

---

**WPLYW EMULSJI OGRANICZAJĄCEJ WZROST KORZENI NA  
ROZWÓJ SYSTEMU KORZENIOWEGO I JAKOŚĆ SADZONEK  
TRUSKAWKI ODMIANY ELSANTA**

**Effect of a root growth inhibiting emulsion on the development of the  
root system and quality of strawberry plug plants cv. Elsanta**

Anna Tryngiel-Gać<sup>1</sup>, Waldemar Treder<sup>1</sup>,  
Ryszard Górecki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa im. Szczepana Pieniążka  
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice

<sup>2</sup>Instytut Warzywnictwa im. E. Chroboczka  
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice  
e-mail: Anna.Gac@insad.pl

ABSTRACT

The aim of the study was to examine the effect of an emulsion containing copper orthosilicate on the formation and growth of the root system of strawberry plug plants (cv. Elsanta). The emulsion reduced overgrowth and spiralling of the roots in pots. Plug plants grown in emulsion-treated pots had better root distribution and produced more branching and more lateral roots compared with the control plants. No phytotoxicity of the emulsion was observed. After direct contact with the pot's surface, the roots stopped growing; however, the formation of a large number of lateral roots made the root system evenly distributed throughout the pot. After outplanting, no detrimental effect on further plant development was observed. Plug plants rooted without the addition of the emulsion had a strong growing root system, but with a small number of lateral roots. Also, the massing of roots near the wall of the pot was evident. The obtained results showed that the emulsion containing copper orthosilicate may be used for improving the quality of strawberry planting material.

**Key words:** strawberry plug plants, root system, copper orthosilicate

## WSTĘP

Polska jest jednym z największych producentów truskawek na świecie. W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania uprawą odmian deserowych o owocach smacznych, atrakcyjnych z wyglądu i dostępnych w długim okresie czasu. Efektywna produkcja truskawek odmian deserowych, w tym z uprawy sterowanej, nie jest możliwa bez wysokiej jakości sadzonek. Dążenie do unowocześniania produkcji oraz rosnący popyt na świeże owoce doprowadziły do opracowania wielu nowych technologii uprawowych.

Ważną rolę w intensyfikacji produkcji truskawek odgrywa jakość sadzonek. Opracowano więc nowe sposoby ich pozyskiwania i mogą one być wykorzystane w dogodnym dla producenta terminie (Żurawicz 2005). Coraz popularniejsze stają się sadzonki ukorzeniane w pojemnikach, tzw. sadzonki doniczkowane. Wzrost systemu korzeniowego w pojemniku jest bardzo intensywny i z reguły sadzonki doniczkowane bardzo dobrze przyjmują się po posadzeniu. Dzięki wcześniejszemu ukorzenieniu nie przechodzą one stresu po posadzeniu, łatwiej się przyjmują, szybciej rosną i obficie owocują. Czasami jednak rośliny źle adaptują się w polu. Przyczyną tego jest niepoprawnie wykształcony system korzeniowy. Przy dłuższej uprawie truskawek w pojemnikach następuje zwijanie się korzeni wokół ścian doniczki i tworzy się tam zbita masa korzeni. Tak zniekształcony system korzeniowy słabo się rozgałęzia i tylko Nieliczne nowe korzenie wyrastają poza obręb pierwotnej bryły. Jest to zjawisko niepożądane i niekorzystne, ponieważ rośliny z silnie zdeformowanym systemem korzeniowym po posadzeniu na miejsce stałe gorzej się przyjmują i później rozpoczynają wzrost. Prowadzone są badania nad ograniczeniem zwijania się korzeni wzdłuż ścian naczyń uprawowych. Poza stosowaniem specjalnie wyprofilowanych pojemników do ograniczenia tego zjawiska wykorzystuje się również związki chemiczne. Najczęściej stosowanymi preparatami do ograniczania wzrostu korzeni w pojemnikach są związki zawierające miedź (Górecki 2007).

