

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin  
e-mail: zenia.michalojc@up.lublin.pl

KAROLINA PITURA, ZENIA MICHAŁOJC, LIDIA NOWAK

**Wpływ rodzaju nawozu potasowego  
oraz dawki węgla wapnia na stężenie soli w podłożu,  
plonowanie i wartość biologiczną  
wybranych gatunków roślin warzywnych**

---

The effect of potassium fertilizer kind and calcium on salinity, yielding  
and biological value selected vegetable species

**Streszczenie.** W doświadczeniu szklarniowym analizowano wpływ rodzaju nawozu potasowego ( $K_2SO_4$ , KCl,  $KNO_3$ ) na tle trzech dawek węgla wapnia (5, 10 i 15 g  $CaCO_3 \cdot dm^{-3}$ ) na koncentrację soli w podłożu, plonowanie oraz wartość biologiczną plonu jarmużu i selera naciowego. Stwierdzono istotnie większe stężenie soli w podłożu spod uprawy jarmużu po zastosowaniu chlorku i siarczanu potasu niż po zastosowaniu saletry potasowej oraz mniejszych dawek węgla wapnia. W podłożu spod uprawy selera naciowego zależności tych nie potwierdzono. Wykazano istotny wpływ rodzaju nawozu potasowego na masę roślin. Największą masą odznaczały się rośliny jarmużu po zastosowaniu KCl, natomiast selera naciowego po zastosowaniu  $K_2SO_4$ . Wzrastające dawki węgla wapnia korzystnie wpływały na wielkość plonu oraz zawartość białka w obydwu badanych gatunkach roślin. Największą zawartość witaminy C stwierdzono w świeżej masie jarmużu po zastosowaniu saletry potasowej, najmniejszą po zastosowaniu chlorku potasu. Zależność ta została potwierdzona również w selerze naciowym.

**Słowa kluczowe:** jarmuż, seler naciowy, nawozy potasowe, węgiel wapnia, plon, zasolenie, witamina C

WSTĘP

Potas jest jednym z pierwiastków, które mają znaczący wpływ na jakość plonu warzyw i owoców. Roślina pobiera ten składnik szybko i w dużych ilościach, w postaci jednowartościowego kationu dostarczanego do gleby lub podłoża wraz z nawozami potasowymi [Syers 2005, Isidora i in. 2008, Lester i in. 2010]. Kryterium podziału nawozów potasowych stanowiła obecność anionów towarzyszących, którymi mogą być chlor, siar-

ka oraz jon azotanowy. Tym samym, wprowadzając do podłoża potas, oprócz podstawowego składnika, dostarcza się także inne pierwiastki powodujące w mniejszym bądź większym stopniu wzrost koncentracji soli w podłożu. Nurzyński [2008] twierdzi, że na wzrost stężenia soli w podłożu w największym stopniu wpływa jon azotanowy i potas. Autor ten podaje, iż koncentracja soli w podłożach, w których uprawiano sałatę, pomidora i paprykę, była na jednakowym poziomie, niezależnie czy stosowano potas w formie chlorkowej, czy siarczanowej. Jednakże stosowanie nawozu potasowego w formie siarczanowej niesie ze sobą ryzyko ujemnego wpływu siarczanów na zawartość molibdenu w liściach roślin. Molibden wchodzi w skład reduktazy azotanowej, a jego brak jest przyczyną nadmiernej akumulacji azotanów w roślinach [Nurzyński 1999].

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu rodzaju nawozu potasowego oraz dawki węgla wapnia na stężenie soli w podłożu, a w konsekwencji na plonowanie i wartość biologiczną jarmużu i selera naciowego.

#### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie z selerem naciowym odmiany 'Verde Pascal' oraz jarmużem średnio wysokim odmiany 'Lerchensungen' przeprowadzono w roku 2007, w szklarni, na stołach. Rośliny jarmużu wysadzono na miejsce stałe 29 kwietnia, natomiast selera naciowego 9 maja. Doświadczenie założono w układzie kompletnej randomizacji w 8 powtórzeniach. Jednostkę eksperymentalną stanowiła jedna roślina rosnąca w jednej doniczce o pojemności 2 dm<sup>3</sup> napełnionej torfem przejściowym o pH wyjściowym 5,6. W badaniach zróżnicowano rodzaj nawozu potasowego: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 42% K, KCl – 49,8% K i KNO<sub>3</sub> – 38% K, N – 13,5% oraz dawkę węgla wapnia: 5, 10 i 15 g CaCO<sub>3</sub> · dm<sup>-3</sup>. Wyjściowa zawartość składników pokarmowych w torfie (mg · dm<sup>-3</sup>) wynosiła: N-NH<sub>4</sub> – ilości śladowe, N-NO<sub>3</sub> – 25, P – 25, K – 10, Ca – 40, Mg – 8, natomiast w wodzie do podlewania N-NH<sub>4</sub> + N-NO<sub>3</sub> – 18, P – 11, K – 4, Ca – 110, Mg – 9, pH – 7,2 oraz EC – 0,6 mS · cm<sup>-1</sup>.

Pod wszystkie rośliny zastosowano następujące ilości składników pokarmowych, uwzględniając naturalną zasobność podłoża (g · roślina<sup>-1</sup>): N – 1,4, P – 0,8, K – 1,8, Mg – 0,8. Azot stosowano w postaci saletry potasowej (13,5% N, 38% K) i amonowej (34% N), magnez jako MgSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O (17,4% Mg), fosfor w postaci potrójnego superfosfatu (20% P). Natomiast mikroelementy we wszystkich badaniach zastosowano do podłoża (w mg · dm<sup>-3</sup>): Fe – 16, Mn – 10,2, Cu – 26,6, Zn – 1,48, B – 3,2, Mo – 7,4. Wymienione mikroelementy podano w postaci: EDTA – Fe, MnSO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> · 4H<sub>2</sub>O. Składniki pokarmowe: fosfor, mikroelementy oraz ¼ dawki N, K, Mg dostarczono do podłoża podczas jego przygotowania do wysadzenia roślin. Pozostałe ilości N, K, Mg zastosowano podczas wegetacji roślin trzykrotnie, w odstępach 8–12-dniowych.

Zbiór roślin dokonano w okresie dojrzałości konsumpcyjnej (11 czerwca jarmuż oraz 26 czerwca seler naciowy). Po zbiorze w podłożu w wyciągu 0,03 M kwasu octowego oznaczono zawartość: N-NH<sub>4</sub> i N-NO<sub>3</sub> metodą mikrodestylacji Bremnera w modyfikacji Starcka, K, Ca i Mg metodą absorpcji atomowej ASA (Analyst 300 Perkin Elmer) oraz fosfor kolorymetrycznie z metawanadynianem amonu, siarkę z BaCl<sub>2</sub>, chlor z AgNO<sub>3</sub>. Wartość pH i EC oznaczono w zawiesinie podłoża i wody destylowanej w stosunku 1 : 2.

Po zbiorze roślin określono masę ich części nadziemnych, suchą masę (metodą suszarkową) oraz zawartość witaminy C w świeżym materiale metodą Tillmansa [PN-A-0419 1998]. Po wysuszeniu materiału roślinnego w temperaturze 60°C i zmieleniu oznaczono N-ogółem metodą Kjeldahla na aparacie Kjelttec System 2002 Distilling Unit. Zawartość białka oznaczono w suchej masie i obliczono na podstawie zawartości azotu ogółem  $\times$  współczynnik 6,25.

