

**WPLYW STOSOWANIA KRZEMIANU POTASU NA WZROST,  
PLONOWANIE I ZDROWOTNOŚĆ ROŚLIN POMIDORA  
'GROWDENA F<sub>1</sub>' UPRAWIANEGO NA UPZEDNIO  
UŻYTKOWANYM SUBSTRACIE**

**THE INFLUENCE OF APPLICATION OF POTASSIUM SILICATE  
ON GROWTH, FRUIT YIELD, AND HEALTHINESS  
OF 'GROWDENA F<sub>1</sub>' TOMATO PLANTS  
GROWN IN REUSED PEAT SUBSTRATE**

**Jan Borkowski, Aleksandra Murgrabia, Barbara Dyki,  
Waldemar Kowalczyk, Anna Felczyńska**

Instytut Ogrodnictwa  
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

**Abstract**

The aim of the study was to examine reproductive and vegetative responses of 'Growdena F<sub>1</sub>' tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) to use of potassium silicate fertilizer (as Silvit 15.0% SiO<sub>3</sub>) into reused peat substrate. Investigations were carried out at a greenhouse in 2013 and 2014. Tomatoes were treated with potassium silicate 2 times: immediately after tomato planting and a month later, at a rate of 0.11 g silicon (Si) per plant per year. Potassium silicate was applied as 1% water solution during plant irrigation. In each term, 200 ml Silvit of Si-containing solution per plant was applied. Plants unsupplied with potassium silicate serves as the control. The results showed that application of potassium silicate was able to improve tomato root healthiness, but only in the second year of the study, when the presence of pathogens in the tested substrate was high. The increases in marketable and total fruit yields as a result of use of potassium silicate was found only in 2014. It is concluded that at high multiplication of root pathogens in the substrate, the application of Si-containing fertilizers do not protect sufficiently roots against infection.

Key words: tomato, reused peat substrate, silicon response

**WSTĘP**

Udział krzemu (Si) w skorupie ziemskiej wynosi około 26%. Stanowi główny składnik pierwotnych i wtórnych minerałów (Brogowski 2000). Jest trudno dostępny dla roślin, ponieważ tworzy strukturę minerałów.

Grzebisz (2008) podaje, że wprowadzenie do podłoży (substratów) nawozów zawierających Si korzystnie wpływało na wzrost i plonowane różnych gatunków roślin, w tym pomidora (*Solanum lycopersicum* L.). Obecność Si w roślinach może podwyższyć ich odporność na patogeny (Chérif i Bélanger 1992; Bélanger i in. 1995, 2003; Robak i Ostrowska 2006, 2008; Robak i in. 2012; Guével i in. 2007; Kanto i in. 2006; Górecki i Danielski-Busch 2009).

