

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych Akademii Rolniczej w Lublinie
ul. S. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
zenia.michalojc@ar.lublin.pl

ZENIA MICHAŁOJC

**Ocena stanu odżywiania gomfreny (*Gomphrena globosa* L.)
w zależności od zróżnicowanego nawożenia
azotem i potasem**

Evaluation of nutrition level in globe amaranth (*Gomphrena globosa* L.)
depending on differentiated nitrogen and potassium fertilization

Streszczenie. Badania przeprowadzone w latach 2002–2004 dotyczyły wpływu zróżnicowanych dawek azotu oraz nawozu potasowego na stan odżywiania gomfreny kulistej (*Gomphrena globosa* L.) w uprawie pod osłonami. Stwierdzono w liściach gomfreny istotny wzrost zawartości azotu ogółem oraz azotanów wraz ze wzrostem dawki azotu, niezależnie od zastosowanych nawozów potasowych. Odnotowano wraz ze wzrostem dawki azotu istotnie mniejszą zawartość fosforu i potasu w liściach gomfreny oraz brak istotnego wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość magnezu, chloru i siarki. Wykazano większą przydatność chlorku potasu do nawożenia gomfreny niż siarczanu potasu i saletry potasowej.

Słowa kluczowe: gomfrena, nawożenie, azot, potas, skład chemiczny

WSTĘP

Gomfrena kulista – wiecznik kulisty jest w Polsce rośliną mało znaną. Należy do rodziny *Amaranthaceae* – szarłatowate i jest rośliną typu C₄. Rośliny tego typu charakteryzują się większą wydajnością fotosyntetyczną i szybkim przyrostem biomasy. Zużywają przy tym mniej wody, doskonale znoszą wysokie temperatury i zasolenie [Kang i Iersel 2002, Strzałka 2002]. Rodzaj *Gomphrena* wykazuje dużą różnorodność botaniczną. Gatunki pochodzące z Ameryki Środkowej są szeroko uprawiane jako rośliny ozdobne [Palmer 1998]. W naszych warunkach klimatycznych gomfrena z powodzeniem może być uprawiana jako roślina rabatowa oraz w uprawie pod osłonami z przeznaczeniem kwiatostanów na zbiór i zasuszenie. Pojedyncze kwiaty gomfreny są niepozorne, mają błoniaste podkwiatki i tworzą kwiatostan w postaci główki o średnicy 1,5–2,5 cm, który swoim wyglądem przypomina koniczynę. Dojrzałe kwiatostany po wysuszeniu nie zmieniają kształtu

i barwy [Nowak 2000, Stichman-Marny 2000]. W krajowej literaturze nie ma danych na temat warunków uprawy i nawożenia tego gatunku.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu zróżnicowanych dawek azotu oraz nawozu potasowego na stan odżywiania gompfreny kulistej (*Gomphrena globosa* L.) w uprawie pod osłonami.

MATERIAŁ I METODY

Badania z gompfreną kulistą odmiany 'Purpur' o fioletowoamarantowej barwie kwiatostanów przeprowadzono w szklarni w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin w latach 2003 i 2004. Okres wegetacji od siewu nasion do likwidacji doświadczenia w obydwu latach wynosił około 6 miesięcy.

Rośliny uprawiano na stołach w wazonach o pojemności 2 dm³ w torfie ogrodniczym o pH początkowym 4,6, który zawapnowano CaCO₃ do pH 6,5. Doświadczenie założono w układzie kompletnej randomizacji w 10 powtórzeniach. Powtórzenie stanowiła jedna roślina w jednym wazonie. Nawożenie w g · roślinę⁻¹ wynosiło: N – 1,28, 2,56, 3,84 w postaci NH₄NO₃ oraz KNO₃, P – 1,2 jako Ca(H₂PO₄)₂ · H₂O, K – 3,2 w postaci KCl, K₂SO₄, KNO₃, Mg – 1,39, jako MgSO₄ · H₂O. Mikroelementy użyto w postaci EDTA-Fe, CuSO₄ · 5H₂O, ZnSO₄ · 7H₂O, MnSO₄ · H₂O, H₃BO₃, (NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O w ilościach w mg·dm⁻³: 10 Fe, 6,7 Cu, 0,37 Zn, 2,6 Mn, 0,8 B, 1,8 Mo. Mikroelementy dostarczono do podłoża jednorazowo przed posadzeniem roślin na miejsce stałe. Fosfor zastosowano w połowie przed posadzeniem roślin oraz w szóstym tygodniu wegetacji. Natomiast azot, potas i magnez w postaci pożywki zastosowano w 1/7 przed wegetacją, a pozostałe ilości pogłównie w sześciu dawkach w odstępach co 10 dni.

