
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LXIII (2)

SECTIO E

2008

Katedra Sadownictwa¹, Akademia Rolnicza w Szczecinie, ul. Janosika 8, 71-424 Szczecin,
e-mail: gmikiciuk@agro.ar.szczecin.pl
Katedra Fizjologii Roślin², Akademia Rolnicza w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 70-344 Szczecin,
e-mail: mmikiciuk@agro.ar.szczecin.pl

GRZEGORZ MIKICIUK¹, MAŁGORZATA MIKICIUK²

**Reakcja fizjologiczna truskawki (*Fragaria ananassa* Duch.)
odmiany Senga Sengana na dolistne dokarmianie
potasowo-krzemowe**

A physiological response of strawberry (*Fragaria annanassa* Duch.) variety
Senga Sengana to foliar application of potassium and silicon fertilizer

Streszczenie. W latach 2005–2006 w Stacji Doświadczalnej Katedry Sadownictwa Akademii Rolniczej w Szczecinie, w miejscowości Rajkowo, przeprowadzono doświadczenie wegetacyjne, którego celem była ocena wpływu dolistnego dożywiania Alkalinem potasowym z krzemem na niektóre cechy fizjologiczne truskawki odmiany Senga Sengana. Określono zawartość barwników asymilacyjnych w liściach, powierzchnię pojedynczego liścia, sumaryczną powierzchnię asymilacyjną liści z pojedynczej rośliny oraz liczbę liści. Nie stwierdzono istotnego wpływu dokarmiania dolistnego Alkalinem potasowym z krzemem na zawartość chlorofilu a, b, całkowitego oraz karotenoidów w liściach. Dokarmianie dolistne nie wpłynęło istotnie na wielkość sumarycznej powierzchni asymilacyjnej liści pojedynczej rośliny oraz powierzchnię pojedynczego liścia. Rośliny dokarmiane dolistnie i kontrolne charakteryzowały się także zbliżoną liczbą liści.

Słowa kluczowe: truskawka, Senga Sengana, Alkalin potasowy z krzemem, barwniki asymilacyjne, powierzchnia liści

WSTĘP

Polska jest głównym w Europie producentem owoców truskawek przeznaczonych do przetwórstwa. Dominującą w naszym kraju odmianą przetwórczą jest Senga Sengana.

W produkcji truskawek coraz częściej stosowane są zabiegi dokarmiania dolistnego, stanowiące uzupełnienie tradycyjnego nawożenia. Do nawozów stosowanych w postaci oprysków dolistnych należą Alkaniny. Charakteryzują się dużą zawartością potasu oraz zasadowym odczynem, co związane jest ściśle z ich głównym atutem – aktywizacją czynników odpornościowych rośliny. Przypuszcza się, że Alkaniny intensyfikują syntezę kwasu salicylowego – substancji wzrostowej, biologicznie czynnej uwalnianej w roślinach w warunkach stresowych, np. podczas odpowiedzi na patogeny [Materiały... 2005, Tretyn 2002].