Celem doświadczenia była ocena wpływu emulsji zawierającej ortokrzemian miedzi na wzrost systemu korzeniowego sadzonek truskawki odmiany Elsanta.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w szklarni Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa im. Szczepana Pieniążka w Skierniewicach w latach 2006-2007. W marcu 2006 roku do 16-litrowych worków polietylenowych (wymiary: długość – 60 cm, szerokość – 23 cm) wypełnionych mieszaniną substratu torfowego i włókna kokosowego (3:1) posadzono po 6 roślin matecznych truskawki odmiany Elsanta. Nawadnianie i nawożenie matecznika prowadzono automatycznie, za pomocą systemu kropłowego, na podstawie pomiarów wilgotności podłoża prowadzonych sondami pojemnościowymi. Sadzonki pobierano 1 raz w ciągu całego okresu uprawy matecznika. Ukorzeniano sadzonki I, II i III rzędu. Przez 2 tygodnie przed odcięciem od roślin matecznych sadzonki ukorzeniano w pojedynczych minidoniczkach wypełnionych substratem torfowym (objętość 50 cm<sup>3</sup>), umieszczonych w specjalnie przygotowanych rynnach rozłożonych wzdłuż rzędów worków z roślinami matecznymi (Treder i in. 2007). Przed wypełnieniem doniczek podłożem część z nich pomalowano wewnątrz emulsją o symbolu F5 zawierającą ortokrzemian miedzi, aby zapobiec zjawisku skręcania się korzeni. Jest to emulsja do pojemników szkółkarskich i doniczek, która według opisu patentowego – stanowi zawiesinę farby emulsyjnej w ilości od 75 do 99,4 procentów wagowych z dodatkiem bezwodnego krzemianu miedzi w ilości od 0,1 do 20 procentów wagowych oraz mieszanki olejów roślinnych w ilości od 0,5 do 5 procentów wagowych (Opis patentowy 2006).

Po okresie 2-tygodniowego ukorzeniania sadzonki odcinano od roślin matecznych i oceniano je pod względem morfologicznym. Po wypłukaniu z korzeni podłoża oceniano sumaryczną długość i średnicę korzeni, używając skanera korzeniowego z oprogramowaniem WinRhizo (Regent Instruments, Kanada). Oceniano również liczbę korzeni bocznych wykształconych przy ścianach naczynia uprawowego. Ocenę przeprowadzono na reprezentatywnej próbie, według skali bonitacyjnej 1-5 (1 – 1-4 szt. korzeni bocznych, 2 – 5-10 szt. korzeni bocznych, 3 – 11-15 szt. korzeni bocznych, 4 – 16-20 szt. korzeni bocznych, 5 – powyżej 21 szt. korzeni bocznych). Masę organów roślinnych oznaczano metodą wagową [g], a średnicę skróconego pędu mierzono suwmiarką [mm]. Parametry sadzonek określano w 10 powtórzeniach, powtórzenie stanowiła

pojedyncza roślina. Pozostałe sadzonki po 7 dniach przesadzano do wielodoniczek (o objętości pojedynczej komory – 200 cm<sup>3</sup>) wypełnionych substratem torfowym, wzbogaconym nawozem wolnodziałającym Osmocote Start (2-3-miesięczny – 14:5:12) w dawce 5 g l<sup>-1</sup> podłoża. W zależności od wariantu doświadczenia analizowano następujące kombinacje:

- I – sadzonki ukorzeniane w wielodoniczkach kontrolnych (bez emulsji F5), a następnie uprawiane w doniczkach kontrolnych (bez emulsji F5),
- II – sadzonki ukorzeniane w wielodoniczkach kontrolnych, a następnie uprawiane w doniczkach pomalowanych wewnątrz emulsją,
- III – sadzonki ukorzeniane w wielodoniczkach pomalowanych wewnątrz emulsją, a następnie uprawiane w doniczkach kontrolnych,
- IV – sadzonki ukorzeniane w wielodoniczkach pomalowanych wewnątrz emulsją, a następnie uprawiane w doniczkach również pomalowanych wewnątrz emulsją,

Po 6 tygodniach uprawy przeprowadzano analizę morfologiczną roślin metodami podanymi powyżej.