Uzyskane wyniki dotyczące plonu, analiz materiału roślinnego i podłoża opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. We wszystkich doświadczeniach wyznaczono najmniejszą istotną różnicę (NIR) testem Tukeya na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

#### WYNIKI I DYSKUSJA

W doświadczeniu z jarmużem stężenie soli w podłożu wahało się od 0,80 do 1,50  $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ . Uzyskane wyniki wskazują na istotnie większą koncentrację soli po zastosowaniu chlorku potasu i siarczanu potasu niż po użyciu saletry potasowej. W podłożu selera naciowego stężenie soli wynosiło od 1,0 do 1,3  $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$  i nie wykazano jednoznacznej zależności dotyczącej wpływu zastosowanych nawozów potasowych na stężenie soli (tab. 1). Zróżnicowane dawki węgla wapnia istotnie wpływały na stężenie soli tylko w podłożu spod uprawy jarmużu. Na nadmierne stężenie soli mają wpływ zarówno aniony, jak i kationy, z anionów największy wpływ na zasolenie ma przede wszystkim anion chlorkowy [Szymańska 1988]. Nie potwierdzają tej zależności badania przeprowadzone przez Dzidę [2004] oraz Nurzyńską-Wierdak [2006] – wykazano w nich mniejsze stężenie soli po zastosowaniu chlorku potasu niż siarczanu potasu. W badaniach Jarosza [2006], przeprowadzonych w podłożach inertnych z chlorkiem potasu, stwierdzono natomiast wzrost stężenia soli w strefie korzeniowej w wełnie mineralnej i w torfie, a obniżenie w piasku.

Wyniki dotyczące zawartości azotu w podłożu jarmużu jednoznacznie wskazują, iż został on w większości wykorzystany przez rośliny. Jego ilość wynosiła od 27 do 108  $\text{mg N-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$  oraz od 22 do 99  $\text{mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$  (tab. 1). W podłożu selera naciowego odnotowano znacznie większą jego zawartość: od 32 do 215  $\text{mg N-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$  oraz od 88 do 443  $\text{mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$  (tab. 1). Na wykorzystanie azotu przez rośliny jarmużu i selera naciowego miały wpływ zarówno nawozy potasowe, jak i dawki wapnia. Największą zawartość jonów  $\text{N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$  odnotowano w podłożu z uprawy obu gatunków po zastosowaniu  $\text{KNO}_3$ , natomiast najmniejszą po użyciu  $\text{KCl}$  w podłożu jarmużu i  $\text{K}_2\text{SO}_4$  w podłożu selera naciowego. Potas do podłoża dostarczono w ilości 900  $\text{mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$ . W okresie zbioru roślin jego zawartość wahała się od 131 do 272  $\text{mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$  (jarmuż) i od 208 do 449  $\text{mg K} \cdot \text{dm}^{-3}$  (seler naciowy). Najmniejszą zawartość potasu odnotowano w podłożu jarmużu po zastosowaniu  $\text{KCl}$ . Na tym samym poziomie istotności pozostała jednak jego ilość po użyciu  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Najmniejszą jego zawartość w podłożu spod uprawy selera stwierdzono po zastosowaniu  $\text{K}_2\text{SO}_4$  oraz wykazano, że ze wzrostem dawki wapnia zmniejszyła się zawartość potasu w podłożu (tab. 1).

Zawartość siarki w podłożu, w którym uprawiano jarmuż, wahała się od 224 do 370  $\text{mg S-SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ , a w podłożu po selerze od 160 do 600  $\text{mg S-SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Zawartość chloru była znacznie mniejsza i wynosiła od 50  $\text{mg Cl} \cdot \text{dm}^{-3}$  (jarmuż) oraz od 20 do 120  $\text{mg Cl} \cdot \text{dm}^{-3}$  (seler) (tab. 1). Wyniki te jednoznacznie wskazują na większe

Tabela 1. Zawartość N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, K, S-SO<sub>4</sub>, Cl (mg dm<sup>-3</sup>) oraz wartości pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> i EC (mS cm<sup>-1</sup>) w podłożu jarmużu i selera naciowego w zależności od rodzaju nawozu potasowego i dawek węgla wapnia

Table 1. N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, K, S-SO<sub>4</sub>, Cl content (mgdm<sup>-3</sup>), pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> and EC (mScm<sup>-1</sup>) in substrate of curly kale and stalk celery dependent potassium fertilizer kind and calcium dose