Badano wpływ dwóch czynników: A – dawki azotu: 1,28, 2,56, 3,84 g N · roślinę⁻¹, B – rodzaju nawozu potasowego (KCl, K₂SO₄, KNO₃).

Pierwszego zbioru kwiatostanów dokonano po około 12 tygodniach wegetacji, ostatniego w 25 tygodniu wegetacji.

Próby liści w obydwu latach badań pobrano ze środkowej części roślin tuż pod pędem kwiatostanowym w 3. dekadzie sierpnia. W tym samym czasie pobrano również próby podłoża.

W liściach gompfreny oznaczono N-ogółem metodą Kjeldahla oraz po spaleniu na sucho: P kolorymetrycznie, K, Ca, Mg metodą ASA. Ponadto w liściach metodą uniwersalną w wyciągu 2% CH₃COOH oznaczono N-NH₄, N-NO₃ metodą destylacyjną w modyfikacji Starcka oraz chlorki metodą neflometryczną z AgNO₃ i siarczany z BaCl₂.

W podłożu w wyciągu 0,03 M CH₃COOH oznaczono: N-NH₄, N-NO₃, P, K, Ca Mg, Cl, S-SO₄ metodami jak w materiale roślinnym, natomiast pH w H₂O, zaś stężenie soli (EC) konduktometrycznie.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla podwójnej klasyfikacji krzyżowej. Istotność różnic oceniono za pomocą wielokrotnych przedziałów ufności Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki dotyczące wpływu nawożenia azotem i potasem na zawartość azotu, fosforu, potasu, wapnia, magnezu, chloru i siarki zamieszczono w tabelach 1 i 2. W badaniach

Tabela 1. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem na zawartość N-og., N-NO₃, P, K (% s.m.) w liściach gromfy
 Table 1. Effect of nitrogen and potassium fertilization on the content of N-total, N-NO₃, P, K (% d.m.) in the leaves of globe amaranth

Nawóz potasowy Potassium fertilizer	Dawka N g·roślinę ⁻¹ N dose g·plant ⁻¹	N-og. N-total		Średnio z lat Means for years	N-NO ₃		Średnio z lat Means for years	P		Średnio z lat Means for years	K		Średnio z lat Means for years
		2003	2004		2003	2004		2003	2004		2003	2004	
KCl	1,28	1,66	1,50	1,58	0,19	0,15	0,17	0,39	0,55	0,47	2,75	3,56	3,16
	2,56	2,47	1,91	2,19	0,23	0,19	0,21	0,28	0,15	0,22	1,51	2,79	2,15
	3,84	2,95	2,57	2,76	0,31	0,25	0,28	0,18	0,14	0,16	1,15	1,43	1,29
Średnio dla KCl/Means for KCl		2,18			0,24			0,28			2,20		
K ₂ SO ₄	1,28	1,71	1,52	1,62	0,18	0,14	0,16	0,24	0,57	0,41	2,93	3,00	2,97
	2,56	2,33	1,83	2,08	0,19	0,17	0,18	0,22	0,30	0,26	1,64	1,71	1,68
	3,84	2,93	2,55	2,74	0,70	0,55	0,63	0,18	0,25	0,22	1,50	1,19	1,35
Średnio dla K ₂ SO ₄ /Means for K ₂ SO ₄		2,15			0,36			0,21			2,02		
KNO ₃	1,28	1,62	1,48	1,55	0,15	0,12	0,14	0,24	0,48	0,36	3,41	3,58	3,50
	2,56	2,26	1,78	2,02	0,10	0,14	0,12	0,14	0,21	0,18	1,56	2,24	1,90
	3,84	2,72	2,42	2,57	0,20	0,20	0,20	0,11	0,19	0,15	0,90	1,22	1,06
Średnio dla KNO ₃ /Means for KNO ₃		2,05			0,15			0,16			1,96		
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}													
(A) dla nawozu K/for K fertilizer		0,038			0,094			r.n./n.s.			r.n./n.s.		
(B) dla dawki N/for N dose		0,038			0,090			r.n./n.s.			0,637		
(C) dla lat/for years		0,024			r.n./n.s.			0,059			r.n./n.s.		
A×B		0,100			0,240			r.n./n.s.			r.n./n.s.		
A×C		n.i/n.s.*			r.n./n.s.			r.n./n.s.			r.n./n.s.		
B×C		0,072			r.n./n.s.			r.n./n.s.			r.n./n.s.		

