

WPLYW DOŚWIETLANIA NA STAN ODŻYWIENIA CHRYZANTEM UPRAWIANYCH W OKRESIE NATURALNEGO NIEDOBORU ŚWIATŁA

Marek Jerzy, Włodzimierz Breś, Piotr Pawlak

Akademia Rolnicza w Poznaniu

Streszczenie. Celem pracy była ocena wpływu doświetlania asymilacyjnego chryzantem rosnących w warunkach deficytu usłonecznienia na stan odżywienia roślin. Do badań wykorzystano trzy odmiany doniczkowe 'Baton Rouge', 'Kodiak' i 'Springfield'. W listopadzie i w grudniu połowę roślin doświetlano lampami sodowymi przez 4 godziny dziennie. Natężenie oświetlenia wynosiło 5000 lx. Doświetlanie asymilacyjne istotnie modyfikowało stan odżywienia chryzantem makro- i mikroskładnikami. Wpływ doświetlania na zróżnicowanie zawartości składników w liściach był zwykle większy w przypadku makroskładników niż mikroskładników.

Słowa kluczowe: *Dendranthema grandiflora*, odmiany doniczkowe, doświetlanie asymilacyjne, analiza rośliny, makroelementy, mikroelementy

WSTĘP

Sterowanie fotoperiodem umożliwia całoroczną uprawę chryzantem. Warunki świetlne panujące w różnych porach roku różnią się jednak diametralnie od siebie. Od listopada do lutego występuje w Polsce deficyt usłonecznienia. W tym okresie konieczne jest więc doświetlanie asymilacyjne roślin [Jerzy i in. 2004]. Sztuczne przedłużania dnia może wpływać na intensywność procesów fizjologicznych roślin.

Celem pracy była ocena wpływu doświetlania asymilacyjnego chryzantem uprawianych w doniczkach w warunkach naturalnego niedoboru światła, na stan odżywienia roślin makro- i mikroelementami oraz sodem.

Adres do korespondencji – Corresponding author: Marek Jerzy, Piotr Pawlak, Katedra Roślin Ozdobnych Akademii Rolniczej w Poznaniu, ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań, e-mail: ozdobne@au.poznan.pl; Włodzimierz Breś, Katedra Nawożenia Roślin Ogrodniczych Akademii Rolniczej w Poznaniu, ul. Zgorzelecka 4, 60-198 Poznań, e-mail: wbnaw@au.poznan.pl

METODY

Doświadczenie przeprowadzono w okresie od 6 listopada 2003 do 15 lutego 2004 r. W doniczkach o pojemności 0,75 dm³ napełnionych podłożem torfowym (zwapnowany torf wysoki o pH 6 plus 4 g dm⁻³ nawozu Osmocote Exact 3-4M zawierającego N 16%, 11% P₂O₅, 11% K₂O, 3% MgO, 0,02% B, 0,047% Cu, 0,40% Fe, 0,06% Mn, 0,02% Mo) uprawiano po 5 sadzonek chryzantem (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev, syn. *Chrysanthemum* × *grandiflorum* /Ramat. /Kitam.): ‘Baton Rouge’, ‘Kodiak’ i ‘Springfield’. Każda odmiana reprezentowana była przez 36 doniczek. Połowę roślin doświetlano przez 4 godziny dziennie (od 13.30 do 17.30), stosując wysokoprężne lampy sodowe o mocy 400 W. Długość dnia (z doświetlaniem) wynosiła w listopadzie 10,5, a w grudniu i styczniu 10 godzin. Natężenie oświetlenia pod lampami wynosiło 5000 lx. Rośliny niedoświetlane rosły przy 9-godzinnym dniu w listopadzie, 8-godzinnym w grudniu, 9-godzinnym w styczniu i 9,5-godzinnym w lutym. Pięć dni po posadzeniu chryzantemy uszczykiwano nad piątym liściem. Po osiągnięciu przez pędy boczne długości 10–15 mm rośliny traktowano preparatem B-Nine SP (0,3%).

