedr Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrd.* Akad. Roln. Poznań: 12–16.
- Nurzyński J., 1996. Fizjologiczne aspekty odżywiania się roślin w uprawach pod osłonami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 429: 21–24.
- Nurzyński J., Uziak Z., Mokrzejka E., 1980. Effects of various kinds of potassium fertilizers on the yield and quality of greenhouse tomatoes. *Acta Agrobot.*, 33, 2: 197–203.
- Satti S.M.E., Al-Yahyai R.A., 1995. Salinity tolerance in tomato; implications of potassium, calcium, and phosphorus. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 26: 17–18.
- Starck J. R., 1997. *Uprawa roli i nawożenie roślin ogrodniczych*. PWRiL, Warszawa.
- Wysocka-Owczarek M., 1998. *Pomidory pod osłonami. Uprawa tradycyjna i nowoczesna*. Hortpress, Warszawa.

SUMMARY

Tomato plants of cv. 'Terra F₁' and 'Cunero F₁' were grown in peat moss and foliar treated with two forms of K: KCl and K₂SO₄, and various doses of nitrogen. The effect of differentiated N-K fertilization on N, K, S, Cl in the medium and tomato leaves was observed. A higher concentration of N-NO₃, K, S-SO₄ and Cl in objects with KCl was investigated in comparison with K₂SO₄. The value of salinity was higher in KCl than in K₂SO₄ treatments. The highest influence on the EC value was exerted by potassium. Correlation coefficients for EC and K in the medium were $r = 0.923$ and $r = 0.778$ in years 1999 and 2000, respectively. The content of N-org., N-NO₃, K and S-SO₄ in leaves was higher in treatments with K₂SO₄ in comparison with KCl. Tomato plants fertilized with KCl were characterized by lower content of sulphur (S-SO₄) in leaves (c. 20%) and in the medium (c. 30%) in comparison with plants where K₂SO₄ was used.