Według Ma i Yamaji (2006) Si odgrywa ważną rolę w minimalizowaniu skutków zasolenia, stresu wodnego i fitotoksyczności niektórymi metalami (glinem, manganem, ołowiem, kadmem, cynkiem i rtęcią), w zwiększaniu odporności roślin na niskie i wysokie temperatury, a także w przedłużaniu aktywności fotosyntetycznej liści. Krzem w podłożu może zwiększać plon nasion oberżyny (*Solanum melongena* L.) (Górecki i in. 2004) i sałaty (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) (Janas i Borkowski 2009). Rośliny pomidora traktowane Si mogą mieć bardziej jędrne owoce, o podwyższonej zawartości karotenu, likopenu i witaminy C (Stamatakis i in. 2003). W badaniach Borkowskiego i in. (2014) zastosowanie krzemianu potasu w uprawie pomidora w substracie zakażonym sprawcą korkowatości korzeni (*Pyrenochaeta lycopersici*) redukowało straty plonu handlowego o 50%. Górecki i in. (2004) oraz Stamatakis i in. (2003) wykazali, że rośliny pomidora rosnące w optymalnych warunkach oraz jednocześnie traktowane krzemianem potasu miały owoce o wyższej zawartości suchej masy.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zastosowania krzemianu potasu na wzrost, zdrowotność i plonowanie pomidora odmiany 'Growdena F<sub>1</sub>', uprawianego w substracie torfowym wykorzystywanym wcześniej w uprawie kapusty pekińskiej [*Brassica rapa* L. var. *pekinensis* (Lour)] lub pomidora. Użycie w doświadczeniu podłoża wcześniej wykorzystywanego do uprawy wynikało z faktu, że wielu producentów pomidorów w Polsce praktykuje taką metodę uprawy ze względu na wysokie ceny podłoży.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w warunkach szklarniowych w 2013 i 2014 roku. Obiektem doświadczalnym były pomidory odmiany 'Growdena F<sub>1</sub>'. Nasiona pomidora wysiewano na początku marca, przepikowywano siewki do wielodoniczek VP54 na początku kwietnia, a następnie przesadzano je do doniczek o średnicy 10 cm i pojemności 0,47 dm<sup>3</sup>. Rostadę pomidorów sadzono pod koniec kwietnia do pojemników o pojemności 7 dm<sup>3</sup>, wypełnionych substratem torfowym. Substrat do uprawy otrzymano przez wymieszanie podłoży wcześniej wykorzystywanych w uprawie kapusty pekińskiej i pomidora w stosunku 1 : 1. W każdym pojemniku znajdowała się jedna roślina. Do substratu dodawano nawóz zawierający 13,6% N, 6,4% P, 19,1% K, 2,7% Mg oraz niezbędne mikroelementy (S, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo) w dawce 4,3 g·dm<sup>-3</sup>. Pomidory dokarmiano sukcesywnie od 10 do 20 tygodnia uprawy. Stosowano także dodatkowe nawożenie siarczanem potasu w dawce 8 g na pojemnik (roślinę). Rośliny pomidora prowadzono na 2 pędy, przy sznurach, przy czym pęd boczny ogławiany był za trzecim gronem. Mączlik szklarniowy (*Trialeurodes vaporariorum*) zwalczany był z użyciem muchówki *Encarsia formosa*. W doświadczeniu nie stosowano środków ochrony roślin przeciw patogenom glebowym.

Uprawiane pomidory były dwukrotnie zasilane krzemianem potasu (Silvit: 15% SiO<sub>2</sub>) – 2 dni po posadzeniu roślin oraz miesiąc później. Rośliny nawożono 1% roztworem (200 ml na roślinę). Całkowita ilość Si zastosowana w ciągu roku wyniosła 0,11 g na roślinę (0,6 g K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Rośliny nietraktowane krzemianem potasu stanowiły kontrolę. Doświadczenie założono w 8 powtórzeniach, jedna roślina stanowiła powtórzenie.

W badaniach oceniano plon owoców, wczesność zakwitania i wzrost roślin oraz zdrowotność korzeni. Zbierano owoce czerwone i zapalone, zdrowe, bez spękań i deformacji w miarę ich dojrzewania, co 4–7 dni. Liczbę kwitnących roślin oceniano 23–25 maja. Wzrost roślin oceniano trzykrotnie w każdym roku – na przełomie maja i czerwca (I termin), w połowie lipca (II termin) oraz na przełomie sierpnia i września (III termin). Po ostatnim zbiorze owoców oceniano zdrowotność korzeni używając skali bonitacyjnej 0–3, gdzie 0 – oznacza korzenie zdrowe, a 3 – korzenie całkowicie zgniłe (Borkowski i in. 2014). Po ocenie zdrowotności korzeni wykonano identyfikację patogenów z użyciem mikroskopu świetlnego Nikon Eclipse 80i.

Istotność różnic między badanymi kombinacjami dotyczącą wysokości roślin oraz plonów owoców (handlowego i całkowitego) określano testem Newmana–Keulsa ( $p = 0,05$ ). Istotność różnic dotyczącą liczby owoców chorych i zdrowotności korzeni określono z użyciem testu chi-kwadrat ( $p = 0,05$ ).

## WYNIKI I DYSKUSJA

W używanym w badaniach substracie stwierdzono obecność następujących patogenów: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Colletotrichum coccodes* i *Rhizoctonia solani*.

