

NAWOŻENIE AZOTEM A STAN ODŻYWIENIA
PELARGONII RABATOWEJ *PELARGONIUM X HORTORUM*

Agnieszka Lis-Krzyścin

Katedra Uprawy Roli i Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Akademia Rolnicza
al. 29 Listopada 54, 31-425 Kraków
e-mail: alis@ogr.ar.krakow.pl

Streszczenie. Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na zawartość składników pokarmowych w roślinie *Pelargonium x hortorum* serii Pinto Salmon Orange. W dwuletnich badaniach wazonowych (przeprowadzonych w szklarni) zastosowano 6 poziomów nawożenia azotem: 100, 120, 140, 160, 180 i 200 mg·dm⁻³ podłoża. W wyznaczonych czterech fazach rozwojowych (intensywny wzrost wegetatywny, początek kwitnienia, pełnia kwitnienia i koniec okresu uprawy) analizowano zawartość składników w pierwszym liściu od góry, liściach pochodzących z drugiej ćwiartki rośliny licząc od góry, łodygach i korzeniach. Wzrastające dawki nawożenia azotem powodowały przyrost: rozpuszczalnego Mg w pierwszym liściu; Ca i Mg w pozostałych liściach; N, Ca i Mg w łodygach oraz N i Ca w korzeniach.

Słowa kluczowe: nawożenie azotowe, makroskładniki, formy rozpuszczalne, *Pelargonium x hortorum*

WSTĘP

Pobieranie mineralnych składników pokarmowych przez roślinę uzależnione jest nie tylko od obecności łatwo przyswajalnych form tych składników w podłożu, ale też od ich wzajemnego stosunku oraz innych czynników warunkujących wzrost i rozwój roślin [20,22]. Uważa się, że w sposób pełniejszy o stanie odżywienia informuje analiza chemiczna rośliny [7,22,26].

Na zmiany zawartości składników mineralnych w roślinie mają wpływ: gatunek i odmiana, faza fizjologiczna oraz czynniki środowiska. Badanie dynamiki pobierania składników pokarmowych umożliwia wyznaczenie okresów największego zapotrzebowania i najbardziej intensywnego pobierania, jak również zmian w zawartości składników w poszczególnych częściach rośliny w kolejnych fazach rozwojowych [8-10,17,24].

Nawożenie azotowe wpływa nie tylko na wysokość i jakość handlową plonów, ale również na skład chemiczny roślin znacznie bardziej niż pozostałe składniki mineralne [14]. Wpływ nawożenia azotem na stężenie poszczególnych składników mineralnych w roślinach zależy m.in. od dawki i formy nawozu azotowego, zaopatrzenia rośliny w dany składnik.

Tabela 1 przedstawia zawartość składników mineralnych w liściach pelargonii rabatowej. Niestety żaden z cytowanych autorów nie precyzuje ani części rośliny, z której były pobierane liście ani też fazy rozwojowej (terminu pobrania), w której je zbierano.

Tabela 1. Zawartości azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu (% s. m.) w liściach pelargonii rabatowej (*Pelargonium x hortorum*) według różnych autorów

Table 1. Content of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in geranium leaves according to different authors

Autor – Author	Uwagi – Notes	P	K	Ca	Mg
de Kreij i in. [5]	zaw. standardowe ¹ – optimal level	130-250	640-1250	200-300	80-210
	zaw. deficytowe ¹ – deficiency level	<85	<160	<190	<60
Laboratorium Orange [1]	ogonki liściowe – leaf petiole				
	zaw. małe ² – low level	150	2000	700	200
	zaw. standardowe ² – optimal level	400	3500	1400	350
Laboratorium Orange [16]	zaw. duże ² – high level	800	4500	2000	700
	blaszki liściowe – leaf blade				
	zaw. małe – low level	0,2	1,7	0,7	0,1
Laboratorium Orange [16]	zaw. standardowe – optimal level	0,5	2,6	1,2	0,2
	zaw. duże – high level	0,8	4,3	2,5	0,4

¹ mmol·kg⁻¹ s. m./d.m., ² N w N-NO₃, P w P-PO₄ (mg·kg⁻¹ św. m./f.w.).