Wyniki opracowano statystycznie z użyciem metody analizy wariancji, a do oceny istotności różnic między średnimi użyto wielokrotnego testu t-Duncana, przy poziomie istotności 5%. Obliczenia wykonano z użyciem programu Statistica 7.1 (StatSoft, USA).

## WYNIKI

### **Ukorzenianie sadzonek**

Nie stwierdzono istotnych różnic w masie i średnicy korzeni (tab. 1). Sadzonki ukorzeniane w doniczkach bez dodatku miedzi wytwarzały jednak długie korzenie, które miały niewiele korzeni bocznych i zwijały się wzdłuż ścianek doniczek. System korzeniowy sadzonek ukorzenianych w minidoniczkach pomalowanych emulsją był znacznie krótszy, ale było więcej korzeni bocznych w porównaniu z sadzonkami kontrolnymi (tab. 1). Nie zaobserwowano również zjawiska fitotoksyczności emulsji.

Pomiary morfologiczne nie wykazały istotnych różnic pomiędzy masą i powierzchnią liści oraz masą i średnicą koron sadzonek ukorzenianych

w substracie torfowym w poszczególnych wariantach doświadczenia (tab. 2).

T a b e l a 1

Wpływ emulsji zawierającej Cu na system korzeniowy sadzonek truskawek –  
Effect of a Cu-containing emulsion on the root system of strawberry plug plants

Podłoże Substrate	Masa korzeni Root weight [g]	Długość korzeni Root length [cm]	Średnica korzeni Root diameter [mm]	Liczba korzeni bocznych (skala bonitacyjna 1-5) Number of lateral roots ( scale 1-5 ranking scale)
Substrat torfowy Peat substrate	0,789 a	2942,7 b	0,680 a	2,3 a
Substrat torfowy + emulsja F5 Peat substrate + F5 emulsion	0,821 a	1877,8 a	0,651 a	3,6 b

Objaśnienie: średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie 5% według wielokrotnego testu t-Duncana; Explanation: means within the columns followed by the same letter are not significantly different (5%) according to Duncan's multiple range test

T a b e l a 2

Wpływ emulsji zawierającej Cu na cechy morfologiczne sadzonek truskawek –  
Effect of a Cu-containing emulsion on the morphological parameters of  
strawberry plug plants

Podłoże Substrate	Masa liści Weight of leaves [g]	Powierzchnia liści [cm <sup>2</sup> roślina <sup>-1</sup> ] Total leaf area [cm <sup>2</sup> plant <sup>-1</sup> ]	Średnica korony Crown diameter [mm]	Masa korony Crown weight [g]
Substrat torfowy Peat substrate	4,447 a	122,6 a	9,756 a	2,545 a
Substrat torfowy + emulsja F5 Peat substrate + F5 emulsion	4,444 a	114,9 a	10,267 a	2,668 a

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie 5% według wielokrotnego testu t-Duncana; Means within the columns followed by the same letter are not significantly different (5%) according to Duncan's multiple range test

## Uprawa sadzonek

Po 6 tygodniach uprawy przeprowadzono analizę morfologiczną roślin ukorzenianych w multiplatach z dodatkiem emulsji F5. Przeanalizowano 4 kombinacje doświadczalne.

I – Sadzonki ukorzeniane w wielodoniczkach kontrolnych (bez emulsji F5), a następnie uprawiane w doniczkach kontrolnych (bez emulsji F5). Korzenie tych sadzonek najgorzej przerosły bryłę podłoża po przesadzeniu, zaczynały się zwijać przy ścianach naczynia uprawowego i później rozpoczęły powtórny wzrost. Charakteryzowały się istotnie najwyższą długością i masą (tab. 3).