W 2013 r. kwitnienie roślin traktowanych krzemianem potasu było opóźnione, a wzrost spowolniony, szczególnie w maju (tab. 1). W następnych miesiącach, kiedy rośliny już owocowały, wzrost i plonowanie roślin traktowanych krzemianem potasu były porównywalne do roślin kontrolnych (tab. 1). Brak korzystnego wpływu krzemianu potasu na wzrost i plonowanie roślin w roku 2013 można przypisać mniejszemu występowaniu patogenów w substracie, a także pojawieniu się szarej pleśni (*Botrytis cinerea*), która wystąpiła w obu obiektach na łodygach pomidorów.

W roku 2014 całkowity plon roślin traktowanych krzemianem potasu był większy o 20% w stosunku do roślin kontrolnych (tab. 1). Zwiększony plon owoców handlowych i ogólnych u roślin traktowanych krzemianem potasu mógł wynikać z ograniczenia infekcji korzeni przez patogeny występujące w substracie. Jest to prawdopodobne, gdyż w 2014 r. porażenie korzeni roślin kontrolnych przez patogeny było istotnie większe niż przy stosowaniu Si (tab. 1).

Tabela 1. Wpływ krzemianu potasu na kwitnienie, wzrost i plon pomidorów ‘Growdena F<sub>1</sub>’ oraz na zdrowotność korzeniTable 1. Effect of potassium silicate on the flowering, growth and fruit yields of ‘Growdena F<sub>1</sub>’ tomato plants and on root healthiness

Obiekt Treatment	Rośliny kwitnące Flowering plants (%)		Wysokość roślin Plant height (cm)		Plon owoców (kg na roślinę) Fruit yield (kg per plant)			Zdrowotność korzeni Healthiness of roots (0–3) <sup>1</sup>
	terminy terms		połowa lipca mid-July	sierpień/ wrzesień August/ September	plon handlowy marketable yield	owoce chore diseased fruit	plon ogólny total yield	
	23–25 maja May 23– 25	maj/ czerwiec May/June						
<b>2013</b>								
Kontrola Control	62,5	81 a	149 a	199 a	3,6 a	0,31 a	3,98 a	0,4
Krzemian potasu Potassium silicate	25,0	72 a	158 a	201 a	3,2 a	0,38 a	4,00 a	0,3
<b>2014</b>								
Kontrola Control	62,5	104 a	149 a	170 a	2,50 a	0,10 a	2,82 a	1,1
Krzemian potasu Potassium silicate	87,5	108 a	155 a	188 b	3,01 b	0,02 a	3,96 b	0,5*

Te same litery oznaczają brak istotnych różnic przy użyciu testu Newman–Keulsa przy  $p = 0,05$ ;  
The same letters indicate insignificant differences according to Newman–Keuls test at  $p = 0,05$

<sup>1</sup> Im wyższa wartość, tym intensywniejsze gnicie korzeni; The higher value, the severer root rotting

\*Różnice istotne w stosunku do kontroli przy użyciu testu chi-kwadrat ( $p = 0,05$ ); Differences significant in relation to the control using the chi-squared test ( $p = 0,05$ )

Z badań Góreckiego i in. (2004) oraz Stamatakisa i in. (2003) wynika, że w optymalnych warunkach wzrostu stosowanie związków krzemu nie miało wpływu na plonowanie pomidorów. W badaniach tych autorów użycie Si polepszało tylko jakość owoców (zwiększona zawartość suchej masy, karotenu, likopenu i witaminy C). Jednakże zastosowanie zbyt wysokiej dawki związków krzemu ( $4,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ CaSiO}_3$  lub  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ) może doprowadzić do redukcji plonów pomidora (Górecki i in. 2004). W badaniach Borkowskiego i in. (2014) wykazano, że zastosowanie krzemianu potasu zwiększało dwukrotnie plon handlowy pomidora uprawianego w substracie torfowym zakażonym przez *Pyrenochaeta lycopersici* (sprawcę korkowatości korzeni).