Celem badań było określenie wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem na zawartość składników pokarmowych w roślinie pelargonii rabatowej.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań była pelargonja rabatowa *Pelargonium x hortorum* L.H. Bailey, uprawiana w doniczkach o pojemności 2 dm³. Podłoże do uprawy roślin stanowiła mieszanina ziemi inspektowej i torfu wysokiego (stos. obj. 2:1), o odczynie podłoża doprowadzonym do pH 6,5. Zawartość mineralnych składników pokarmowych (z wyjątkiem azotu) podczas przygotowywania podłoża uzupełniono do poziomu: 90 mg P, 250 mg K, 80 mg Mg w 1 dm³. Zastosowano sześć poziomów nawożenia azotem: 100, 120, 140, 160, 180 i 200 mg N·dm⁻³ podłoża. Wprowadzono go do podłoża w formie roztworu saletry amonowej bezpośrednio po wysadzeniu roślin, w dawkach ustalonych dla poszczególnych obiektów. Nawożenie pogłówne wszystkimi składnikami stosowano co 3 tygodnie w oparciu o wyniki analiz chemicznych podłoża, doprowadzając ich zawartości do poziomu wyjściowego.

W trakcie uprawy, trwającej 6 miesięcy (kwiecień-październik), wyznaczono cztery fazy rozwojowe roślin pelargonii: intensywny wzrost wegetatywny, początek kwitnienia, pełnia kwitnienia, koniec okresu uprawy. W fazach tych pobierano pierwszy od góry całkowicie wykształcony liść pędu głównego, w którym oznaczano łatwo rozpuszczalne formy składników N-NH₄, N-NO₃, P, K, Ca i Mg, a także próby korzeni, łodyg i liści w pełni wykształconych, nie zasychających, z dolnej części rośliny (zwanymi dalej pozostałe liście). Materiał roślinny suszono, a następnie mielono. Rozpuszczalne formy składników w liściach oznaczano posługując się do ekstrakcji 2% kwasem octowym. Całkowitą zawartość azotu w materiale roślinnym (azot ogółem) oznaczono metodą automatycznej destylacji. Natomiast do oznaczenia całkowitej zawartości pozostałych makroskładników w pozostałych liściach, łodygach i korzeniach, próby spalano na sucho. Fosfor oznaczano posługując się metodą molibdenowo-wanadową, zaś potas, wapń i magnez – metodą spektrofotometryczną [16,17, 22]. Dane dotyczące zawartości azotu ogółem i mineralnego w liściach zamieszczono w pracy Lis-Krzyściń [14].

Doświadczenie założono w układzie całkowicie rozlosowanym w czterech powtórzeniach. Każdy obiekt obejmował cztery serie po 60 roślin w czterech powtórzeniach (po 15 roślin objętych pomiarami dla każdej z czterech faz rozwojowych) – całość doświadczenia obejmowała 1440 roślin.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla doświadczenia dwuczynnikowego przy użyciu testu Duncana przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Azot wpływa na skład chemiczny roślin znacznie bardziej niż pozostałe składniki mineralne [14]. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość składników mineralnych w poszczególnych organach rośliny zależy przede wszystkim od dawki nawozu azotowego i zaopatrzenia rośliny w ten składnik [26].

Stały określony poziom azotu w podłożu wpłynął na zawartości mineralnych składników pokarmowych w liściach w kolejnych fazach rozwojowych roślin. Wpływ nawożenia wzrastającymi dawkami azotu na zawartość łatwo rozpuszczalnych form składników mineralnych w pierwszym w pełni wyrośniętym liściu od wierzchołka wzrostu pędu głównego, w czterech fazach rozwojowych roślin przedstawia tabela 2. Zawartości fosforu, potasu i magnezu były uzależnione od zastosowanego nawożenia.

Tabela 2. Zawartość rozpuszczalnych form składników mineralnych w pierwszym liściu pelargonii w czterech fazach rozwojowych

Table 2. The soluble mineral compounds content in 1st leaf of geranium for four development phases

