

KATARZYNA DZIDA, ZBIGNIEW JAROSZ

**Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem
oraz dokarmiania pozakorzeniowego na plon i zawartość
wybranych składników w liściach i owocach pomidora**

Effect of Different Levels of Nitrogen Fertilization and Additional Foliage Feeding on the Yield and Some Elements in Leaves and Fruits of Tomato

Synopsis. Rośliną doświadczalną był pomidor odmiany 'Raissa F₁'. W doświadczeniu badano wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem (1,0 i 1,5 g · dm⁻³ podłoża) oraz dokarmiania pozakorzeniowego (Plonochrony: Potasowy, Magnezowy i Wapniowy) na plon ogólny owoców oraz zawartość składników mineralnych w liściach i owocach pomidora. Najwyższy plon ogólny owoców (4,87 kg · roślina⁻¹) stwierdzono w obiektach nawożonych wyższą dawką azotu (1,5 g N · dm⁻³ podłoża) przy jednoczesnym dokarmianiu Plonochronem Magnezowym. Odnotowano również wzrost procentowej zawartości suchej masy oraz cukrów ogółem w owocach pomidora nawożonego wyższą dawką azotu. W badaniach stwierdzono duże zróżnicowanie zawartości składników mineralnych zarówno w liściach, jak i w owocach w zależności od nawożenia doglebowego i dokarmiania pozakorzeniowego roślin pomidora.

Słowa kluczowe – key words: pomidor – tomato, azot – nitrogen, dokarmianie pozakorzeniowe – foliar nutrition, plon – yield

WSTĘP

Żywienie roślin uprawnych azotem należy do najbardziej skomplikowanych zagadnień agrotechnicznych. Pierwiastek ten uznawany jest za jeden z głównych składników plonotwórczych, a jego niedobór powoduje ograniczenie wzrostu i rozwoju wegetatywnego roślin, a także spadek ich plonu (Benton, 1999).

Dane zawarte w piśmiennictwie dotyczące oddziaływania nawożenia azotowego na plonowanie warzyw oraz ich wartość odżywczą są rozbieżne. Kaniśzewski i Rumpel (1983) oraz Wien i Mintti (1988) w doświadczeniach z pomidorem wykazali, że zbyt wygórowane dawki azotu prowadziły do obniżenia

nia plonu oraz opóźnienia dojrzewania owoców. W badaniach Davies i Winsor (1968) intensywne nawożenie azotem w uprawie pomidora przyczyniło się do spadku zawartości cukrów ogółem w owocach.

Oddzielnym zagadnieniem jest problem dokarmiania pozakorzeniowego roślin. Wprowadzenie zabieg ten stanowi cenne uzupełnienie nawożenia doglebowego, ale jego wpływ na zwiększenie plonu roślin oraz polepszenie jakości owoców nie jest jednoznaczny (Michalski, 1998). Uznano więc za celowe przeprowadzenie badań nad określeniem wpływu zróżnicowanego nawożenia azotowego wraz z dokarmianiem dolistnym Plonochronami w uprawie pomidorów pod osłonami.

MATERIAŁ I METODA

Doświadczenie z pomidorem odmiany 'Raissa F₁' przeprowadzono w wysokim, nieogrzewanym tunelu foliowym w latach 2002–2003 w okresie wiosenno-letnim. Rośliny uprawiano w torfie przejściowym, którego pH doprowadzono do wartości 6,0. Na jedną roślinę przypadało 10 dm³ podłoża. Rośliny prowadzono na jeden pęd i ogłowiono nad szóstym gronem. Poszczególne serie liczyły po 8 powtórzeń.

W badaniach zastosowano zróżnicowane dawki azotu – 1,0 i 1,5 g · dm⁻³ podłoża – oraz dokarmiane pozakorzeniowe Plonochronem potasowym, magnezowym i wapniowym, których skład zamieszczono w tab. 1. Kontrolę stanowiły rośliny bez dokarmiania pozakorzeniowego.