Rodzaj nawozu potasowego Kind potassium fertilizer A	Dawka CaCO <sub>3</sub> (gdm <sup>-3</sup> ) B	N-NH <sub>4</sub>		N-NO <sub>3</sub>		K		S-SO <sub>4</sub>		Cl		pH		mS·cm <sup>-1</sup>	
		Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery
KCl	5,0	27	204	26	164	131	449	250	400	75	150	4,99	5,06	1,20	1,00
	10,0	108	208	22	210	253	425	224	474	60	190	5,59	5,36	1,50	1,10
	15,0	40	215	34	282	193	354	250	474	50	100	5,93	5,85	1,11	1,20
$\bar{x}$	57	209	27	218	192	409	241	449	449	62	147	4,99-5,93	5,06-5,85	1,26	1,10
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,0	49	33	57	194	168	268	300	600	50	50	5,42	4,98	1,20	1,01
	10,0	41	32	58	196	262	227	274	550	70	30	5,54	5,53	1,30	1,00
	15,0	35	82	37	88	184	208	370	574	70	20	5,97	5,77	1,30	1,20
$\bar{x}$	42	49	51	159	204	234	234	315	575	63	33	5,42-5,97	4,98-5,77	1,26	1,06
KNO <sub>3</sub>	5,0	48	193	99	443	233	344	224	160	50	20	5,31	5,21	1,10	1,30
	10,0	39	137	95	208	272	336	224	350	50	40	5,80	5,59	1,10	1,00
	15,0	35	149	99	231	209	264	274	374	70	20	6,07	5,78	0,80	1,10
$\bar{x}$	40	160	98	294	238	314	314	241	296	57	27	5,31-6,07	5,21-5,78	1,10	1,10
$\bar{x}$ dla CaCO <sub>3</sub>	5,0	41	143	61	267	178	353	258	387	58	73	4,99-5,42	4,98-5,21	1,16	1,10
	10,0	63	126	58	204	262	332	240	458	60	87	5,54-5,80	5,36-5,59	1,30	1,03
	15,0	37	149	57	200	195	276	298	474	63	47	5,93-6,07	5,77-5,85	1,06	1,16
$\bar{x}$ ogólna/total	46	139	59	224	211	319	319	266	440	61	69			1,16	1,08
NIR <sub>0,05</sub>	A	9	6	22	23	35	34	24	27	r.n.	22			0,08	r.n.
	B	9	6	22	23	35	34	24	27	r.n.	22			0,08	r.n.
	AB	21	21	52	56	r.n.	r.n.	57	65	r.n.	22			0,08	r.n.

r.n. – różnice nieistotne/ns. – no significant

Tabela 2. Masa roślin, zawartość witaminy C, białka i suchej masy w jarmuzu i selerze naciowym w zależności od rodzaju nawozu potasowego oraz dawki węglanu wapnia

Table 2. Plant mass, vitamin C, protein, dry mass content of curly kale and stalk celery dependent potassium fertilizer kind and calcium dose

Rodzaj nawozu potasowego Kind potassium fertilizer A	Dawka Dose CaCO <sub>3</sub> gdm <sup>-3</sup> B	Masa/Mass g·roślin <sup>-1</sup> /g per plant		Witamina C/Vitamin C (mg·100 g św.m <sup>-1</sup> /fr.m.)		Sucha masa/Dry mass %		Białko/Protein %	
		Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery	Jarmuż Curly kale	Seler Stalk celery
KCl	5,0	207	124	131,71	19,99	14,00	20,40	27,50	22,06
	10,0	200	141	164,62	17,64	11,66	20,45	27,81	21,56
	15,0	173	189	152,88	22,34	12,69	20,07	28,12	21,87
$\bar{x}$		194	151	149,73	19,99	12,78	20,30	27,81	21,75
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,0	155	150	150,50	32,92	13,33	21,59	25,31	22,50
	10,0	157	153	164,62	37,63	11,32	19,70	24,37	20,00
	15,0	171	187	164,62	36,45	13,62	19,72	28,25	20,33
$\bar{x}$		161	163	159,91	35,66	12,75	20,33	25,93	21,72
KNO <sub>3</sub>	5,0	143	140	221,00	38,80	12,93	19,30	30,00	23,81
	10,0	154	161	188,16	39,98	12,39	20,20	31,87	27,87
	15,0	148	181	164,62	34,10	12,07	21,08	32,00	27,50
$\bar{x}$		148	160	191,26	37,62	12,46	20,19	31,25	26,37
$\bar{x}$ dla CaCO <sub>3</sub>	5,0	168	138	167,73	30,57	13,42	20,43	27,60	22,79
	10,0	170	152	172,46	31,75	11,79	20,11	28,01	23,14
	15,0	164	186	160,70	30,96	12,79	20,29	29,45	23,23
$\bar{x}$ ogólna/total		168	158	166,96	31,09	12,67	20,27	28,33	23,28
NIR <sub>0,05</sub> dla	A	28,00	r.n.	4,20	4,39	0,01	r.n.	1,04	0,21
	B	r.n.	15,00	4,20	r.n.	0,01	r.n.	1,04	0,21
	AB	r.n.	r.n.	10,00	10,45	0,02	0,56	r.n.	0,50

