

**Zdzisław Koszański¹, Ewa Rumasz-Rudnicka,
Cezary Podsiadło**

WPLYW NAWADNIANIA KROPELOWEGO I NAWOŻENIA MINERALNEGO NA JAKOŚĆ OWOCÓW TRUSKAWKI

**Zakład Produkcji Roślinnej i Nawadniania
Akademia Rolnicza w Szczecinie**

WSTĘP

Zawartość składników mineralnych w roślinach sadowniczych jest ważna zarówno z punktu widzenia agrotechniki, jak i żywienia człowieka. Nieodpowiedni ich poziom lub wadliwy stosunek bywa niejednokrotnie przyczyną zmniejszenia plonów oraz obniżenia ich jakości. Zarówno nawożenie mineralne, jak i nawadnianie mogą zmienić metabolizm roślin. W dotychczasowej literaturze większość opracowań dotyczy wpływu nawożenia (LENARTOWICZ 1973, ALBREGTS, HOWARD 1988, JUNG, LEE 1989, WIJSMUELLER 1989, KOPAŃSKI, KAWECKI 1994), natomiast informacji na temat zmian składu chemicznego truskawki w zależności od nawadniania jest stosunkowo niewiele i są często rozbieżne (SZEWCZUK i in. 1994, ROLBIECKI, RZEKANOWSKI 1997, KOSZAŃSKI i in. 2000, TREDER 2003). Konieczne jest więc poznanie oddziaływania tych czynników na jakość owoców roślin sadowniczych, wśród których szczególne miejsce zajmuje truskawka. Celem badań było określenie wpływu nawadniania kropelowego i nawożenia mineralnego na zawartość azotu, azotanów, fosforu, potasu, wapnia, magnezu, żelaza, cynku, cukrów i witaminy C w owocach trzech odmian truskawki.

prof. dr hab. Zdzisław Koszański, Zakład Produkcji Roślinnej i Nawadniania, Akademia Rolnicza w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin; Agricultural University in Szczecin, Department of Plant Cultivation and Irrigation, Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, Poland., e-mail: zkoszanski@agro.ar.szczecin.pl

MATERIAŁY I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2001–2003 w SD Lipnik, na glebie brunatnej kwaśniej, kompleksu żytznego dobrego i klasy bonitacyjnej IVb. Zawartość C – organicznego w warstwie ornej wynosiła 1,1–1,4%, przyswajalnych form fosforu 7,4–8,3 mg·100g⁻¹, potasu 8,7–10,5 mg·100g⁻¹, części spławialnych 11–14%. Doświadczenie założono w czterech powtórzeniach według modelu split-blok i split-plot.

Schemat doświadczenia uwzględniał trzy czynniki: wodny, odmianowy i nawozowy. Czynniki wodny: 0 – bez nawadniania, W – nawadniany. Rośliny nawadniano w przypadku obniżeniu wody zgromadzonej w 25 – cm warstwie gleby poniżej 70% PPW. Potrzebę nawadniania określono na podstawie wskazań tensjometrów. Do nawodnień używano linii kroplącej o rozstawie emiterów co 30 cm i wydajności 2.4 l·h⁻¹. W poszczególnych latach zastosowano następujące dawki wody: 2001 r. – 60 mm, 2002 r. – 80 mm, 2003 r. – 46 mm. Czynniki odmianowy uwzględniał trzy odmiany: Elsanta, Elkat, Senga Sengana. Czynniki nawozowy: 0NPK, 1NPK – 220 kg·ha⁻¹ (40+80+100). Rośliny uprawiano w rozstawie 30x50 cm. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 6 m². W owocach, każdego roku, oznaczano: azot ogólny – metoda Kjeldahla, azot azotanowy – potencjometrycznie, fosfor – kolorymetrycznie, magnez – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, wapń i potas – fotometrycznie, żelazo i cynk – metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej, cukier – metodą Luffa-Schoorla, witaminę C – metodą miareczkową z 2.6-dichlorofenoloindofenolem. Uzyskane wyniki oceniono statystycznie testem Duncan.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W owocach badanych odmian truskawki (tab. 1) wykazano podobną zawartość azotu i potasu. Spośród ocenionych odmian, owoce odmiany Elsanta wyróżniały się istotnie większą ilością azotanów i fosforu, a odmiany Senga Sengana – magnezu, wapnia i żelaza. Skład chemiczny roślin zależy nie tylko od cech genetycznych, ale może być modyfikowany przez czynniki zewnętrzne, jak np. nawadnianie i nawożenie. Niedobór wody w glebie wywołany brakiem opadów atmosferycznych, a niekiedy bardzo niską zdolnością retencyjną gleby, zwłaszcza lekkiej, prowadzi do deficytu wodnego roślin. U podstaw zmian fizjologicznych wywołanych deficytem wodnym w roślinach leżą najczęściej procesy biochemiczne odpowiedzialne nie tylko za wzrost, rozwój, plonowanie, ale także za jakość plonów (KOSZAŃSKI 1991). W przeprowadzonym doświadczeniu oddziaływanie nawożenia na zawartość składników mineralnych w owocach truskawki było różne (tab. 1). W wyniku nawadniania w istotny sposób w owocach ocenianych odmian truskawki zwiększyła się zawartość fosforu i potasu. Wyższa zawartość fosforu i potasu