Tabela 1. Wpływ doświetlania (+) na kwitnienie chryzantem
Table 1. Effect of supplementary illumination (+) on flowering of chrysanthemum

Odmiana Cultivar	Data pełni kwitnienia roślin Date of full flowering of plants	
	rośliny doświetlane (+) illuminated plants (+)	rośliny niedoświetlane (-) not illuminated plants (-)
	Springfield	30.12.2003
Kodiak	25.12.2003	11.02.2004
Baton Rouge	25.12.2003	15.02.2004

Do analiz chemicznych pobierano zdrowe liście z dolnej części roślin w okresie wybarwiania się pąków kwiatostanowych (rośliny doświetlane 7 grudnia 2003, niedoświetlane 5 stycznia 2004) oraz w dniu likwidacji doświadczenia, tj. gdy połowa koszyczków na roślinie była całkowicie rozwinięta (tab. 1). W wysuszonym materiale roślinnym oznaczono po mineralizacji w kwasach całkowite zawartości azotu, fosforu, potasu, wapnia, magnezu i sodu (termin I i II) oraz żelaza, miedzi, cynku i manganu (termin II). Azot oznaczono metodą Kjeldahla, fosfor metodą kolorymetryczną, potas, wapń i sód metodą fotometrii płomieniowej, magnez, żelazo, mangan, cynk i miedź metodą adsorpcji atomowej (ASA) [Nowosielski 1974].

WYNIKI

Terminy kwitnienia roślin przedstawiono w tabeli 1. Wpływ doświetlania asymilacyjnego widoczny był już po kilku tygodniach uprawy i utrzymywał się do końca trwania eksperymentu. W zależności od odmiany, chryzantemy niedoświetlane zakwitły 36–52 dni później i charakteryzowały się znacznie gorszą jakością.

Statystycznie opracowane wyniki analiz chemicznych liści przedstawiono w tabelach 2–8. Uprawiane odmiany chryzantem istotnie różniły się zawartością wszystkich ma-

Tabela 2. Wpływ odmiany, doświetlania i terminu pobierania prób liści chryzantem na zawartość azotu w liściach (N % s.m.)

Table 2. Effect of cultivar, supplementary illumination and term of chrysanthemums leaves sampling on nitrogen content in the leaves (N % d.m.)

Odmiana (A) Cultivar (A)		Doświetlanie (B) Illumination (B)		Termin (C) Term (C)		
A1	5,21	B1	5,24	C1	5,15	
A2	4,86	B2	4,79	C2	4,88	
A3	4,98					
A×C			A×B			
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
C1	5,36	4,91	5,19	B1	5,61	5,08
C2	5,05	4,82	4,78	B2	4,80	4,65
				B×C		
				B1	B2	
	C1			5,32	4,98	
	C2			5,16	4,60	
				A×B×C		
		A1	A2	A3		
	C1B1	5,81	5,04	5,12		
	C1B2	4,90	4,78	5,25		
	C2B1	5,41	5,12	4,94		
	C2B2	4,70	4,51	4,61		

NIR_{0,05} dla A = 0,04, NIR_{0,05} dla B = 0,03, NIR_{0,05} dla C = 0,03

NIR_{0,05} dla B×C = 0,05, NIR_{0,05} dla A×C = 0,06, NIR_{0,05} dla A×B = 0,06

NIR_{0,05} dla A×B×C = 0,08

A1 – ‘Springfield’, A2 – ‘Kodiak’, A3 – ‘Baton Rouge’

B1 – Rośliny doświetlane (+), Illuminated plants (+) B2 – Rośliny niedoświetlane (-), Not illuminated plants (-)