* n.r. różnice nieistotne/n.s. not significant

Tabela 2. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem na zawartość Ca, Mg, Cl, S-SO₄ (% s.m.) w liściach gromfreny
 Table 2. Effect of nitrogen and potassium fertilization on the content of Ca, Mg, Cl, S-SO₄ (% d.m.) in the leaves of globe amaranth

Nawóz potasowy Potassium fertilizer	Dawka N g·roślinę ⁻¹ N dose g·plant ⁻¹	Ca		Średnio z lat Means for years	Mg		Średnio z lat Means for years	Cl		Średnio z lat Means for years	S-SO ₄		Średnio z lat Means for years
		2003	2004		2003	2004		2003	2004		2003	2004	
KCl	1,28	3,56	3,41	3,49	0,22	0,26	0,24	1,82	1,89	1,86	0,32	0,28	0,30
	2,56	3,25	2,49	2,87	0,26	0,22	0,24	3,11	2,50	2,81	0,13	0,19	0,16
	3,84	3,00	2,45	2,73	0,24	0,24	0,24	3,51	2,29	2,90	0,09	0,17	0,13
Średnio dla KCl/Means for KCl		3,27			0,24			2,81			0,18		
K ₂ SO ₄	1,28	2,46	1,78	2,12	0,17	0,22	0,20	0,06	0,08	0,07	0,75	0,53	0,64
	2,56	3,18	1,25	2,22	0,27	0,35	0,31	0,07	0,07	0,07	0,59	0,39	0,49
	3,84	2,78	1,33	2,06	0,29	0,39	0,34	0,06	0,05	0,06	0,37	0,41	0,39
Średnio dla K ₂ SO ₄ /Means for K ₂ SO ₄		2,81			0,24			0,06			0,57		
KNO ₃	1,28	2,27	1,13	1,70	0,19	0,22	0,21	0,06	0,06	0,06	0,40	0,42	0,41
	2,56	2,83	1,06	1,95	0,23	0,31	0,27	0,08	0,05	0,07	0,38	0,26	0,32
	3,84	2,98	1,10	2,04	0,28	0,39	0,34	0,09	0,07	0,08	0,27	0,23	0,25
Średnio dla KNO ₃ /Means for KNO ₃		1,90			0,23			0,08			0,35		
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}													
(A) dla nawozu K/for K fertilizer		0,489			n.r./n.s.			0,856			0,221		
(B) dla dawki N/for N dose		n.r./n.s.			n.r./n.s.			n.r./n.s.			n.r./n.s.		
(C) dla lat/for years		0,320			n.r./n.s.			n.r./n.s.			n.r./n.s.		
A×B		n.r./n.s.			n.r./n.s.			n.r./n.s.			n.r./n.s.		
A×C		0,904			n.r./n.s.			n.r./n.s.			n.r./n.s.		
B×C		n.r./n.s.			n.r./n.s.			n.r./n.s.			n.r./n.s.		

azot zastosowano w ilości: 1,28, 2,56, 3,84 g N·roślinę⁻¹ w ośmiu dawkach, co pozwoliło na utrzymanie jego zawartości w podłożu przez cały okres wegetacji na poziomie 70, 140, 210 mg N·dm⁻³. Stwierdzono w liściach gompfreny istotny wzrost zawartości azotu ogółem oraz azotanów wraz ze wzrostem dawki azotu, niezależnie od zastosowanych nawozów potasowych. Zawartość N-og. wynosiła od 1,48 do 2,93%, a azotanów od 0,12 do 0,70% N-NO₃, nie stwierdzono w liściach gompfreny N-NH₄ (brak wyników w tab. 1). W badaniach Jhona i Paul [1992] oraz Parthban i in. [2001] z gompfeną wykazano podobną zależność. Natomiast w badaniach Michałojć i in. [2003], Michałojć [2007] stwierdzono, że wzrastające dawki azotu stymulowały rozgałęzianie się celozji i gompfreny, co świadczy o korzystnym oddziaływaniu tego składnika na wzrost i rozwój tych gatunków. Mając na uwadze te wyniki i zależności, za optymalną zawartość azotu w liściach gompfreny należy uznać 2,00–2,36% N-og., co odpowiadało dawce 2,5–3,5 g N·roślinę⁻¹.

Zróżnicowane dawki azotu miały również istotny wpływ na zawartość fosforu i potasu w liściach gompfreny. Wykazano wraz ze wzrostem dawki azotu istotnie mniejszą zawartość fosforu i potasu oraz brak istotnego wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość, magnezu, chloru i siarki (tab.1 i 2).