Tabela 1
Table 1

Zawartość składników mineralnych w suchej masie owoców truskawki, zależnie od nawadniania (średnia z trzech lat)
Content of mineral compounds in strawberry fruit dry matter, depending on irrigation (3-year mean)

Składnik Component	Nawadnianie* Irrigation	Odmiana Cultivar			Średnio Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
		Elsanta	Elkant	Senga Sengana		
N (g·kg ⁻¹)	O	16.5	16.0	15.9	16.1	0.05
	W	15.4	15.2	15.0	15.1	
	średnio – mean	15.9	15.6	15.4	15.6	
N-NO ₃ (mg·kg ⁻¹)	O	355	237	270	287	20
	W	330	217	240	262	
	średnio – mean	342	227	255	275	
P (g·kg ⁻¹)	O	2.67	2.58	2.41	2.55	0.31
	W	3.33	2.90	3.19	3.14	
	średnio – mean	3.00	2.74	2.80	2.85	
K (g·kg ⁻¹)	O	11.3	11.3	11.0	11.2	0.7
	W	11.9	12.7	13.9	12.8	
	średnio – mean	11.6	12.0	12.4	12.0	
Ca (g·kg ⁻¹)	O	2.23	1.83	2.71	2.66	r.n. / n.s.
	W	2.55	1.91	2.82	2.33	
	średnio – mean	2.24	1.87	2.76	2.29	
Mg (g·kg ⁻¹)	O	1.28	0.91	1.26	1.15	0.91
	W	0.90	0.62	1.00	0.84	
	średnio – mean	1.09	0.76	1.13	1.00	
Fe (mg·kg ⁻¹)	O	110	100	185	132	r.n. / n.s.
	W	100	96	163	120	
	średnio – mean	105	98	174	126	
Zn (mg·kg ⁻¹)	O	28	22	26	25	r.n. n.s.
	W	32	27	29	29	
	średnio – mean	30	24	27	27	

* O – nienawadniane – not irrigated, W – nawadniane – irrigated

w roślinach nawadnianych może być wynikiem wzmożonego przepływu tych składników z wodą na skutek dyfuzji. Także w korzystnych warunkach wilgotnościowych powstają okoliczności sprzyjające uruchamianiu fosforu i potasu z trudno rozpuszczalnych połączeń glebowych. W warunkach nawadniania w owocach truskawki stwierdzono istotne zmniejszenie ilości azotu i azotanów (tab. 1). KOSZAŃSKI i in. (2000) uważają, że reduktaza azotanowa jest odpowiedzialna za uaktyw-

nienie procesu wbudowywania azotanów w związki białkowe. Jest ona bardzo wrażliwa na deficyt wody, jej aktywność szybko maleje już przy niewielkim braku wody (KARCZMARCZYK i in. 1999). W związku z tym poprawa warunków wodnych zwiększa aktywność reduktazy azotanowej i zmniejsza ilość azotanów w roślinie. Również owoce truskawki nawadnianej wyróżniały się istotnie niższą zawartością magnezu (tab. 1).

Gleby lekkie z natury charakteryzują się małą zawartością magnezu, a w wyniku nawadniania i nawożenia NPK, jak wykazał KOSZANSKI (1991), może znacznie zmniejszyć się jego zawartość w warstwie ornej, a wzrosnąć w głębszych warstwach gleby. Z tych powodów często na glebach lekkich w warstwach nawadnianych zauważa się niedobór magnezu i znaczne zmniejszenie jego ilości w roślinach. Kolejnym czynnikiem, oprócz nawadniania, zmieniającym skład chemiczny roślin jest nawożenie mineralne. Zwiększone nawożenie NPK (tab. 2) w istotny sposób oddziaływało na wzrost w owocach truskawki azotu, azotanów, fosforu, potasu, wapnia i żelaza, natomiast nie zmniejszało zawartości cynku i magnezu.