Parametry – Parameters		Zawartość składnika (% s.m.)			
		Content (% d.m.)			
		P-PO ₄	K	Ca	Mg
Dawka nawozu Dose of nitrogen (mg N·dm ⁻³)	100	0,25	2,80	0,80	0,22
	120	0,22	2,86	0,86	0,20
	140	0,23	2,85	0,83	0,21
	160	0,21	2,83	0,85	0,21
	180	0,25	3,01	0,83	0,22
	200	0,20	2,41	0,83	0,22
Faza rozwoju Development phase	intensywny wzrost wegetatywny intensive vegetative growth	0,26	3,66	0,65	0,23
	początek kwitnienia first blooming	0,21	3,14	0,89	0,25
	pełnia kwitnienia full blooming	0,18	2,41	0,71	0,21
	koniec okresu uprawy end of cultivation	0,25	1,98	1,08	0,16
NIR – LSD – dawka – dose		0,021	0,132	ns	0,011
faza – phase		0,017	0,108	0,051	0,009
dawka x faza – dose x phase		0,043	0,265	0,125	0,021

Oznaczona ilość fosforu w pierwszym liściu mieści się w zakresie pomiędzy zawartością małą i standardową, podanymi przez Laboratorium Orange [1]. W okresie objętym analizami, od fazy intensywnego wzrostu wegetatywnego do pełni kwitnienia zawartość oznaczonego fosforu malała. Zawartość fosforu w analizowanym liściu pelargonii była w niewielkim stopniu uzależniona od zastosowanej dawki azotu jak też od fazy rozwoju. Największą zawartość fosforu stwierdzono u roślin nawożonych najniższą dawką azotu, tj. 100 mg N·dm⁻³ oraz 180 mg N·dm⁻³. Według danych opub-

likowanych przez Laboratorium Orange [1] standardowa zawartość potasu w liściach pelargonii (tab. 1) jest znacznie wyższa od uzyskanej w niniejszych badaniach. Zawartość potasu w pierwszym liściu systematycznie malała od fazy intensywnego wzrostu wegetatywnego do końca okresu uprawy. Największą zawartość potasu stwierdzono w roślinach, które nawożono dawką 120, 140 i 180 mg N·dm⁻³, najmniejszą natomiast u roślin w obiekcie z 200 mg N·dm⁻³. Odnosząc wyniki analiz do wartości podawanych przez Laboratorium Orange [1] oznaczona zawartość wapnia w pierwszym liściu pelargonii mieściła się pomiędzy zawartością standardową a dużą. Nawożenie wzrastającymi dawkami azotu nie miało wpływu na zawartość wapnia w pierwszym liściu pelargonii. Najwyższe stężenie tego pierwiastka w analizowanym liściu stwierdzono w końcu okresu uprawy. Pelargonie zawierały bardzo mało magnezu w pierwszym liściu. Nieco więcej magnezu oznaczano przy wyższych dawkach nawożenia azotem. Oznaczoną zawartość magnezu w analizowanym liściu w odniesieniu do danych z Laboratorium Orange [1], można zaliczyć do poziomu nieco powyżej standardowego. Największe stężenie magnezu w pierwszym liściu wykazano w fazie początku kwitnienia i intensywnego wzrostu wegetatywnego.

Wpływ nawożenia wzrastającymi dawkami azotu na całkowitą zawartość składników mineralnych w liściach, łodygach i korzeniach w poszczególnych fazach wzrostu pelargonii przedstawiają tabele 3-5.

Uzyskana ogólna zawartość fosforu w liściach pelargonii przekraczała normy opracowane przez de Kreij i in. [5]. Oznaczona zawartość fosforu była nieco niższa od standardowej wyznaczonej przez Laboratorium Orange [16].

Zawartość fosforu w liściach pelargonii była uzależniona od nawożenia zróżnicowanymi dawkami azotu. Wyższe stężenie fosforu w liściach zanotowano w roślinach otrzymujących 100 i 120 mg N·dm⁻³. W fazie intensywnego wzrostu wegetatywnego pelargonii stwierdzono największe ilości fosforu, które następnie malały w miarę postępującej wegetacji. Zawartość oznaczonego w liściach pelargonii potasu zmniejszała się stopniowo w trakcie uprawy. Wartości te są porównywalne z danymi standardowymi [5,16]. Najwyższą zawartość potasu w liściach oznaczono w stadium intensywnego wzrostu wegetatywnego. W kolejnych fazach rozwojowych roślin oznaczano sukcesywnie niższe stężenia tego składnika w liściach. Największą zawartość potasu stwierdzono w roślinach, które nawożono dawką 120, 140 i 180 mg N·dm⁻³.