Zastosowany Alkalin potasowy z krzemem stanowi źródło głównie potasu i krzemu. Potas jest pierwiastkiem niezbędnym bezpośrednio oddziałującym na gospodarkę wodną roślin, jest również odpowiedzialny za tworzenie się kwiatów i owoców. Wpływa na wielkość i jędrność owoców truskawki oraz odporność roślin na mróz, choroby i szkodniki. Truskawki wyraźnie zwiększają zapotrzebowanie na ten pierwiastek po 4–5 tygodniach wegetacji. Krzem, mimo powszechności występowania w glebie, jest w przeważającej większości niedostępny dla roślin [Brogowski 2000]. W roślinach pierwiastek ten występuje w komórkach epidermy, mezofilu, sklerenchymie i ksylemie, głównie w ścianach komórkowych [Yoshida i in. 1962, Jones i Handreck 1967, Nowakowski 2001]. Rośliny dobrze zaopatrzone w krzem są bardziej odporne na niekorzystne warunki środowiska, charakteryzują się większą zdrowotnością i produkcją biomasy. Przypuszcza się również, iż krzem wzmacnia syntezę barwników asymilacyjnych.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu dolistnego dokarmiania Alkalinem potasowym z krzemem na zawartość barwników asymilacyjnych oraz powierzchnię fotosyntetyczną liści truskawki odmiany Senga Sengana.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2005–2006, w Sadowniczej Stacji Doświadczalnej Akademii Rolniczej w Szczecinie, w miejscowości Rajkowo koło Szczecina przeprowadzono doświadczenie wegetacyjne, w układzie bloków losowanych, w trzech powtórzeniach. Jedno powtórzenie obejmowało 20 roślin. Czynnikiem doświadczalnym stanowiło nawożenie dolistne Alkalinem potasowym z krzemem (wariant I – z nawożeniem, wariant II – kontrola, oprysk wodą destylowaną). Biologiczny materiał badań stanowiła odmiana truskawki Senga Sengana. Doświadczenie przeprowadzono na truskawkach posadzonych wiosną 2005 roku na wałach okrytych białą folią, w rozstawie 0,2 m × 1 m, na glebie płowej o składzie mechanicznym gliny średniej, pochodzenia zwałowego. Do nawadniania plantacji zastosowano linię kroplującą T-line zamontowaną pod folią. Potrzeby nawadniania określono za pomocą tensjometru glebowego kontaktowego. Alkalin potasowy z krzemem (49 g N-NH₂, 360 g K₂O oraz 15g SiO₂·dm⁻³, pH powyżej 13,5), zastosowano w obu latach badań, w postaci oprysku dolistnego roztworem o stężeniu 1%, w dwóch terminach: na początku kwitnienia (pierwsza dekada maja) i tuż po kwitnieniu roślin (pierwsza dekada czerwca).

Zawartość barwników asymilacyjnych: chlorofilu a, b, całkowitego oraz karotenoidów oznaczono w obu latach badań (w trzech powtórzeniach), w liściach truskawki, w trzech terminach: trzeciej dekadzie maja (1 termin), czerwca (2 termin) i lipca (3 termin). Zastosowano metodę Lichtenthalera i Wellburna [1983]. Materiał do badań pobrano z trzech reprezentatywnych roślin z każdej kombinacji doświadczalnej. Za Arnonem i in. [1956] obliczono zawartość chlorofilu i karotenoidów.

Po zakończeniu zbiorów owoców (15 lipca) w obu latach badań określono za pomocą aparatu komputerowego typu DIAS, w trzech powtórzeniach, sumaryczną powierzchnię asymilacyjną liści pojedynczej rośliny. Określono również liczbę liści na roślinie oraz powierzchnię pojedynczego liścia.

Obliczenia statystyczne polegały na wykonaniu dwuczynnikowej analizy wariancji dla zawartości barwników asymilacyjnych (czynnik I: nawożenie dolistne Alkalinem, czynnik II: termin oznaczenia) oraz analizy jednoczynnikowej dla wielkości powierzchni

asymilacyjnej liści (czynnik I: nawożenie dolistne Alkalinem). W celu określenia różnic między średnimi i dla interakcji obliczono półprzedziały ufności Tuckeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Ze względu na niejednorodność wariancji błędu, w przypadku wyników powierzchni asymilacyjnej liści oraz liczby liści nie dokonano syntezy wyników z dwóch lat badań. Syntezę taką wykonano natomiast dla zawartości barwników fotosyntetycznych [Wójcik i Laudański 1989].

WYNIKI I DYSKUSJA

W literaturze przedmiotu brak jest danych dotyczących wpływu pozakorzeniowego dokarmiania Alkalinem potasowym z krzemem na zawartość barwników asymilacyjnych w liściach truskawki. Choć zawartość chlorofilu w zielonych częściach roślin nie jest bezpośrednio skorelowana z intensywnością fotosyntezy [Wojcieszka 1994], to jednak wielkość powierzchni asymilacyjnej całych roślin lub poszczególnych ich organów, przy określonej zawartości pigmentów asymilacyjnych, decyduje o wytworzonej biomase, a w konsekwencji o wielkości plonu.