Tabela 2
Table 2

Zawartość składników mineralnych w suchej masie owoców truskawki, zależnie od nawadniania (średnia z trzech lat)
Content of mineral compounds in strawberry fruit dry matter, depending on fertilization (3-year mean)

Poziom nawożenia Fertilization levels	N (g · kg ⁻¹)	N-NO ₃ (mg · kg ⁻¹)	P (g · kg ⁻¹)	K (g · kg ⁻¹)	Ca (g · kg ⁻¹)	Mg (g · kg ⁻¹)	Fe (mg · kg ⁻¹)	Zn (mg · kg ⁻¹)
0 NPK	13.4	231	2.59	11.5	2.11	1.10	120	25
1 NPK	17.8	320	3.10	12.6	2.48	0.92	132	29
NIR _{0.05} LSD _{0.05}	1.4	23	0.35	0.18	0.30	r.n. / n.s.	12	r.n. / n.s.

* O – nienawadniane – not irrigated, W – nawadniane – irrigated

Analizując zawartość cukrów w owocach ocenianych odmian truskawki (tab. 3), stwierdzono, że odmiana Senga Sengana zawierała ich istotnie więcej niż pozostałe odmiany. Zarówno nawadnianie, jak i zwiększona dawka nawozów NPK zmniejszyły w owocach truskawki ilość cukrów. Badane odmiany nie różniły się pod względem zawartości witaminy C (tab. 4). Nawadnianie w sposób istotny sprzyjało gromadzeniu w owocach witaminy C, natomiast zwiększona dawka nawozów mineralnych przyczyniła się do jej zmniejszenia.

Dane w literaturze na temat wpływu nawadniania i nawożenia mineralnego na zawartość cukrów i witaminy C w roślinach są rozbieżne. Zdaniem JABŁOŃ-

Tabela 3
Table 3Zawartość cukrów w świeżej masie owoców truskawki (średnia z trzech lat, g·100 g⁻¹)
Sugar content in strawberry fruit fresh matter (3-year mean, g·100 g⁻¹)

Objekt* Object		Odmiana – Cultivar			Średnio Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
		Elsanta	Elkant	Senga Sengana		
Nawadnianie Irrigation	0	0.857	0.773	0.950	0.860	0.051
	W	0.679	0.683	0.906	0.756	
Nawożenie Fertilization	0 NPK	0.838	0.766	0.998	0.867	0.062
	1 NPK	0.698	0.690	0.857	0.748	
Średnio Mean		0.768	0.728	0.928	0.808	0.125

* O – nienawadniane – not irrigated, W – nawadniane – irrigated

Tabela 4
Table 4Zawartość witaminy C w świeżej masie owoców truskawki (średnia z trzech lat, g·100 g⁻¹)
Vitamin C content in strawberry fruit fresh matter (3-year mean, g·100 g⁻¹)

Objekt* Object		Odmiana – Cultivar			Średnio Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
		Elsanta	Elkant	Senga Sengana		
Nawadnianie Irrigation	0	46.1	46.5	45.8	46.1	2.3
	W	49.7	48.7	49.2	49.2	
Nawożenie Fertilization	0 NPK	50.5	51.3	48.7	50.2	3.3
	1 NPK	45.3	44.0	46.3	45.2	
Średnio Mean		47.9	47.6	47.5	47.7	r.n. / n.s.

* O – nienawadniane – not irrigated, W – nawadniane – irrigated

SKIEJ-CEGLAREK (1989), gromadzenie cukrów i witaminy C zależy nie tylko od ilości wody zastosowanej do nawadniania, ale i od udziału czynników klimatycznych, edaficznych, agrotechnicznych, a nawet odmiany.

WNIOSKI

1. Owoce badanych odmian truskawki gromadziły podobne ilości azotu, potasu i witaminy C. W owocach odmiany Elsanta istotnie więcej było azotanów i fosforu, a u odmiany Senga Sengana wapnia, magnezu, żelaza i cukrów.

2. Zastosowane zabiegi agrotechniczne powodowały zmiany w składzie chemicznym owoców truskawki. Nawadnianie istotnie zwiększyło w owocach zawartość fosforu, potasu i witaminy C, natomiast zmniejszyło ilość azotu, magnezu, cukru oraz azotanów. Zwiększone nawożenie NPK zmniejszyło w owocach zawartość magnezu i cynku, ale wydatnie zwiększyło ilość azotu, azotanów, fosforu, potasu, wapnia i żelaza.