r.n. – różnice nieistotne/ns. – no significant

zapotrzebowanie na siarkę i chlor jarmużu niż salera naciowego. Jednocześnie należy podkreślić brak zależności pomiędzy zawartością chloru i siarki a stężeniem soli w podłożach. Wykazano istotnie większą zawartość siarki w obydwu podłożach po zastosowaniu  $K_2SO_4$  niż po zastosowaniu chlorku potasu i saletry potasowej, zaś chloru stwierdzono istotnie więcej tylko w podłożu selera po zastosowaniu KCl niż pozostałych nawozów. Zależności dotyczące zawartości siarki i chloru po zastosowaniu  $K_2SO_4$  i KCl zostały potwierdzone w innych badaniach [Michałojć 1997, Nurzyński i in. 2001, Dzida 2004, Isidora i in. 2008].

W niniejszych badaniach zastosowano trzy dawki węgla wapnia. Początkowa wartość pH użytego w badaniach torfu wynosiła 5,6. W doświadczeniu z jarmużem odczyn pH podłoża wynosił od 4,99 do 6,07, a w doświadczeniu z selerem od 4,98 do 5,85. Stwierdzono wpływ dawek wapnia oraz nawozów potasowych na odczyn podłoża. Wzrost wartości pH w podłożu wykazano wraz ze wzrostem dawki wapnia (tab. 1). Ponadto wykazano najmniejszą wartość pH podłoża (4,98 i 4,99) w kombinacji po zastosowaniu  $K_2SO_4$  (seler) i KCl (jarmuż) oraz najmniejszej dawki wapnia.

Wyniki dotyczące wpływu rodzaju nawozu potasowego na masę roślin zamieszczono w tabeli 2. Średnia masa roślin jarmużu wynosiła 194, 161 i 148 g, odpowiednio po zastosowaniu KCl,  $K_2SO_4$  i  $KNO_3$ . Największą masę jarmużu otrzymano w kombinacjach nawożonych chlorkiem potasu, natomiast najmniejszą po zastosowaniu saletry potasowej. Odmiennie na zastosowane nawozy potasowe zareagował seler. Odnotowano brak istotnych różnic w plonie, aczkolwiek najmniejszą masę części nadziemnych ( $151 \text{ g} \cdot \text{roślina}^{-1}$ ) stwierdzono po zastosowaniu chlorku potasu, a największą po zastosowaniu siarczanu potasu ( $163 \text{ g} \cdot \text{roślina}^{-1}$ ). Należy podkreślić odmienną reakcję badanych roślin na chlorek potasu. Borowski i in. [2000] nie wykazali wpływu rodzaju nawozu potasowego na plonowanie pomidora szklarniowego, Michałojć [1997] na plonowanie grochu, a Jarosz i Dzida [2006] sałaty. Stępień i in. [2005] odnotowali natomiast wyższe plony ziemniaków, jęczmienia i kończyny czerwonej po zastosowaniu nawozu potasowego siarczanowego w porównaniu z chlorkowym.