W dostępnej literaturze przedmiotu doniesienia dotyczące zmian zawartości fosforu i potasu w roślinach żywionych pożywką metodą podsiąkową są bardzo różnorodne. Według Tolman i in. [24] zawartość fosforu i potasu nie jest uzależniona od wzrastających dawek azotu. Inni badacze natomiast donoszą, że przy wyższych dawkach nawożenia azotem zawartość fosforu i potasu w liściach zmniejsza się [2,15]. Z kolei Campos i Reed oraz Whipker i Hammer podają, że zawartość w liściach P i K wzrasta wraz z rosnącą dawką azotu [4,25].

Tabela 3. Zawartość składników mineralnych w pozostałych liściach rośliny pelargonii w czterech fazach rozwojowych**Table 3.** Total mineral compounds content mineral compounds content in geranium leaves for four development phases

Parametry – Parameters		Zawartość składnika (% s.m.) Content (% d.m.)			
		P	K	Ca	Mg
Dawka azotu Dose of nitrogen (mg N·dm ⁻³)	100	0,42	3,32	2,31	0,22
	120	0,41	3,38	2,33	0,19
	140	0,36	3,36	2,40	0,21
	160	0,36	3,15	2,39	0,22
	180	0,38	3,34	2,51	0,23
	200	0,38	3,05	2,52	0,23
Faza rozwoju Development phase	intensywny wzrost wegetatywny intensive vegetative growth	0,48	3,99	2,35	0,24
	początek kwitnienia first blooming	0,42	3,58	2,44	0,26
	pełnia kwitnienia full blooming	0,36	3,40	2,28	0,22
	koniec okresu uprawy end of cultivation	0,28	2,04	2,56	0,15
NIR – LSD – dawka – dose		0,025	0,130	0,119	0,016
faza – phase		0,021	0,106	0,097	0,013
dawka x faza – dose x phase		0,052	0,261	ns	ns

Uważa się, że przy wysokim poziomie nawożenia azotem występuje niskie pobranie potasu przez *Geranium sylvaticum*, co może tłumaczyć wykazaną niską zawartość potasu w liściach roślin nawożonych dawką 200 mg N·dm⁻³ [23].

Oznaczone w liściach pelargonii zawartości wapnia są wyższe od podawanych przez de Kreij i in. [5]. Wartości te są porównywalne z zawartością uznaną za dużą przez Laboratorium Orange [16]. Zawartość wapnia w liściach była uzależniona od poziomu nawożenia azotem. Najniższe stężenie tego pierwiastka stwierdzono w obiekcie 100 mg N·dm⁻³, a najwyższą dla obiektu z nawożeniem 180 i 200 mg N·dm⁻³. Przeprowadzone analizy chemiczne liści wykazały, że zawartość magnezu kształtowała się na poziomie podanym przez Laboratorium Orange [16] oraz de Kreij i in. [5]. W liściach roślin nawożonych dawką 120 mg N·dm⁻³ było najmniej magnezu, najwięcej zaś w obiektach 180 i 200 mg N·dm⁻³. Stężenie magnezu w liściach wzrastało w okresie intensywnego wzrostu wegetatywnego do początku kwitnienia, a następnie gwałtownie malało.

Doniesienia dotyczące wpływu nawożenia azotem na zawartość wapnia i magnezu w liściach są sprzeczne. W badaniach z niecierpkim i skrzydłokwiatem, nawadnianymi podsiąkowo, nie stwierdzono wpływu nawożenia wzrastającymi dawkami azotu na zawartość Ca i Mg [4]. Natomiast reakcja róż (uprawa w takim samym systemie) na nawożenie azotem zależała od odmiany [15]. Wzrost ilości zastosowanego azotu powodował u jednej odmiany wzrost zawartości wapnia i spadek zawartości magnezu. Natomiast u drugiej odmiany obserwowano zmniejszenie się zawartości wapnia i zwiększanie zawartości magnezu. Brown wykazał zmniejszanie się zawartości tych składników w roślinach figi od początku do końca sezonu wegetacyjnego [2].

Zawartość makroelementów w łodygach i korzeniach roślin pelargonii z wyjątkiem fosforu (dla korzeni) była uzależniona od wzrastającego nawożenia azotowego (tab. 4, 5).