PIŚMIENNICTWO

- ALBREGTS E.E., HOWARD C.M. 1988. *Fertilizer rate and method of application on fruiting strawberry*. Proc of the Florida Hort. Societ., 100: 198-200.
- JABŁOŃSKA-CEGLAREK R., 1989. *Wpływ nawadniania, nawożenia obornikiem, nawożenia mineralnego oraz uprawy po poplonach na wartość odżywczą kapusty białej późnej i selera korzeniowego*. Biul. Warz. XXV Inst. Warzyw. Skierniewice, 109-124.
- JUNG T.S., LEE K.H., 1989. *The effect of NH_4 i $N-NO_3$ ratio on the growth, nitrogen concentration and Ca, Mg and K composition of strawberries grown in nutrient solution*. Korean Soc. for Hort. Sci., 7(1): 62-63.
- KOPAŃSKI K., KAWECKI K. 1994. *Nawożenie azotowe a wzrost i plonowanie truskawki w warunkach Żuław Wiślanych. Cz. III. Plonowanie roślin i skład chemiczny owoców*. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., 58: 136-142.
- KOSZAŃSKI Z. 1991. *Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na plonowanie roślin uprawianych w zmianowaniu na glebie kompleksu żytanego i pszennego dobrego*. Rozprawy 133, Szczecin.
- KOSZAŃSKI Z., KARCZMARCZYK S., RUMASZ-RUDNICKA E., HERMAN B. 2000. *Influence of irrigation and mineral fertilization on some physiological processes and field of strawberry*. 12th Congress FESPP, Plant Physiol. Biochem., Supl. 38: 142.
- LENARTOWICZ W. 1973. *Wpływ nawożenia na skład chemiczny owoców truskawki. Cz. I Wpływ nawożenia na zawartość związków mineralnych w owocach truskawek*. Pr. Inst. Sad., 15: 197-209.
- ROLBIECKI R., RZEKANOWSKI Cz. 1997. *Influence of sprinkler and drip irrigation on the growth and yield of strawberries grown on sandy soil*. Acta Hort., 439: 669-671.
- SZEWCUK A., SOSNA I., LICZNER M. 1994. *Efekty nawadniania różnych kultur sadowniczych w warunkach Dolnego Śląska. Projektowanie i eksploatacja mikronawodnień*. III Kraj. Konf. Nauk.-Tech. PAN i SGGW, 58-67.
- TREDER W. 2003. *Nawadnianie plantacji jako czynnik warunkujący jakość owoców*. Ogólnopol. Konf. truskawkowa. Inst. Sad. i Kwiac. Skierniewice, 88-92.
- WIJSMUELLER J. 1989. *Aardbei. Meer stikstof geven leidt niet tot nogere produktie*. Groet. Fruit., 44: 82-83.

Zdzisław Koszański, Ewa Rumasz-Rudnicka, Cezary Podsiadło

WPŁYW NAWADNIANIA KROPOWEGO I NAWOŻENIA MINERALNEGO NA JAKOŚĆ OWOCÓW TRUSKAWKI

Słowa kluczowe: truskawka, nawadnianie, nawożenie NPK, składniki mineralne, witamina C, cukier.

Abstrakt

Truskawkę odmiana Elsanta, Elkat, Senga Sengana uprawiano na glebie lekkiej w zróżnicowanych warunkach wodnych i nawozowych. Oceniane odmiany truskawki gromadziły w owocach podobne ilości azotu, potasu i witaminy C. W owocach odmiany Elsanty więcej było azotanów i fosforu, a u odmiany Senga Sengana – wapnia, magnezu, żelaza i cukrów. Nawadnianie zwiększyło w owocach zawartość fosforu, potasu i witaminy C, natomiast zubożyło owoce w azot, azotany, magnez oraz cukry. Zwiększone nawożenie NPK zmniejszyło w owocach truskawki ilość witaminy C i cukrów, ale wydatnie zwiększyło ilość azotu, azotanów, fosforu, potasu, wapnia i żelaza.

**INFLUENCE OF DRIP IRRIGATION AND MINERAL FERTILIZATION
ON THE QUALITY OF STRAWBERRY FRUIT**

Key words: strawberry, irrigation, NPK, vitamin C, sugar.

Abstract

Strawberries of cv Elsanta, Elkat and Senga Sengana were grown on sandy soil, under various water and fertilizer regimes. The fruit of the three cultivars contained similar amounts of nitrogen, potassium, calcium, magnesium, iron and sugar. Cultivar Elsanta accumulated more nitrates and phosphorus, whereas Senga Sengana fruit contained more calcium, magnesium, iron and sugar. Irrigation treatments increased the content of phosphorus, potassium and vitamin C, but decreased that of nitrogen, nitrates, magnesium and sugar. A high level of mineral fertilizer caused a decrease in vitamin C and sugar in the fruit, but the content of nitrogen, nitrates, phosphorus, potassium, magnesium and iron increased.