Tabela 1. Zawartość chlorofilu a, b, a + b i karotenoidów w liściach truskawki odmiany Senga Sengana (średnie z lat), $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{św.m.}$

Table 1. Content of chlorophyll a, b, a + b and carotenoids in leaves of strawberry variety Senga Sengana (mean for years), $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{fresh matter}$

Wyszczególnienie Specification	Poziom nawożenia Level of fertilization	Termin pomiaru Date of measurement			Średnia Mean
		I	II	III	
Chlorofil a Chlorophyll a	kontrola – control	1,534 b	1,219 a	1,362 ab	1,460 a
	nawożenie – fertilization	1,354 ab	1,459 ab	1,567 b	1,372 a
	średnia – mean	1,444 a	1,339 a	1,464 a	
Chlorofil b Chlorophyll b	kontrola – control	0,563 a	0,539 a	0,519 a	0,546 a
	nawożenie – fertilization	0,502 a	0,539 a	0,519 a	0,540 a
	średnia – mean	0,532 a	0,536 a	0,561 a	
Chlorofil a + b Chlorophyll a + b	kontrola – control	1,856 a	1,991 a	2,169 a	2,005 a
	nawożenie – fertilization	2,097 a	1,758 a	1,880 a	1,912 a
	średnia – mean	1,976 a	1,875 a	2,025 a	
Karotenoidy	kontrola – control	0,674 ab	0,655 ab	0,692 ab	0,674 a
	nawożenie – fertilization	0,735 b	0,554 a	0,611 a	0,633 a
	średnia – mean	0,704 b	0,604 a	0,651 ab	

*średnie oznaczone taką samą literą nie różnią się istotnie statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

* means denoted with the same letters do not differ significantly at the level of significance $\alpha = 0.05$

Bartkowski [1999] podaje, iż krzem może prowadzić do zwiększenia zawartości chlorofilu w tkance asymilacyjnej roślin oraz intensyfikować proces syntezy cukrów. Pierwiastek ten ogranicza także pobieranie metali ciężkich, w tym miedzi i kadmu przez rośliny. Związki krzemu skutecznie zapobiegają również toksyczności glinu, tworząc z nim nietoksyczne dla roślin, nierozpuszczalne związki [Nowakowski 2001]. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono istotnego wpływu dokarmiania dolistnego Alkalinem potasowym z krzemem na zawartość chlorofilu a, b, całkowitego oraz karote-

noidów w liściach truskawki odmiany Senga Sengana. Liście roślin dokarmianych dolistnie i kontrolnych charakteryzowały się zbliżoną zawartością tych związków. Zawartość chlorofilu zmieniała się również nieznacznie w terminach pomiaru. Nieco większą zawartość formy a, b oraz chlorofilu całkowitego stwierdzono w trzecim terminie (3 dekada lipca). W przypadku karotenoidów zanotowano istotną różnicę pomiędzy zawartością tych barwników w pierwszym terminie (3 dekada maja) – 0,704 mg·g⁻¹ św.m. a zawartością w terminie drugim (3 dekada czerwca) – 0,604 mg·g⁻¹ św.m. (tab. 1). Według Devlina i Barkera [1971] karotenoidy odgrywają istotną rolę w procesie fotosyntezy, chronią cząsteczki chlorofilu przed fotooksydacją, przekazują energię świetlną na chlorofil oraz częściowo same biorą udział w asymilacji dwutlenku węgla.

Tabela 2. Powierzchnia asymilacyjna i liczba liści truskawki odmiany Senga Sengana
Table 2. Assimilation area and number of the leaves of strawberry variety Senga Sengana

Poziom nawożenia Level of fertilization	Powierzchnia liści Area of the leaves		Liczba liści Number of the leaves		Powierzchnia liścia Area of the leaf	
	cm ² ·roślina ⁻¹ cm ² ·plant ⁻¹		szt.·roślina ⁻¹ piece·plant ⁻¹		cm ²	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Kontrola – Control	1654 a	4921 a	20,5 a	136,7 a	81,4 a	36,1 a
Nawożenie – Fertilization	1214 a	4035 a	18,2 a	135,3 a	66,2 a	30,1 a
Średnia – Mean	1434	4478	19,35	13,60	73,8	33,1

*średnie oznaczone taką samą literą nie różnią się istotnie statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

* means denoted with the same letters do not differ significantly at the level of significance $\alpha = 0.05$

Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu nawożenia dolistnego Alkalinem na wielkość sumarycznej powierzchni asymilacyjnej liści pojedynczej rośliny oraz powierzchnię pojedynczego liścia, choć w obu latach badań mniejszą sumaryczną oraz jednostkową powierzchnię liści stwierdzono u truskawek dokarmianych. Sumaryczna powierzchnia asymilacyjna liści truskawek dokarmianych dolistnie Alkalinem była mniejsza od całkowitej powierzchni roślin kontrolnych w pierwszym roku badań o 26%, w drugim natomiast o 18%. Powierzchnia pojedynczego liścia truskawek dokarmianych dolistnie w pierwszym roku badań była mniejsza od powierzchni roślin stanowiących kontrolę o 19%, w drugim podobnie o 17%. Rośliny dokarmiane dolistnie i kontrolne charakteryzowały się zbliżoną liczbą liści. W pierwszym roku badań wynosiła ona u roślin dożywianych dolistnie i kontrolnych odpowiednio: 18,2 i 20,5, w drugim natomiast 135,3 i 136,7 (tab. 2).

WNIOSKI

1. Liście truskawki dokarmianej dolistnie Alkalinem potasowym z krzemem oraz kontrolnej charakteryzowały się zbliżoną zawartością chlorofilu a, b oraz całkowitego.

2. W pierwszym terminie pomiaru istotnie większą zawartość karotenoidów stwierdzono w liściach truskawki dokarmianej Alkalinem aniżeli kontrolnej.

3. Dokarmianie Alkalinem nie wpłynęło istotnie na wielkość sumarycznej powierzchni asymilacyjnej liści oraz powierzchni pojedynczego liścia.
4. Rośliny dokarmiane dolistnie oraz kontrolne posiadały zbliżoną liczbę liści.

PIŚMIENNICTWO

- Arnon D.J., Allen M.B., Halley F., 1956. Photosynthesis by isolated chloroplasts. *Biochim. Biophys. Acta* 20, 449–461.
- Bartkowski K., 1999. Nawożenie ogórków szklarniowych krzemem. *Hasło Ogrodn.* 2, 30–32.
- Brogowski Z., 2000. Krzem w glebie i jego rola w żywieniu roślin. *Zesz. Post. Nauk Rol.* 6, 9–16.
- Devlin R. M., Barker A.V., 1971. Photosynthesis. Van Nostrand Reinhold Co, New York.
- Jones L., Handreck K., 1967. Silica in soil, plants and animals. *Adv. Agron.* 19, 107–149.
- Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemistry Soc. Trans* 11, 591–592.
- Materiały informacyjne. *Intermag*, 2005.
- Nowakowski W., 2001. Rola krzemu w detoksykacji metali ciężkich. *Aura*. 12, 26.
- Tretyn A., 2002. Odbiór i przekazywanie sygnałów w komórkach roślin. *Fizjologia roślin*. PWN Warszawa, 123–136.
- Wojcieszka U., 1994. The effect of nitrogen nutrition of soybean on plant growth and CO₂ exchange parameters. *Acta Physiol. Plant.* 16, 262–268.
- Wójcik A. R., Laudański Z., 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczeniach. PWN Warszawa.
- Yoshida S., Ohnishi Y., Kitagishi K., 1962. Chemical forms, mobility and deposition of silicon in rice plant. *Soil Sci. Plant Nutr.* 8, 15–21.

Summary. In 2005–2006 at the Experimental Station of Pomology Department, University of Agriculture in Szczecin in Rajkowo, a vegetation experiment was carried out. The aim of the studies was to assess the physiological reaction of plants to foliar application of potassium – silicon fertilizer (Potassium Alkaline with silicon). Strawberry variety Senga Sengana was chosen as the biological material for the studies. The following parameters of the investigated variety were determined: content of assimilation pigment (chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoids), quantity and area of the leaves. No significant influence of foliar application of potassium Alkaline with silicon on the content of chlorophyll a, b, total chlorophyll and carotenoids in leaves was observed. Foliar nutrition did not significantly influence the total size of the assimilation surface of leaves of an individual plant and the surface of an individual leaf. The plants to which foliar nutrition was applied and the control plants were also characterized by a similar number of leaves.

Key words: strawberry, Senga Sengana, potassium Alkaline with silicon, assimilation pigments, area of the leaves