Tab. 1. Skład nawozów mineralnych stosowanych do dokarmiania pozakorzeniowego roślin
Mineral content of fertilizers used in foliage nutrition of plants

Plonochron	% udział składników pokarmowych w nawozie % nutrients content in fertilizer										
	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Mo	Cu	Mn	Fe
Potasowy Potassium	10	–	30	–	2	0,03	0,01	0,006	0,02	–	–
Magnezowy Magnesium	7	–	–	–	12	0,01	0,03	0,001	0,02	–	–
Wapniowy Calcium	–	–	–	9	2	0,01	0,01	0,001	0,005	0,01	0,02

Każdego roku zastosowano następujące nawożenie mineralne (g · dm⁻³ podłoża): N – 1,0 i 1,5 (saletra amonowa 34%), P–0,6 (superfosfat 20% P), K – 2,6 (siarczan potasu 41,5% K), Mg – 0,45 (siarczan magnezu 9,6% Mg). Mikroelementy zastosowano jednorazowo przy wysadzeniu rozsady (tab. 2). Po trzech tygodniach od wysadzenia rozsady zastosowano 8-krotne dokarmianie dolistne pomidorów poszczególnymi Plonochronami w stężeniu 2% w odstępach tygodniowych.

Materiał roślinny do analiz pobierano dwukrotnie w ciągu wegetacji: w połowie i pod koniec owocowania. Część wskaźnikową stanowił piąty liść (blaszka liściowa z ogonkiem) od wierzchołka. Zamieszczone wyniki stanowią średnie z tych terminów. W liściach oznaczono azot ogółem metodą Kjeldahla oraz po spaleniu na sucho w temperaturze 550°C, po rozpuszczeniu popiołu kwasem solnym rozcieńczonym wodą 1:2 oznaczono potas, wapń i magnez metodą spektrofotometrii

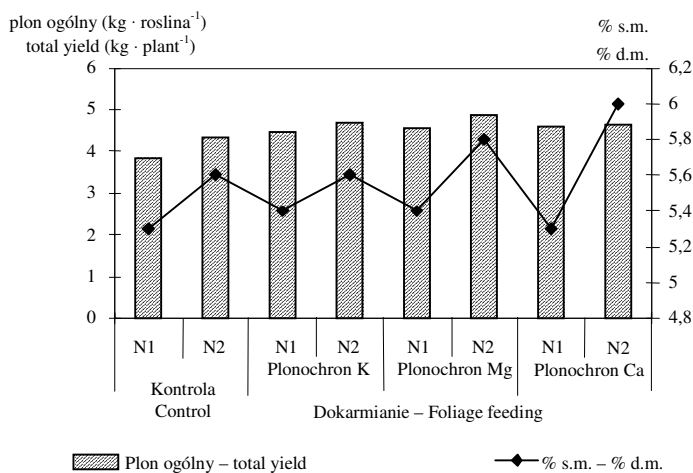
Tab. 2. Stosowane mikroelementy
Applied microelements

Składnik Element	Dawka składnika w mg · dm ⁻³ podłoża Dose in mg · dm ⁻³ of medium	Forma składnika Form of element
Cu	13.00	CuSO ₄ x 5H ₂ O
Mo	0.52	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ x 4H ₂ O
Mn	3.64	MnSO ₄ x 5H ₂ O
B	2.42	H ₃ BO ₃
Zn	0.80	ZnSO ₄ x 7H ₂ O
Fe	8.00	Cytrynian żelaza Fe-citrate

atomowej ASA. Owoce do analiz pobierano w fazie pełnej dojrzałości zbiorczej, w połowie okresu owocowania roślin. W świeżym materiale oznaczono: suchą masę metodą suszarkową, witaminę C metodą Tillmansa oraz cukry ogółem metodą Schoorl-Regenbogen (Rutkowska 1981). Po wysuszeniu owoców wykonano oznaczenia azotu ogółem, potasu, wapnia i magnezu metodami jak przy analizie liści. Opracowanie statystyczne wyników przeprowadzono metodą analizy wariancji na wartościach średnich, stosując test Tukeya. NIR obliczono dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Przeprowadzone badania wykazały wyraźne zróżnicowanie plonu ogólnego owoców w zależności od badanych czynników (ryc. 1). Różnice te nie zostały jednak potwierdzone statystycznie. Analiza statystyczna otrzymanych wyników nie wykazała również istotnego współdziałania badanych czynników. Najwyższy



Ryc. 1. Wpływ dawki azotu oraz dokarmiania pozakorzeniowego roślin na plon ogólny oraz zawartość suchej masy w owocach pomidora
Effect of nitrogen dose and foliar nutrition on the total yield and dry matter content in fruit of tomato

plon ogólny owoców ($4,87 \text{ kg} \cdot \text{roślina}^{-1}$) zebrano z roślin dokarmianych dolistnie Plonochronem magnezowym przy zastosowaniu $1,5 \text{ g N} \cdot \text{dm}^{-3}$ podłoża. Najmniejszą masą owoców ($3,85 \text{ kg} \cdot \text{roślina}^{-1}$) stwierdzono u roślin nawożonych niższą dawką azotu bez dokarmiania pozakorzeniowego.