T a b e l a 3

Wpływ emulsji zawierającej Cu na system korzeniowy truskawek – Effect of a Cu-containing emulsion on the root system of strawberry plants

Kombinacja Combination	Masa korzeni Root weight [g]	Długość korzeni Root length [cm]	Średnica korzeni Root diameter [mm]	Ilość korzeni bocznych (skala bonitacyjna 1-5) Number of lateral roots (1-5 ranking scale)
I	13,94 b	4032,2 c	0,586 a	3,7 a
II	12,72 ab	3809,8 b	0,523 a	4,7 b
III	12,56 ab	3487,6 b	0,621 a	5,8 c
IV	10,83 a	2672,1 a	0,653 a	5,9 c

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie 5% według wielokrotnego testu t-Duncana; Means within the columns followed by the same letter are not significantly different (5%) according to Duncan's multiple range test

II – Sadzonki ukorzeniane w wielodoniczkach kontrolnych, a następnie uprawiane w doniczkach pomalowanych wewnątrz emulsją. Sadzonki te wykształciły zbity system korzeniowy w bryle podłoża. Tylko nieliczne pojedyncze korzenie wyrastały poza pierwotny obszar. Po kontakcie ze ścianami doniczek następowało zahamowanie wzrostu korzeni i tworzenie korzeni bocznych.

III – Sadzonki ukorzeniane w wielodoniczkach pomalowanych wewnątrz emulsją, a następnie uprawiane w doniczkach kontrolnych. Rośliny te szybko rozpoczęły powtórny wzrost. Wykształciły silny system korzeniowy, który bardzo łatwo przerósł całą bryłę podłoża, ale zaczął się zwijać przy ściankach doniczek.

IV – Sadzonki ukorzeniane w wielodoniczkach pomalowanych wewnątrz emulsją, a następnie uprawiane w doniczkach również pomalowanych wewnątrz emulsją. Korzenie tych roślin bardzo dobrze przerosły całą bryłę podłoża, wykształciły wiele korzeni bocznych i nie zwijały się wzdłuż ścianek pojemnika. Charakteryzowały się one masą korzeni nie różniącą się istotnie od pozostałych kombinacji i najniższą sumaryczną długością systemu korzeniowego (tab. 3).

Pomiary morfologiczne nie wykazały istotnych różnic pomiędzy masą i powierzchnią liści oraz masą i średnicą koron roślin w poszczególnych wariantach doświadczenia (tab. 4).

T a b e l a 4

Wpływ emulsji zawierającej Cu na cechy morfologiczne sadzonek truskawek –  
Effect of a Cu-containing emulsion on the morphological parameters of  
strawberry plants

Kombinacja Combina- tion	Masa liści Weight of leaves [g]	Powierzchnia liści Total leaf area [cm <sup>2</sup> plant <sup>-1</sup> ]	Średnica korony Crown diameter [mm]	Masa korony Crown weight [g]
I	12,56 a	365,5 a	13,96 a	4,02 a
II	11,48 a	401,8 a	14,09 a	4,16 a
III	12,08 a	358,3 a	14,02 a	4,08 a
IV	12,14 a	403,3 a	13,85 a	4,12 a

Średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie 5% według wielokrotnego testu t-Duncana; Means within the columns followed by the same letter are not significantly different (5%) according to Duncan's multiple range test

## DYSKUSJA

Związki miedzi wpływają korzystnie na architekturę systemu korzeniowego roślin przez zapobieganie zwijaniu się korzeni w pojemnikach uprawowych (Brass i in. 1996), co zostało potwierdzone w badaniach własnych. System korzeniowy sadzonek ukorzenianych w minidoniczkach pomalowanych wewnątrz emulsją zawierającą ortokrzemian miedzi był