Zastosowane nawozy potasowe (KCl, K₂SO₄, KNO₃) istotnie oddziaływały na zawartość związków azotu oraz wapnia, chloru i siarki (tab. 1 i 2). Szczególną uwagę zwraca istotnie większa zawartość azotanów w roślinach nawożonych siarczanem potasu niż nawożonych chlorkiem potasu. Zależność ta dowodzi, że ocena stanu odżywiania roślin azotem na podstawie zawartości azotanów może być nieobiektywna. Wiadomo bowiem, że wysoka koncentracja w środowisku odżywczym jonów SO₄²⁻ ogranicza pobieranie jonów MoO₄²⁻, które uczestniczą w redukcji azotanów w roślinie. Stąd po zastosowaniu K₂SO₄ w roślinach obserwuje się większą koncentrację azotanów. Zależność ta została wykazana w badaniach Starck [2002], Michałojć i in. [2006]. Zatem po zastosowaniu nawozu potasowego w postaci chlorku czy siarczanu potasu przy takiej samej dawce azotu można obserwować w roślinie istotne różnice w zawartości azotu mineralnego (N-NO₃). Niniejsze badania jednoznacznie potwierdzają tę zależność.

Oceniając przydatność nawozów potasowych do nawożenia gompfreny, należy podkreślić korzystny wpływ chlorku potasu. W niniejszych badaniach wykazano, że potas z tego nawozu został pobrany w większych ilościach niż z siarczanu potasu i saletry potasowej (tab. 1). Ponadto wykazano istotnie większą zawartość wapnia i chloru w roślinach nawożonych tym rodzajem nawozu potasowego. Większa zawartość wapnia w roślinach korzystnie wpływa na tkanki mechaniczne, co w przypadku roślin ozdobnych jest bardzo ważną cechą. Wykazano istotnie większą zawartość chloru w roślinach nawożonych KCl niż innymi nawozami zawierającymi potas. Zależność tę należy tłumaczyć większą zawartością w środowisku korzeniowym chloru, ponieważ był on anionem towarzyszącym potasowi. Podobną zależność wykazano w zawartości siarki, która była anionem towarzyszącym w siarczanie potasu (tab. 2).

Próby podłoża pobrano tuż przed likwidacją doświadczenia, aby ocenić jego zasobność w poszczególne składniki pokarmowe, odczyn i koncentrację soli. Uzyskane wyniki w obydwu latach badań były zbliżone, dlatego zamieszczono je jako średnie z dwóch lat badań (tab. 3). Ocenę zawartości poszczególnych składników pokarmowych przeprowadzono na podstawie liczb granicznych dla jednorocznych roślin ozdobnych uprawianych w podłożach mineralnych i organicznych pod osłonami [Komosa 2004]. Stwierdzo-

Tabela 3. Zawarość N-NH₄, N-NO₃, P, K, Ca, Mg, Cl, S-SO₄ (mg·dm⁻³) oraz pH i EC w podłożu w okresie likwidacji gomfreny (średnio z lat 2003–2004)

Table 3. Content of N-NH₄, N-NO₃, P, K, Ca, Mg, Cl, S-SO₄ (mg·dm⁻³) and pH, EC in substrate at harvest time of globe amaranth (mean in the years 2003–2004)

Nawóz potasowy Potassium fertilizer	Dawka N g-roślinę ⁻¹ N dose g·plant ⁻¹	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	Cl	S-SO ₄	pH	EC mS·cm ⁻¹
KCl	1,28	5	12	122	234	2253	144	490	302	6,8	1,6
	2,56	13	14	112	233	2303	156	596	315	6,9	1,6
	3,84	19	19	120	257	2325	121	625	297	6,8	1,9
Średnio dla KCl Means for KCl		12	15	118	241	2294	140	570	305		1,7
K ₂ SO ₄	1,28	9	3	120	336	1900	245	5	462	6,8	1,1
	2,56	10	6	112	323	1826	178	5	560	6,8	1,5
	3,84	21	9	116	248	2474	182	5	690	6,8	1,6
Średnio dla K ₂ SO ₄ Means for K ₂ SO ₄		13	6	116	302	2067	202	5	571		1,4
KNO ₃	1,28	12	8	158	244	1867	245	5	320	7,0	0,7
	2,56	13	11	124	249	2968	194	5	255	6,9	0,9
	3,84	12	14	112	228	2424	154	5	262	6,9	1,1
Średnio dla KNO ₃ Means for KNO ₃		12	11	131	240	2420	198	5	279		0,9

no niską zawartość azotu w podłożu, co wskazuje na duże wykorzystanie, a jednocześnie na duże zapotrzebowanie gomfreny na ten składnik. Natomiast zawartość pozostałych składników pokarmowych mieściła się z zakresie liczb granicznych.