C1 – I termin pobierania prób, I term of sampling, C2 – II termin pobierania prób, II term of sampling

kro- i mikroskładników oraz sodu. Największą zdolnością akumulacji odznaczała się odmiana ‘Springfield’. W częściach wskaźnikowych tej odmiany stwierdzono najwięcej azotu, wapnia, sodu, miedzi i cynku. Liście odmiany ‘Baton Rouge’ zawierały najwięcej potasu, magnezu, żelaza i manganu. Doświetlanie roślin spowodowało zwiększenie w liściach zawartości azotu, fosforu, wapnia, magnezu, sodu, miedzi i cynku. Zawartość składników zależała istotnie także od terminu pobrania prób liści do analizy chemicznej. W pierwszym terminie pobierania prób (wybarwienie się pąków kwiatostanowych) chryzantemy były lepiej odżywione azotem, fosforem, potasem oraz zawierały więcej sodu. W dniu likwidacji doświadczenia (50–55 dzień uprawy dla roślin doświetlanych i 91–102 dzień uprawy dla roślin niedoświetlanych) rośliny były lepiej odżywione wapniem i magnezem.

Wzajemną pozytywną zależność badanych czynników stwierdzono w przypadku interakcji odmiana × pierwszy termin pobierania prób (dla azotu, potasu oraz częściowo fosforu), interakcji odmiana × drugi termin pobierania prób (wapń i częściowo magnez) oraz w przypadku interakcji odmiana × doświetlanie (dla azotu, fosforu, wapnia, sodu i cynku oraz częściowo magnezu i miedzi). Ze względu na rozbieżność uzyskanych

Tabela 3. Wpływ odmiany, doświetlania i terminu pobierania prób liści chryzantem na zawartość fosforu w liściach (P % s.m.)

Table 3. Effect of cultivar, supplementary illumination and term of chrysanthemums leaves sampling on phosphorus content in the leaves (P % d.m.)

Odmiana (A) Cultivar (A)		Doświetlanie (B) Illumination (B)		Termin (C) Term (C)		
A1	1,05	B1	1,71	C1	1,43	
A2	1,73	B2	1,09	C2	1,37	
A3	1,41					
A×C			A×B			
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
C1	1,17	1,59	1,52	B1	1,23	2,12
C2	0,93	1,86	1,32	B2	0,88	1,37
			B×C			
			B1	B2		
	C1		1,69	1,17		
	C2		1,72	1,03		
A×B×C						
		A1	A2	A3		
	C1B1	1,36	1,90	1,81		
	C1B2	0,99	1,28	1,23		
	C2B1	1,10	2,31	1,73		
	C2B2	0,77	1,41	0,90		

NIR_{0,05} dla A = 0,03, NIR_{0,05} dla B = 0,03, NIR_{0,05} dla C = 0,03NIR_{0,05} dla A×B = 0,04, NIR_{0,05} dla A×C = 0,04, NIR_{0,05} dla B×C = 0,04NIR_{0,05} dla A×B×C = 0,06

Tabela 4. Wpływ odmiany, doświetlania i terminu pobierania prób liści chryzantem na zawartość potasu w liściach (K % s.m.)

Table 4. Effect of cultivar, supplementary illumination and term of chrysanthemums leaves sampling on potassium content in the leaves (K % d.m.)

Odmiana (A) Cultivar (A)		Doświetlanie (B) Illumination (B)		Termin (C) Term (C)		
A1	6,48	B1	5,99	C1	7,11	
A2	6,67	B2	7,81	C2	6,69	
A3	7,55					
A×C			A×B			
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
C1	6,50	6,93	7,89	B1	5,90	5,45
C2	6,45	6,41	7,21	B2	7,06	7,90
			B×C			
			B1	B2		
	C1		6,22	8,00		
	C2		5,76	7,62		
A×B×C						
		A1	A2	A3		
	C1B1	6,35	5,62	6,67		
	C1B2	6,65	8,25	9,11		
	C2B1	5,44	5,27	6,56		
	C2B2	7,46	7,54	7,86		

NIR_{0,05} dla A = 0,04, NIR_{0,05} dla B = 0,03, NIR_{0,05} dla C = 0,03NIR_{0,05} dla A×B = 0,06, NIR_{0,05} dla A×C = 0,06, NIR_{0,05} dla B×C = 0,05NIR_{0,05} dla A×B×C = 0,08

Objaśnienia jak w tabeli 2, Explanation as in table 2.