## WNIOSKI

Wyniki doświadczenia wykazały, że ponowne wykorzystanie substratu torfowego do uprawy pomidorów nie jest korzystne dla stanu fitosanitarnego korzeni i plonowania roślin. Przy wysokim namnożeniu patogenów korzeniowych w substracie stosowanie nawozów zawierających krzem nie zabezpiecza dostatecznie korzeni przed infekcjami i spadkiem plonu handlowego, ale może ograniczać straty plonu.

## Podziękowania

Wyrażamy podziękowanie dr. J. Sobolewskiemu i dr. hab. Cz. Ślusarskiemu z Instytutu Ogrodnictwa za oznaczenie i identyfikację patogenów w substracie.

## Literatura

- Bélanger R.R., Bowen P.A., Ehret D.L., Menzies J.G. 1995. Soluble silicon: Its role in crop and disease management of greenhouse crops. *Plant Disease* 79(4): 329–336. DOI: 10.1094/pd-79-0329.
- Bélanger R.R., Benhamou N., Menzies J.G. 2003. Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*). *Phytopathology* 93: 402–412. DOI: 10.1094/phyto.2003.93.4.402.
- Borkowski J., Felczyńska A., Górecki R. 2014. Wpływ nawożenia krzemem na wzrost, plon i zdrowotność pomidorów. *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa* 22: 195–202.
- Brogowski Z. 2000. Krzem w glebie i jego rola w żywieniu roślin. *Postępy Nauk Rolniczych* 47(6): 9–16.
- Chérif M., Bélanger R.R. 1992. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on long English cucumber. *Plant Disease* 76: 1008–1011. DOI: 10.1094/pd-76-1008.
- Guével M.-H., Menzies J.G., Bélanger R.R. 2007. Effect of root and foliar applications of soluble silicon on powdery mildew control and growth of wheat plants. *European Journal of Plant Pathology* 119: 429–436. DOI: 10.1007/s10658-007-9181-1.
- Górecki R., Borkowski J., Stępowski J., Busch-Danielski W., Kowalczyk W. 2004. Wpływ krzemu na wzrost i plonowanie oberżyny i pomidora w substracie torfowym. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 502(2): 483–489.
- Górecki R.S., Danielski-Busch W. 2009. Effect of silicate fertilizers on yielding of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.) in container cultivation. *Journal of Elementology* 14(1): 71–78.
- Grzebisz W. 2008. Nawożenie roślin uprawnych, tom 1. Podstawy nawożenia. PWRiL, Poznań, 424 s.
- Janas R., Borkowski J. 2009. Zastosowanie krzemu w uprawie sałaty na nasiona. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 541(1): 141–145.

- 
- Kanto T., Miyoshi A., Ogawa T., Maekawa K., Aino M. 2006. Suppressive effect of liquid potassium silicate on powdery mildew of strawberry in soil. *Journal of General Plant Pathology* 72: 137–142. DOI: 10.1007/s10327-005-0270-8.
- Ma J.F., Yamaji N. 2006. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Trends in Plant Science* 11(8): 392–397. DOI: 10.1016/j.tplants.2006.06.007.
- Robak J., Ostrowska A. 2006. Najważniejsze zagrożenia chorobami małoobszarowych upraw warzyw i potencjalne możliwości ich zwalczania. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 46(1): 114–120.
- Robak J., Ostrowska A. 2008. Najgroźniejsze choroby sałaty masłowej i lodowej uprawianej w polu pod osłonami a konieczność weryfikacji jej ochrony. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48(4): 1539–1546.
- Robak J., Rogowska M., Anyszka Z. 2012. Integrowana ochrona warzyw w Polsce – aktualny stan badań i wdrożeń. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 52(4): 1210–1216. DOI: 10.14199/ppp-2012-208.
- Stamatakis A., Papadantonakis N., Savvas D., Lydakis-Simantiris N., Kefalas P. 2003. Effects of silicon and salinity on fruit yield and quality of tomato grown hydroponically. *Acta Horticulturae* 609: 141–147. DOI: 10.17660/actahortic.2003.609.18.