W badaniach wykazano wyraźne zróżnicowanie zawartości suchej masy w owocach pomidora w zależności od dawki nawozu azotowego. Dokarmianie pozakorzeniowe Plonochronami nie miało wpływu na jej wartość (ryc. 1).

Tab. 3. Wpływ dawki azotu oraz dokarmiania pozakorzeniowego na zawartość składników pokarmowych w liściach pomidora (% s.m.)
Influence of nitrogen dose and foliage nutrition on the nutrients concentration in tomato leaves (% d.m.)

Dokarmianie pozakorzeniowe Foliage nutrition (A)	Dawka azotu Nitrogen dose (B)	N – ogółem N – total	K	Ca	Mg
Kontrola Control	N ₁	3,00	3,26	3,16	0,61
	N ₂	3,15	3,20	2,85	0,51
	\bar{x}	3,07	3,23	3,01	0,56
Plonochron K	N ₁	3,20	3,55	3,70	0,60
	N ₂	3,25	3,50	3,72	0,55
	\bar{x}	3,22	3,52	3,71	0,57
Plonochron Mg	N ₁	3,12	3,31	4,06	0,65
	N ₂	3,19	3,32	4,58	0,59
	\bar{x}	3,15	3,31	4,32	0,62
Plonochron Ca	N ₁	3,06	3,50	4,38	0,71
	N ₂	3,20	3,40	4,26	0,59
	\bar{x}	3,13	3,45	4,32	0,65
Średnio dla B Mean for B	N ₁	3,09	3,41	3,82	0,64
	N ₂	3,20	3,35	3,85	0,56
NIR _{0,05} dla, LSD _{0,05} for: A		ni., n.s.	0,24	ni., n.s.	ni., n.s.
	B	ni., n.s.	ni., n.s.	ni., n.s.	0,07
	A x B	0,22	0,29	ni., n.s.	0,12

Procentowa zawartość azotu ogółem w liściach i owocach pomidora (tab. 3, 4) wzrastała wraz z dawką N oraz przy stosowaniu dokarmiania pozakorzeniowego, jednak wzrost ten nie został potwierdzony statystycznie. Istotne różnice stwierdzono jedynie przy współdziałaniu badanych czynników.

Przy dokarmianiu pozakorzeniowym roślin Plonochronem potasowym odnotowano istotny wzrost zawartości potasu w liściach roślin, jednak czynnik ten nie miał wpływu na zawartość potasu w owocach pomidora (tab. 3, 4).

Na podstawie przeprowadzonych analiz chemicznych nie stwierdzono istotnego wpływu dawki azotu oraz dokarmiania pozakorzeniowego roślin na koncentrację wapnia w liściach i owocach pomidora.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono istotny spadek zawartości magnezu w liściach pod wpływem wzrastającej dawki azotu. Przy wyższej dawce azotu odnotowano również spadek zawartości magnezu w owocach pomidora, jednak nie znalazło to potwierdzenia w obliczeniach statystycznych. Stosowane dolistnie Plonochrony nie miały istotnego wpływu na koncentrację tego składnika w roślinach.

Tab. 4. Zawartość witaminy C ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g} \text{ św. m.}^{-1}$), cukrów ogółem (% św. m.) oraz niektórych składników mineralnych (% s.m.) w owocach pomidora
Vitamin C ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g f.w.}^{-1}$), total sugars (% f.w.) and some nutrients content (% d.m.) in fruits of tomato