Tabela 5. Wpływ odmiany, doświetlania i terminu pobierania prób liści chryzantem na zawartość wapnia w liściach (Ca % s.m.)

Table 5. Effect of cultivar, supplementary illumination and term of chrysanthemums leaves sampling on calcium content in the leaves (Ca % d.m.)

Odmiana (A) Cultivar (A)		Doświetlanie (B) Illumination (B)		Termin (C) Term (C)		
A1	3,10	B1	3,26	C1	2,63	
A2	2,88	B2	2,49	C2	3,10	
A3	2,63					
A×C			A×B			
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
C1	2,76	2,62	2,53	B1	3,44	3,26
C2	3,45	3,13	2,74	B2	2,75	2,49
B×C			A×B×C			
			B1		B2	
	C1		2,83		2,43	
	C2		3,67		2,54	
A×B×C			A×B×C			
		A1	A2	A3		
	C1B1	2,81	2,89	2,81		
	C1B2	2,69	2,35	2,25		
	C2B1	4,07	3,64	3,28		
	C2B2	2,82	2,62	2,19		

NIR_{0,05} dla A = 0,04, NIR_{0,05} dla B = 0,04, NIR_{0,05} dla C = 0,04

NIR_{0,05} dla A×B = 0,06, NIR_{0,05} dla A×C = 0,06, NIR_{0,05} dla B×C = 0,05

NIR_{0,05} dla A×B×C = 0,08

Tabela 6. Wpływ odmiany, doświetlania i terminu pobierania prób liści chryzantem na zawartość magnezu w liściach (Mg % s.m.)

Table 6. Effect of cultivar, supplementary illumination and term of chrysanthemums leaves sampling on magnesium content in the leaves (Mg % d.m.)

Odmiana (A) Cultivar (A)		Doświetlanie (B) Illumination (B)		Termin (C) Term (C)		
A1	0,39	B1	0,48	C1	0,45	
A2	0,42	B2	0,44	C2	0,47	
A3	0,56					
A×C			A×B			
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
C1	0,37	0,43	0,56	B1	0,40	0,46
C2	0,40	0,42	0,57	B2	0,37	0,38
B×C			A×B×C			
			B1		B2	
	C1		0,46		0,43	
	C2		0,49		0,47	
A×B×C			A×B×C			
		A1	A2	A3		
	C1B1	0,36	0,47	0,56		
	C1B2	0,37	0,38	0,55		
	C2B1	0,45	0,46	0,55		
	C2B2	0,36	0,38	0,60		

NIR_{0,05} dla A = 0,01, NIR_{0,05} dla B = 0,01, NIR_{0,05} dla C = 0,01

NIR_{0,05} dla A×B = 0,01, NIR_{0,05} dla A×C = 0,01, NIR_{0,05} dla B×C = 0,01

NIR_{0,05} dla A×B×C = 0,01

Objaśnienia jak w tabeli 2, Explanation as in table 2.

zowali Joiner i Smith [1962]. Według Bouma [1983] zwiększona intensywność światła powoduje zmniejszenie zawartości fosforu w liściach, ogonkach liściowych i korzeniach roślin.

Tabela 8. Wpływ odmiany, doświetlania i terminu pobierania prób liści chryzantem na zawartość mikroelementów w liściach (Fe, Cu, Zn, Mn % s.m.)

Table 8. Effect of cultivar, supplementary illumination and term of chrysanthemums leaves sampling on microelements content in the leaves (Fe, Cu, Zn, Mn % d.m.)

