

## Abstract

Elevated salt concentrations in the environment are one of the main causes of soil degradation and a significant stress factor that limits plant growth and yield, among other things, by affecting their physiological and biochemical processes. One of the main challenges in plant production today is to counteract abiotic stresses or mitigate their effects. The aim of the conducted research was to evaluate the influence of selenium and silicon on the physiological, biochemical, and biometric characteristics of the common tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) variety Roquetero F1, grown under conditions of elevated NaCl concentration in hydroponics.

Two independent, two-factor hydroponic experiments were conducted in a completely randomized design, with five replications, under controlled conditions in the growth chambers of the Department of Bioengineering, Faculty of Environmental Management and Agriculture, West Pomeranian University of Technology in Szczecin. In both experiments, the first experimental factor was the level of sodium chloride concentration in the nutrient solution (0 - control, 50, 75, and 100 mmol NaCl · dm<sup>-3</sup>), and the second factor was the level of selenium (0 - control, 5.0, 10 µmol Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> · dm<sup>-3</sup>) or silicon (0 - control, 1.5, 3.0 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O · dm<sup>-3</sup>) concentration in the solution.

It was shown that selenium increased the content of assimilation pigments in tomato leaves, particularly those growing at a concentration of 100 mmol NaCl · dm<sup>-3</sup>. Selenium applied at a dose of 5.0 µmol · dm<sup>-3</sup> increased the intensity of CO<sub>2</sub> assimilation and transpiration, as well as stomatal conductance for water in plants growing under elevated NaCl concentration. At both applied doses, it also increased the total leaf area and the activity of catalase and peroxidase, as well as the relative water content determined after 14 and 28 days of exposure to the experimental factors. When introduced into the solution at a concentration of 5.0 µmol · dm<sup>-3</sup>, it reduced the proline content in the leaves of these plants. A decrease in electrolyte leakage and sodium content was noted in the leaves of plants growing under the highest NaCl concentration.

Under the highest salinity level used, silicon at a dose of 3.0 mmol · dm<sup>-3</sup> increased the content of chlorophyll "a" and total chlorophyll, and depending on the measurement time, at a dose of 1.5 or 3.0 mmol · dm<sup>-3</sup>, also increased the intensity of CO<sub>2</sub> assimilation. The supply of silicon to plants growing under elevated NaCl concentration increased the parameters of chlorophyll "a" fluorescence (F<sub>V</sub>, F<sub>M</sub>, and F<sub>V</sub>/F<sub>M</sub>) and decreased the F<sub>0</sub> value, as determined in the first three measurement periods. In tomatoes growing under salt stress, silicon at both applied doses increased the total leaf area and catalase activity

and reduced the proline content and electrolyte leakage from tissues (in plants growing under the highest salinity).

The obtained research results concerning selected physiological and biochemical parameters of tomatoes indicate the positive effects of selenium and silicon nutrition in mitigating the effects of salt stress. The usefulness of the studied physiological and biochemical characteristics in describing the state of salt stress in tomatoes was also demonstrated.

**Keywords:** salt stress, silicon, selenium, physiological characteristics, *Lycopersicon esculentum* Mill.

## Streszczenie

Podwyższone stężenie soli w środowisku jest jedną z głównych przyczyn degradacji gleb, a także istotnym czynnikiem stresogennym ograniczającym wzrost i plonowanie roślin, między innymi poprzez oddziaływanie na ich procesy fizjologiczno – biochemiczne. Jednym z głównych wyzwań w produkcji roślinnej jest obecnie przeciwdziałanie stresom abiotycznym lub też łagodzenie ich skutków. Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu selenu oraz krzemu na cechy fizjologiczne, biochemiczne i biometryczne pomidora zwyczajnego (*Lycopersicon esculentum* Mill.) odmiany Roquetero F1, rosnącego w warunkach podwyższonego stężenia NaCl w hydroponikach.

Przeprowadzono dwa niezależne, dwuczynnikowe doświadczenia hydroponiczne, w układzie kompletnej randomizacji, w pięciu powtórzeniach, w kontrolowanych warunkach komór wzrostowych Katedry Bioinżynierii, Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. W obydwu eksperymentach pierwszym czynnikiem doświadczalnym był poziom stężenia chlorku sodu w pożywce (0 – kontrola, 50, 75 oraz 100 mmol NaCl · dm<sup>-3</sup>), drugim zaś odpowiednio poziom stężenia soli selenu (0 – kontrola, 5,0; 10 μmol Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> · dm<sup>-3</sup>) oraz krzemu (0 – kontrola; 1,5; 3,0 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O · dm<sup>-3</sup>).

Wykazano wpływ selenu na zwiększenie zawartości barwników asymilacyjnych w liściach pomidora, w szczególności rosnących w warunkach stężenia 100 mmol NaCl · dm<sup>-3</sup>. Selen zastosowany w dawce 5,0 μmol · dm<sup>-3</sup> zwiększył intensywność asymilacji CO<sub>2</sub> i transpiracji, a także przewodnictwo szparkowe dla wody u roślin rosnących w warunkach podwyższonego stężenia NaCl. W obu zastosowanych

---

dawkach zwiększył natomiast sumaryczną powierzchnię liści oraz aktywność katalazy i peroksydazy, a także względną zawartość wody określoną po 14 i 28 dobach ekspozycji na działanie czynników eksperymentu. Wprowadzony do pożywki w stężeniu  $5,0 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  zmniejszył zawartość proliny w liściach tych roślin. Zanotowano zmniejszenie wycieku elektrolitów oraz zawartości sodu w liściach roślin rosnących w warunkach najwyższego stężenia NaCl.

W najwyższym zastosowanym zasoleniu, krzem w dawce  $3,0 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$  zwiększył zawartość chlorofilu „a” oraz chlorofilu całkowitego, a w zależności od terminu pomiaru, w dawce  $1,5$  lub  $3,0 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , także intensywność asymilacji  $\text{CO}_2$ . Zaopatrzenie roślin rosnących w warunkach podwyższonego stężenia NaCl w krzem zwiększyło parametry fluorescencji chlorofilu „a” ( $F_V$ ,  $F_M$  i  $F_V/F_M$ ) oraz zmniejszyło wartość  $F_0$ , określone w trzech pierwszych terminach pomiaru. U pomidora rosnącego w stresie solnym, krzem w obu zastosowanych dawkach zwiększył sumaryczną powierzchnię liści i aktywność katalazy, a także zmniejszył zawartość proliny oraz wyciek elektrolitów z tkanek (u roślin rosnących w najwyższym zasoleniu).

Uzyskane rezultaty badań dotyczące wybranych parametrów fizjologicznych i biochemicznych pomidora wskazują na pozytywne efekty zastosowanego żywienia roślin selenem oraz krzemem w łagodzeniu skutków stresu solnego. Wykazano także przydatność badanych cech fizjologiczno – biochemicznych do opisu stanu stresu solnego u pomidora.

**Słowa kluczowe:** stres solny, krzem, selen, cechy fizjologiczne, *Lycopersicon esculentum* Mill.

---