Niniejsze badania wskazują, że w uprawie gomfreny w podłożu z torfu przejściowego najlepiej odżywione rośliny uzyskano po zastosowaniu od 2,5–3,5 g N · roślinę⁻¹ w postaci saletry amonowej oraz 3,2 g K · roślinę⁻¹ w postaci chlorku potasu.

WNIOSKI

1. Stwierdzono w liściach gomfreny istotny wzrost zawartości azotu ogółem oraz azotanów wraz ze wzrostem dawki azotu, niezależnie od zastosowanych nawozów potasowych. Zawartość N-og. wynosiła od 1,48 do 2,93%, a azotanów od 0,12 do 0,70% N-NO₃.

2. Wykazano wraz ze wzrostem dawki azotu istotnie mniejszą zawartość fosforu i potasu w liściach gomfreny oraz brak istotnego wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość, magnezu, chloru i siarki.

3. Oceniając przydatność nawozów potasowych do nawożenia gomfreny, należy podkreślić korzystny wpływ chlorku potasu. Wykazano, że potas z tego nawozu został pobrany w większych ilościach niż z siarczanu potasu i saletry potasowej oraz w roślinach nawożonych KCl stwierdzono większą zawartość wapnia.

PIŚMIENNICTWO

- Jhon A.Q., Paul T.M. 1992. Effect of sparing, nitrogen and pinching on globe amaranth (*Gomphrena globosa* L.). Ind. J. Agr., 37, 3, 627–628.
- Kang J., G., van Iersel M. W. 2002. Nutrient solution concentration affects growth of subirrigated bedding plants. J. Plant Nutr., 25 (2), 387–403.
- Komosa A. 2004. Nowe liczby graniczne dla roślin ozdobnych uprawianych pod osłonami. Hasło Ogrodn., 6, 124–126.
- Michałojć Z. 2007. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem na wzrost, kwitnienie i walory dekoracyjne gomfreny (*Gomphrena globosa* L.). Roczn. AR w Poznaniu, s. Ogrodn., 41, 135–139.
- Michałojć Z., Konopińska J., Nowak L. 2003. Wpływ nawożenia azotem na wartość dekoracyjną celozji. Folia Hort., supl. 1, 538–540.
- Michałojć Z., Wołodko A., Nowak L. 2006. Wpływ nawożenia potasem na wzrost, kwitnienie walory dekoracyjne i skład chemiczny celozji (*Celosia argentea* var. *crinata* L.) Acta Agroph., 7, 4, 983–990.
- Nowak J. 2000. Rośliny na suche bukiety – uprawa, suszenie, farbowanie, preparowanie. Wyd. Hortpress Sp. z o.o. Warszawa.
- Palmer J. 1998. A taxonomic revision of *Gomphrena* (*Amarantaceae*) in Australia. Australian Systematic Botany 11, 73–161.
- Parthban S., Vadivelu T. E., Pappiah C. M. 2001. Integrated nutrient management in globe amaranth (*Gomphrena globosa* L.). South-Ind. Hort. 49, 187–190.
- Starck Z. 2002. Rola składników mineralnych w roślinie [w:] Kopcewicz J., Lewak S. (red.) Fizjologia roślin. Wyd. PWN, 228–271.
- Stichman-Marny U. 2000. Suche bukiety z roślin ogrodowych i dziko rosnących. Wyd. Multico, Warszawa.

Strzałka K. 2002. Przemiany związków organicznych i energii u roślin [w:] Kopcewicz J., Lewak S. Fizjologia roślin. Wyd. PWN, 291–301.

Summary. The research was conducted in 2002–2004 to investigate the influence of various doses of nitrogen and potassium fertilization on the nutrition of *Gomphrena globosa* L. cultivated in greenhouse. A significant increase of total nitrogen and nitrates content in the leaves was observed when higher doses of nitrogen were applied, regardless of the used potassium fertilization. Furthermore, the levels of phosphorus and potassium in the leaves decreased with higher doses of nitrogen. High doses of nitrogen, however, had no significant effect on magnesium, chlorine and sulphur content in the leaves. The research indicates that potassium chloride is more useful to *Gomphrena* cultivation than potassium sulphate and potassium nitrate.

Key words: *Gomphrena globosa* L., fertilization, nitrogen, potassium, chemical composition