Mikroelement Microelement	Odmiana (A) Cultivar (A)		Doświetlanie (B) Illumination (B)		Odmiana × Doświetlanie (A×B) Cultivar × Illumination (A×B)			
	A1		B1		A1	A2	A3	
Fe	A2	133,847	B2	104,531	B1	119,943	107,593	86,057
	A3	121,525		178,727	B2	147,750	135,457	252,973
		169,515						
		NIR _{0,005} dla A = 9,9855 NIR _{0,005} dla B = 8,1531 NIR _{0,005} dla A×B = 14,1216						
Cu	A1	12,478	B1	12,314	A1	A2	A3	
	A2	11,977	B2	11,119	B1	12,957	14,097	9,890
	A3	10,695			B2	12,000	9,857	11,500
		NIR _{0,05} dla A = 0,366 NIR _{0,05} dla B = 0,299 NIR _{0,05} dla A×B = 0,518						
Zn	A1	54,817	B1	51,138	A1	A2	A3	
	A2	45,847	B2	42,782	B1	60,997	50,080	42,337
	A3	40,227			B2	48,627	41,603	38,117
		NIR _{0,05} dla A = 1,162 NIR _{0,05} dla B = 0,949 NIR _{0,05} dla A×B = 1,644						
Mn	A1	48,023	B1	62,140	A1	A2	A3	
	A2	75,202	B2	76,699	B1	41,100	60,003	85,317
	A3	85,033			B2	54,947	90,400	84,750
		NIR _{0,05} dla A = 3,024 NIR _{0,05} dla B = 2,469 NIR _{0,05} dla A×B = 4,277						

Objaśnienia jak w tabeli 2, Explanation as in table 2.

Wyniki przedstawione w tabelach dowodzą, że doświetlanie w zasadniczy sposób modyfikuje stan odżywienia roślin. Bez względu na odmianę, rośliny doświetlane gromadziły w liściach więcej N, P, Ca, Mg, Na, Cu i Zn, natomiast niedoświetlane więcej K, Fe i Mn. Różnice w zawartości składników w liściach pomiędzy roślinami doświetlanymi i niedoświetlanymi mieszczą się dla makroskładników w zakresie od -23% (K) do +58% (P) oraz dla mikroskładników od -41,5% (Fe) do +19,5% (Zn). Zwiększenie zawartości większości pierwiastków w liściach chryzantem doświetlanych może być związane ze zwiększoną aktywnością roślin rosnących w lepszych warunkach świetlnych (dłuższy dzień, intensywniejsze oświetlenie). Jednocześnie ze względu na udział żelaza w syntezie chlorofilu, trudno jest wyjaśnić większą zawartość tego pierwiastka w tkankach roślin niedoświetlanych. Według Boumy i Dowlinga [1969] oraz Marschnera [1995] czynnikiem modyfikującym akumulację składników mineralnych w roślinie może być także temperatura.

Autorzy aktualnie obowiązujących zawartości krytycznych [de Kreij i in. 1990, Lunt i in. 1964] nie różnicują upraw chryzantem na doświetlane i niedoświetlane. Tak znaczne rozbieżności wyników analiz spowodowane działaniem badanych czynników mogą być przyczyną błędnej diagnostyki stanu odżywienia roślin, a w konsekwencji wydania nieprawidłowych zaleceń nawozowych opartych na wynikach analizy podłoża i części wskaźnikowej rośliny.

Wyznaczenie zawartości krytycznych dla roślin uprawianych nowymi technologiami może być bardzo trudne, ponieważ kolejnym czynnikiem modyfikującym zawartość składników w roślinie jest nawożenie dwutlenkiem węgla [Manderscheid i in.1995].

WNIOSKI

1. Doświetlanie asymilacyjne istotnie modyfikuje stan odżywienia chryzantem makro i mikroskładnikami. Przedłużenie długości dnia powoduje zwiększone gromadzenie N, P, Ca, Mg, Na i Zn w liściach.

2. Wpływ doświetlania na zróżnicowanie zawartości składników w liściach chryzantem jest zwykle większy w przypadku makroskładników niż mikroskładników. Największe różnice występują w przypadku fosforu (wzrost o 58%) oraz żelaza (spadek o 41,5%).