Obserwowano tendencję wzrostu zawartości azotu ogółem w łodygach wraz ze wzrostem dawki azotu. Najmniej azotu odnotowano w końcowej fazie uprawy. Wyniki te są zgodne z doniesieniami, dotyczącymi różnych sposobów nawożenia, zarówno w uprawie poinsecji (fertygacja) jak i gerbery (nawożenie przedwegetacyjne), że zawartość procentowa azotu ogółem w pędach wzrasta wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem [12,19]. Natomiast Tsutsui i Aoki [za 21] odnotowali nieduże różnice w stężeniu azotu w pędach roślin nawożonych różnymi dawkami azotu. Uważa się, że zawartość azotu ogółem maleje zwykle z wiekiem rośliny [16]. Cabrera i in. [3] wykazali najniższą zawartość azotu w pędach w czasie kwitnienia róży uprawianej w systemie recyrkulacyjnym. Zaś w pędach begonii (nawożonej nawozami o spowolnionym działaniu) zawartość azotu utrzymywała się na stałym poziomie w czasie uprawy [11].

W niniejszych badaniach ogólna zawartość fosforu w łodygach nieznacznie malała wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem. Najwyższą zawartość potasu, wapnia i magnezu w łodygach miały rośliny otrzymujące dawkę 180 mg N·dm⁻³. Najwięcej potasu i wapnia stwierdzono w łodygach na początku kwitnienia, a najmniej w fazie końcowej uprawy. Najmniejszym stężeniem magnezu w łodygach odznaczały się rośliny pelargonii w fazie intensywnego wzrostu wegetatywnego, największym natomiast w czasie kwitnienia. W badaniach dotyczących begonii (nawozy o spowolnionym działaniu) zawartość P, K, Ca i Mg w roślinie była stała [11].

Zawartość azotu ogółem w korzeniach zwiększała się wraz ze wzrostem zastosowanych w doświadczeniu dawek azotu. Stężenie azotu w korzeniach było najwyższe w fazie intensywnego wzrostu, najniższe zaś podczas kwitnienia.

Wielu autorów podaje, że zawartość azotu ogółem w korzeniach poinsecji utrzymywała się na wyrównanym poziomie przez cały okres uprawy, zarówno przy stosowaniu roztworów nawozów raz w tygodniu od góry, jak i w uprawie

z zastosowaniem nawadniania podsiąkowego [6,18]. Wyniki te pozostają w sprzeczności z tezą wzrostu zawartości azotu w korzeniach poinsecji nawożonej podsiąkowo [19].

Tabela 4. Całkowita zawartość składników mineralnych w łodygach pelargonii w czterech fazach rozwojowych

Table 4. Total mineral compounds content in geranium stems for four development phases

Parametry – Parameters		Zawartość składnika (% s.m.) Content (% d.m.)				
		N	P	K	Ca	Mg
Dawka azotu Dose of nitrogen (mg N·dm ⁻³)	100	1,91	0,37	2,87	2,23	0,18
	120	1,75	0,34	2,76	2,48	0,18
	140	2,46	0,31	2,72	2,57	0,19
	160	2,47	0,28	2,54	2,49	0,19
	180	2,68	0,31	2,92	2,75	0,22
	200	2,59	0,23	2,79	2,63	0,20
Faza rozwoju Development phase	intensywny wzrost vegetatywny intensive vegetative growth	2,48	0,41	3,06	2,64	0,14
	początek kwitnienia first blooming	2,53	0,37	3,37	2,66	0,22
	pełnia kwitnienia full blooming	2,59	0,27	2,84	2,46	0,22
	koniec okresu uprawy end of cultivation	1,63	0,18	1,79	2,34	0,19
	NIR – LSD – dawka – dose	0,141	0,018	0,153	0,133	0,009
faza – phase	0,115	0,015	0,124	0,108	0,008	
dawka x faza – dose x phase	0,282	0,037	0,305	ns	0,018	

Nie stwierdzono wpływu nawożenia wzrastającymi dawkami azotu na zawartość fosforu w korzeniach. Stężenie fosforu w korzeniach pelargonii malało od fazy intensywnego wzrostu vegetatywnego do końca uprawy. Najwięcej potasu, wapnia i magnezu stwierdzono w korzeniach pelargonii nawożonych dawką 180 mg N·dm⁻³. Zawartość fosforu, potasu, wapnia i magnezu w korzeniach była najwyższa w stadium intensywnego rozwoju vegetatywnego, a następnie malała aż do końca okresu uprawy pelargonii. W dostępnej literaturze brak jest niestety danych dotyczących zmian zawartości makroelementów w korzeniach roślin w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotem, co umożliwiłoby porównanie z nimi wyników uzyskanych w niniejszej pracy.