znacznie krótszy, ale zawierał więcej korzeni bocznych w porównaniu z sadzonkami kontrolnymi. Jest to bardzo pożądane, ponieważ wzrost liczby korzeni bocznych jest dość istotnym czynnikiem gwarantującym przyjęcie się materiału szkółkarskiego na miejsce stałe (Borys 1974). Podobne wyniki uzyskali również Cattivello i Danielis w 2008, którzy wykazali, że sole miedzi znacząco zmniejszyły przerost korzeni i ich spiralne zwijanie się u sadzonek popularnych warzyw (szparagi, cykoria, seler, koper, sałata i pietruszka). Zarówno w badaniach własnych, jak i w innych pracach nie zaobserwowano fitotoksyczności emulsji, korzenie po kontakcie ze ścianką pojemnika nie przyrastały już na długość, ale wytwarzały dużą ilość korzeni bocznych, które bardzo dobrze przerastały całą bryłę podłoża. Tylko Cattivello i Danielis (2008) zaobserwowali fitotoksyczność, ale po zastosowaniu wysokich stężeń związków miedzi, objawiającą się ograniczeniem wzrostu korzeni. Stosowanie związków miedzi okazało się najskuteczniejszym sposobem na poprawę jakości uzyskanego materiału nasadzeniowego (Cattivello i Danieli 2008; Wyatt 1998). Niestety ich działanie nie trwa zbyt długo, gdyż ulegają one szybkiemu wypłukaniu. Dlatego też w Instytucie Warzywnictwa w Skierniewicach opracowano emulsję zawierającą trwałe związki miedzi, działające przez kilka lat. Skuteczność emulsji przebadano na wielu gatunkach roślin zielnych i drzewiastych uzyskując zadowalające wyniki (Górecki 2009).

Górecki i Stębowska (2009) zaobserwowali również wpływ emulsji do powlekania wielodoniczek na wzrost wyprodukowanych roślin papryki. Wyniki te nie znajdują jednak potwierdzenia w badaniach własnych, w których pokrycie doniczek emulsją F5 nie wpłynęło istotnie na wzrost roślin truskawek. Nie stwierdzono także istotnej różnicy pomiędzy średnicami otrzymanych sadzonek.

## PODSUMOWANIE

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na przydatność emulsji zawierającej ortokrzemian miedzi do poprawy jakości sadzonek przez ograniczenie zjawiska zwijania się korzeni wzdłuż ścianek pojemników uprawowych i stymulowanie rozwoju korzeni bocznych. Związki miedzi, stosowane jako powłoka na wewnętrznych ścianach pojemnika, zmniejsz-



szają znacząco rozwój korzeni i ułatwiają wydobycie sadzonki z kontenera.

#### LITERATURA

- Borys M.W. 1974. Indukowanie korzeni bocznych u *Pirus caucasica* przy pomocy herbicydów. Prace Kom. Nauk Rol. Kom. Nauk Leśnych. **37**: 11-19.
- Brass T.J., Keever G.J., Eakes D.J., William C.H. 1996. Styrene-lined and copper-coated containers affect production and landscape establishment of red maple. HortSci. **31**(3): 353-356.
- Cattivello C., Danielis R. 2008. Chemical Root Pruning by Copper Salts on Vegetables: A Possible Way to Improve the Seedling Quality. Acta Hort. **779**: 477-484.
- Górecki R. 2007. Emulsja do ograniczania rozwoju korzeni przerastających otwory drenażowe pojemników uprawowych. Ogólnopol. Konf. Upowszech. 'Nauka – Praktyce', Skierniewice: 57-58.
- Górecki R. 2009. Zastosowanie emulsji miedziowej do ograniczania wzrostu korzeni w uprawie pojemnikowej roślin. Ogólnopol. Konf. Upowszech. 'Nauka – Praktyce', Skierniewice: 27-58.
- Górecki R., Stępowaska A. 2009. Wpływ zastosowania emulsji do powlekania wnętrza pojemników rozsadowych na wzrost i plonowanie papryki słodkiej. Ogólnopol. Nauk. Konf. Warzyw. Postęp w technologii uprawy warzyw psiankowatych. Skierniewice: 54-56.
- Opis patentowy. 2006. Emulsja do pojemników szkółkarskich i doniczek, PL 196994 B1.
- Treder W., Klamkowski K., Tryngiel-Gać A. 2007. Investigations on greenhouse hydroponic system for production of strawberry potted plantlets. Acta Hort. **761**: 115-119.
- Wyatt J.E. 1998. Tomato Transplant Production Using the Float System and Cupric Hydroxide. HortTechno. **8**(3): 366-369.
- Żurawicz E. 2005. Truskawka i poziomka. PWRiL, Warszawa.