3. Akumulacja pierwiastków w roślinie jako reakcja na doświetlanie asymilacyjne jest cechą odmianową.

4. Diagnostyka potrzeb nawozowych chryzantem doświetlanych w porze jesienno-zimowego deficytu usłonecznienia nie może być oparta na klasycznych zaleceniach opracowanych dla upraw tradycyjnych. Konieczne jest opracowanie nowych zawartości krytycznych uwzględniających specyfikę sterowanej uprawy chryzantem.

PIŚMIENNICTWO

- Bouma D., Dowling E. J., 1969. Effects of temperature on growth and nutrient uptake in subterranean clover during recovery from phosphorus stress. I. Phosphorus uptake and distribution. *Aust. J. Biol. Sci.* 22, 555–522.
- Bouma D., 1983. Diagnosis of mineral deficiencies using plant tests. 120–143, in Läuchli A., Bielski R. L. 1983. *Inorganic plant nutrition*, 15A. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Breś W., 1998. Uprawa chryzantemy wielkokwiatowej (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) w kulturach bezglebowych z zastosowaniem zamkniętego systemu nawożenia i nawadniania. *Rocz. AR w Poznaniu. Rozprawy Naukowe* 287, 1–105.
- Jerzy M., Breś W., Pawlak P., 2004. Doświetlanie asymilacyjne chryzantem uprawianych w doniczkach w warunkach deficytu usłonecznienia. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* 3(2), 41–46.
- Joiner J. N., Smith T. C., 1962. Effects of Nitrogen and Potassium Levels on the Growth, Flowering Responses and Foliar Composition of *Chrysanthemum morifolium* "Bluechip". *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 80, 571–580.

- Krei C. de, Sonneveld C., Warmenhoven M. G., Straver N., 1990. Guide values for nutrient element contents of vegetables and flowers under glass. Voedingsoplossingen Glastuinbouw, 15, 26.
- Lunt O.R., Kofranek A. N., Oertli J. J., 1964. Some critical nutrient levels in *Chrysanthemum morifolium* cv. Good News. Plant Anal. Fert. Probl. 4, 398–413.
- Marschner H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2ed., Academic Press, London, pp. 899.
- Nowosielski O., 1974. Metody oznaczania potrzeb nawozowych. 2 wyd., PWRiL, Warszawa, ss. 720.
- Manderscheid R., Bender J., Jäger J., Weigel H. J., 1995. Effects of season long CO₂ enrichment on cereals. II. Nutrient concentrations and grain quality. Agriculture, Ecosystems & Environment. 54, 3, 175–185.
- Schnug E. i Haneklaus S. 1998. Diagnosis of sulphur nutrition. In: Sulphur in Agroecosystems (ed. E. Schnug). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Bosto, London, 1–38.
- Seiler G. J., Campbell L. G., 2004. Genetic Variability for Mineral Element Concentrations of Wild Jerusalem Artichoke Forage. Crop Sci. 44, 289–292.
- Sonneveld C. 1991, Rocwool as a substrate for greenhouse crops. Biotechnol. Agric. Forest. 17, 285–311.

EFFECT OF SUPPLEMENTARY LIGHTING ON NUTRITIONAL STATUS OF CHRYSANTHEMUMS GROWN IN THE PERIOD OF NATURAL LIGHT DEFICIT

Abstract. The effect of supplementary assimilation lighting on macro and micronutritional status of pot chrysanthemums grown in the period of insolation deficit was examined. Three cultivars of pot chrysanthemums were used: ‘Baton Rouge’, ‘Kodiak’ and ‘Springfield’. During November and December, for four hours a day, only half of the plants were illuminated with supplementary sodium lamp. Light intensity was 5000 lx. The supplementary assimilation lighting significantly modified macro and micronutritional status of chrysanthemums. The influence of supplementary lighting on the nutrients content in the leaves was greater in case of the macroelements than microelements.

Key words. *Dendranthema grandiflora*, pot chrysanthemums, supplementary assimilation lighting, plant analysis, macro and microelements

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 18.06.2004