Tabela 5. Całkowita zawartość składników mineralnych w korzeniach pelargonii w czterech fazach rozwojowych**Table 5.** Total mineral compounds content in geranium roots for four development phases

Parametry – Parameters		Zawartość składnika (% s.m.)				
		Content (% d.m.)				
		N	P	K	Ca	Mg
Dawka azotu Dose of nitrogen (mg N·dm ⁻³)	100	0,92	0,33	1,71	0,88	0,08
	120	0,91	0,33	1,72	0,90	0,08
	140	1,01	0,31	1,66	0,92	0,09
	160	0,96	0,31	1,63	0,88	0,08
	180	1,11	0,33	1,91	0,99	0,09
	200	1,15	0,32	1,75	0,97	0,08
Faza rozwoju Development phase	intensywny wzrost wegetatywny intensive vegetative growth	1,23	0,41	2,19	1,11	0,10
	początek kwitnienia first blooming	0,95	0,31	1,91	0,87	0,09
	pełnia kwitnienia full blooming	0,91	0,34	1,81	0,91	0,08
	koniec okresu uprawy end of cultivation	0,97	0,22	1,01	0,80	0,06
	NIR – LSD – dawka – dose	0,068	n.s.	0,120	0,091	0,008
faza – phase	0,056	0,022	0,098	0,074	0,006	
dawka x faza – dose x phase	0,137	n.s.	0,240	n.s.	0,015	

WNIOSKI

1. Wzrastające dawki nawożenia azotem powodowały przyrost zawartości rozpuszczalnych form magnezu w pierwszym od wierzchołka wzrostu w pełni wykształconym liściu pędu głównego, podczas gdy zawartość fosforu, potasu i wapnia utrzymywały się na stosunkowo stałym poziomie bez względu na wielkość dawki azotu.

2. Ogólne zawartości azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu ulegały zmianie w poszczególnych częściach rośliny w zależności od poziomu nawożenia azotem. Wzrost dawek nawożenia azotem powodował przyrost: Ca i Mg w liściach w pełni wykształconych, nie zasychających, z dolnej części rośliny, N, Ca i Mg w łodygach oraz N i Ca w korzeniach.