Dokarmianie pozakorzeniowe Foliage nutrition (A)	Dawka azotu Nitrogen dose (B)	Witamina C Vitamin C	Cukry ogółem Total sugars	N – ogółem N – total	K	Ca	Mg
Kontrola Control	N ₁	21,61	2,46	2,27	3,63	0,24	0,14
	N ₂	16,05	2,59	2,28	3,50	0,24	0,13
	\bar{x}	18,83	2,53	2,28	3,56	0,24	0,13
Plonochron K	N ₁	15,43	2,61	2,35	3,55	0,21	0,12
	N ₂	16,67	2,83	2,41	3,51	0,22	0,11
	\bar{x}	16,05	2,72	2,38	3,53	0,21	0,11
Plonochron Mg	N ₁	20,37	2,44	2,32	3,52	0,20	0,14
	N ₂	20,99	2,82	2,38	3,56	0,21	0,13
	\bar{x}	20,68	2,63	2,35	3,54	0,21	0,14
Plonochron Ca	N ₁	17,29	2,55	2,25	3,74	0,23	0,13
	N ₂	18,52	2,96	2,40	3,57	0,21	0,11
	\bar{x}	17,91	2,76	2,33	3,65	0,22	0,12
Średnio dla B Mean for B	N ₁	18,67	2,52	2,30	3,61	0,22	0,13
	N ₂	18,06	2,80	2,37	3,53	0,22	0,12

NIR_{0,05} dla A, B, A x B – różnice nieistotne
LSD_{0,05} for: A, B, A x B – not significant

Zastosowane dokarmianie dolistne Plonochronami oraz zróżnicowane nawożenie azotem nie wpłynęło istotnie na zawartość witaminy C w owocach pomidora i średnia jej wartość wynosiła $18,37 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ św. m.}$ (tab. 4).

Procentowa zawartość cukrów ogółem była wyższa w obiektach z wyższym nawożeniem azotowym oraz przy dokarmianiu roślin Plonochronami, jednak różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie (tab. 4).

DYSKUSJA

Głównym sposobem dostarczania roślinom składników pokarmowych jest nawożenie dogłębowe. Niekiedy jednak uzasadnione jest dostarczanie składników pozakorzeniowo, na przykład przy trudnościach związanych z transportem tych składników do owoców (Nurzyński 1996; Hao i in. 1996).

Podstawowym kryterium efektywności pozakorzeniowego dokarmiania roślin jest tempo absorpcji i przemieszczania składników pokarmowych wewnątrz rośliny, czyli czas, w którym zastosowane składniki zostaną włączone w metabolizm roślin. Zatem szybkość przenikania poszczególnych kationów przez membranę kutykularną liścia maleje w następującym kierunku: $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+}$ (Warchołowa 1988).

W przeprowadzonych badaniach zastosowane dokarmianie pozakorzeniowe w niewielkim stopniu decydowało o wartości biologicznej owoców. Wykazano jedynie większą zawartość cukrów ogółem, zwłaszcza przy wyższej dawce azotu. Natomiast nawożenie dolistne nie wpłynęło na zawartość witaminy C i suchej masy, których wyniki nie różniły się od wyników kombinacji bez dokarmiania dolistnego. Kołota i Biesiada (2000) w swoich badaniach z marchwią wykazali, iż intensywne nawożenie pozakorzeniowe przyczyniło się do spadku zawartości cukrów i karotenoidów.

Zawartość składników pokarmowych w liściach pomidora z kombinacji kontrolnych, jak również z dokarmianiem pozakorzeniowym wskazuje na luksusowe odżywianie roślin. Wysocka-Owczarek (2001) podaje następujące zawartości składników pokarmowych w liściach, które należy uznać za optymalne: 0,55-0,2% N- NO_3 ; 0,4-0,63% P; 3,0-6,0% K; 2,4-7,2% Ca; 0,35-0,80 Mg.

Najwyższy plon ogólny owoców zebrano z roślin nawożonych 1,5 g N · dm⁻³ podłoża wraz z dokarmianiem pozakorzeniowym Plonochronem magnezowym i wartość ta wynosiła 4,87 kg · roślina⁻¹. Podkreślenia wymaga obserwowana we wszystkich kombinacjach tendencja do wzrostu plonu wraz ze wzrostem dawki azotu. Pomimo różnic wagowych obliczenia statystyczne nie wykazały istotności różnic w plonie ogólnym owoców w zależności od badanych czynników.

Interesująco układa się procentowa zawartość suchej masy w owocach pomidorów. W przeprowadzonych badaniach na jej zawartość miała wpływ dawka azotu, natomiast nie odnotowano zmian pod wpływem stosowanych Plonochronów. W owocach pomidorów wzrastająca dawka azotu wpływała dodatnio na procentową zawartość suchej masy. W dostępnej literaturze opinie na temat wpływu dawek azotu na zawartość suchej masy są rozbieżne. Przeprowadzone badania wskazują na wzrost (Nurzyński 1986) bądź też wyrażają pogląd o ujemnym oddziaływaniu wyższych dawek azotu na zawartość suchej masy w warzywach (Mokrzecka 1990).