PIŚMIENNICTWO

1. **Breś W., Golcz A., Komosa A., Kozik E., Tyksiński W.:** Nawożenie roślin ogrodniczych. Część I. Diagnostyka potrzeb nawozowych. Skrypt AR w Poznaniu, 1991.
2. **Brown P.H.:** Seasonal variations in fig (*Ficus carica* L.) leaf nutrient concentrations. Hort Science, 29(8), 871-873, 1994.
3. **Cabrera R.I., Evans R.Y., Paul J.L.:** Nitrogen partitioning in rose plants over a flowering cycle. Scientia Hort., 63, 67-76, 1995.
4. **Campos R., Reed D.Wm.:** Influence of irrigation water salinity on optimal nitrogen, phosphorus, and potassium liquid fertilizer rates for *Spathiphyllum* 'Petite'. J. Environ. Hort., 12(2), 104-107, 1994.
5. **de Kreijl C., Sonneveld C., Warmenhoven M.G., Straver N.:** Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder glas. No. 15. Serie: Voedingsplossingen glastuinbouw, 1990.
6. **Dole J.E., Wilkins H.F.:** Relationship between nodial position and plant age on the nutrient composition of vegetative poinsettia leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 116, 248-252, 1991.
7. **Dow A.J., Roberts S.:** Critical nutrient ranges for crop diagnosis. Agron. J., 74(2), 401-403, 1982.
8. **Hoffmann M., Komosa A.:** Dynamika pobierania N, P, K, Ca, Mg i Na przez *Callistephus chinensis flore pleno* odm. Warszawskie przy zróżnicowanym nawożeniu mineralnym. Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. PTPN, XXXV, 101-111, 1973.
9. **Hoffmann M., Komosa A.:** Zmiany zawartości makroskładników u cynii (*Zinnia elegans* Jacq. Dahliaeflora odm. Jowita) w okresie wegetacyjnym. Pr. Komis. Nauk Roln. Leś. PTPN, XLI, 91-98, 1976.
10. **Komosa A.:** Wskaźniki odżywienia złoćieni wielkokwiatowych (*Chrysanthemum indicum* L. odm. Balcombe Perfection) azotem i potasem. Cz. III. Zawartości potasu u złoćieni. Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. PTPN, XLVII, 159-168, 1979.
11. **Lemaire F., Sintès G., Morel P.:** Mineral needs of *Begonia x elatior* during the growing period and the flowering time. Acta Hort., 396, 219-226, 1995.
12. **Lisiecka A.:** Wpływ poziomu nawożenia na jakość rozsady gerbery z uwzględnieniem dynamiki pobierania składników pokarmowych. Zesz. AR w Poznaniu, Rozprawy Naukowe, z. 176, 10-20, 1988.
13. **Lis-Krzyścin A.:** Dolne zawartości krytyczne azotu u pelargonii rabatowej (*Pelargonium X hortorum* L.H.Bailey). Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 484, 351-357, 2002.
14. **Marschner H.:** Mineral nutrition of higher plants. Academic Press Ltd., 1995.
15. **Menard C., Dansereau B.:** Differential responses of roses cultivars to light source and nitrogen fertilization. Sci. Hort., 64, 117-132, 1995.
16. **Nowosielski O.:** Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa, 1974.
17. **Nowosielski O.:** Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa, 1988.
18. **Paparozi E.T., Darrow P.O., McCallister D.E., Stroup W.W.:** Effect of varying the nitrogen and sulfur supply on the flowering of poinsettia. J. Plant Nutr., 17(4), 593-606, 1994.
19. **Rose M.A., Chaplin M., White J.:** The effect of nitrogen concentration on the nitrogen budget and growth of 'Celebrate 2' poinsettia in a subirrigation system Hort Science, 26(6), 763, 1991.
20. **Rose M.A., White J.W.:** Nitrogen rate and timing of nitrogen application in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotz.). HortScience, 29(11), 1309-1313, 1994.
21. **Rose M.A., White J.W., Rose M.A.:** Maximizing nitrogen-use efficiency in relation to the growth and development of poinsettia. Hort Science, 29(4), 272-276, 1994.

22. **Sady W., Domagała I., Kowalska I., Lis-Krzyścin A., Ostrowska J.:** Przewodnik do ćwiczeń z uprawy roli i nawożenia roślin ogrodnich. Skrypt AR w Krakowie, 1994.
23. **Salomonson A., Ohlson M., Ericson L.:** The effect of potassium on growth and nutrient uptake in two forest herbs with different chemical defence systems. *Oikos*, 65(3), 493-501, 1992.
24. **Tolman D.A., Niemiera A.X., Wright R.D.:** Influence of plant age on nutrient absorption for marigold seedlings. *HortScience*, 25(12), 1612-1613, 1990.
25. **Whipker B.E., Hammer P.A.:** Determination of injurious phosphorus levels in poinsettia. *HortScience*, 29(2), 85-87, 1994.
26. **Winsor G., Adams P.:** Diagnosis of mineral disorders in plants. 3. *Glasshouse Crops*, 72-105, 146-166, 1987.

N FERTILIZATION AND NUTRIENT STATUS OF GERANIUM PLANT

Agnieszka Lis-Krzyścin

Department of Soil Cultivation and Fertilization, Agricultural University
Al. 29 Listopada 54, 31-425 Kraków
e-mail: alis@ogr.ar.krakow.pl

Abstract. The aim of this work was to study the effect of increased amounts of nitrogen on mineral compounds content in geranium plant series of Pinto Salmon Orange. The plants were grown in pots in the greenhouse. Six levels of nitrogen dosage were studied: 100, 120, 140, 160, 180 and 200 mg·dm⁻³ of substrate. At four developmental phases: intensive vegetative growth, first bloom, full bloom, end of cultivation, the first fully developed leaf of the main shoot, the remaining leaves, stems and roots were sampled to determine soluble and total macroelement content in those parts of plants. Rising amounts of nitrogen fertilization led to increased: soluble Mg in first leaf; Ca and Mg in the remaining leaves; N, Ca and Mg in stems and also N and Ca in roots.

Keywords: macroelements content, geranium, N fertilization