WNIOSKI

1. Uzyskano wyższy plon ogólny owoców pomidora po zastosowaniu dokarmiania pozakorzeniowego Plonochronem potasowym, magnezowym i wapniowym w porównaniu z kontrolą.
2. Stwierdzono wzrost procentowej zawartości suchej masy oraz cukrów ogółem w owocach pomidora pod wpływem wzrastającego nawożenia saletrą amonową.
3. Zastosowane nawożenie pozakorzeniowe Plonochronem K, Ca, Mg przyczyniło się do uzyskania wyższej koncentracji K, Ca i Mg w liściach pomidora, natomiast nie wpłynęło na zwiększenie zawartości tych pierwiastków w owocach.

PIŚMIENNICTWO

- Benton J. J., 1999. Tomato plant culture: in the field, greenhouse and home garden. CRC Press LLC, London.
- Davies J., Winsor G., 1968. Fruit ripening disorders in relation to the chemical composition of tomato fruit. *J. Sci. Food Agric.*, 19, 8: 468–471.
- Hao X., Papadopoulous A. P., Mosca A., Piasentin E., 1999. Effect of calcium, magnesium and their ratios in nutrient solutions on growth, yield and quality of tomatoes. The Harrow Greenhouse Vegetable Research Team, *Ann. Rep.*: 21–22.
- Kaniszewski S., Rumpel J., 1983. The effect of nitrogen fertilization on the yield nutrient status and quality of tomatoes under single and multiple harvest. *Biul. Warz.*, Suplement: 19–20.
- Kołota E., Biesiada A., 2000. Wpływ nawożenia dolistnego na plon i jakość korzeni marchwi. *Roczn. Akad. Roln. Pozn.*, 323, Ogrod. 31: 332–335.
- Michalski P., 1998. Wpływ dokarmiania dolistnego na plonowanie i jakość owoców trzech odmian truskawki. I Ogólnopolskie Sympozjum Mineralnego Odżywiania Roślin, Skierniewice: 240–249.
- Mokrzecka E., 1990. Wpływ nawożenia azotowo-potasowego na plonowanie i skład chemiczny kapusty. *Roczn. Nauk Roln.*, A, 108, 3: 173–179.
- Nowosielski O., 1988. Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa.
- Nurzyński J., 1986. Plonowanie papryki w zależności od nawożenia azotowo-potasowego. *Zesz. Nauk. Akad. Roln. im. H. Kołłątaja Krak.*, Ogrod., 16, 211: 63–72.
- Nurzyński J., 1996. Pozakorzeniowe stosowanie nawozów mineralnych. [w:] *Mater. VI-Konf. Katedr Uprawy Roli i Nawożenia Roślin Ogrodniczych. Akad. Roln. Krak.*: 3–7.
- Rutkowska U., 1981. Wybrane metody badań składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa.
- Warchołowa M., 1998. Fizjologiczne podstawy dolistnego dokarmiania roślin. *Mat. Sem. Nauk. Dolistne dokarmianie roślin w świetle badań i doświadczeń praktyki rolniczej. Wyd. IUNG, Puławy*: 5–23.
- Wien H. C., Minotti P. Z., 1988. Response of fresh-market tomatoes to nitrogen fertilizer and plastic mulch in a short growing season. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 113/1:61–65.
- Wysocka-Owczarek M., 2001. Zaburzenia wzrostu i rozwoju pomidora. Plantpress, Kraków.

SUMMARY

The study was carried out in unheated plastic greenhouse during 2002–2003 seasons. In the experiment with tomato cv. 'Raissa F₁' two doses of nitrogen fertilizer (1.0 and 1.5 g · dm⁻³ substrate) and foliage feeding (Potassium, Magnesium and Calcium Plonochrons) on the yield and nutrients content in leaves and fruits were investigated. Nitrogen doses and foliage feeding had no significant effect on the total yield of fruits. The highest total yield (4.87 kg · plant⁻¹) in tomato grown with higher nitrogen dose and Magnesium Plonochron foliage feeding was observed. A higher dry matter and total sugars content in fruits of tomato fertilized higher nitrogen dose was detected. Nitrogen doses and foliage feeding affected the differences in mineral content of leaves and tomato fruits.