Uwagę zwraca brak wpływu wzrastających dawek wapnia na masę roślin jarmużu oraz istotny wzrost masy części nadziemnych selera naciowego wraz ze wzrostem dawki wapnia (tab. 2). Stymulujące działanie zwiększonej dawki wapnia na plonowanie pomidora szklarniowego odnotowały Wińska-Krysiak i Łata [2007].

Zastosowane nawozy potasowe istotnie oddziaływały na zawartość witaminy C w częściach nadziemnych roślin (tab. 2). Największą zawartość tej witaminy stwierdzono w świeżej masie jarmużu i selera naciowego po zastosowaniu saletry potasowej, najmniejszą po zastosowaniu chlorku potasu. W badaniach Nurzyńskiego i in. [2001] większą zawartość witaminy C w papryce odnotowano również po zastosowaniu  $KNO_3$ .

Zróżnicowane dawki wapnia nie miały istotnego wpływu na zawartość witaminy C w selerze, natomiast w jarmużu stwierdzono największą zawartość tego związku po zastosowaniu  $10 \text{ g CaCO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$  podłoża. Zmiany zawartości witaminy C w roślinach buraka liściowego pod wpływem dawek wapnia wykazują badania Dzidy i Jarosza [2010]. Natomiast Perucka i Materska [2004] nie odnotowały wpływu jonów wapnia na zawartość witaminy C w papryce ostrej.

Zawartość suchej masy w jarmużu wahała się od 12,46 do 12,78%, a w selerze od 20,19 do 20,33%. Nie stwierdzono istotnego wpływu rodzaju zastosowanych nawozów potasowych na zawartość suchej masy w obydwu gatunkach roślin (tab. 2). Spadek za-

wartości suchej masy odnotowali w swoich badaniach Dzida i Jarosz [2010] przy zastosowaniu wyższych dawek węglanu wapnia.

Zawartość białka w jarmużu wynosiła od 25,31 do 31,87%. Stwierdzono istotnie więcej tego związku po zastosowaniu saletry potasowej w porównaniu z dwoma pozostałymi nawozami. Zawartość białka w selerze była nieco mniejsza, niemniej, podobnie jak w jarmużu, największą jego zawartość stwierdzono po zastosowaniu saletry potasowej (tab. 2). Większa dawka węglanu wapnia powodowała wzrost zawartości białka w suchej masie roślin. Zależność tę potwierdzają Dzida i Jarosz [2010].

#### WNIOSKI

1. Istotnie większe stężenie soli odnotowano w podłożu, w którym uprawiano jarmuż po zastosowaniu chlorku i siarczanu potasu niż saletry potasowej oraz mniejszych dawek węglanu wapnia. W podłożu z uprawy selera naciowego zależności tych nie potwierdzono.

2. Stwierdzono istotny wpływ rodzaju nawozu potasowego na masę roślin. Największą masą odznaczały się rośliny jarmużu po zastosowaniu KCl, natomiast selera naciowego po zastosowaniu  $K_2SO_4$ .

3. Wzrastające dawki węglanu wapnia korzystnie wpływały na wielkość plonu oraz zawartość białka w obydwu badanych gatunkach roślin.

4. Największą zawartość witaminy C stwierdzono w świeżej masie jarmużu i selera naciowego po zastosowaniu saletry potasowej, najmniejszą po użyciu chlorku potasu.

#### PIŚMIENNICTWO

- Borowski E., Nurzyński J., Michałojć Z., 2000. Reaction of glasshouse tomato on potassium fertilization on various substrates. *Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura* 8, 1–9.
- Dzida K., 2004. Wpływ nawożenia azotowo potasowego na plonowanie buraka liściowego (*Beta vulgaris* var. *cicla*) i zawartość składników w podłożu. *Rocz. AR Pozn.* 156, *Ogrodnictwo* 37, 55–60.
- Dzida K., Jarosz Z., 2010. Effect of calcium carbonate and differentiated nitrogen fertilization upon the yield and chemical composition of spinach beet. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus* 9(3), 201–210.
- Isidora R., Pavlovic M., Sala F., Adina B., 2008. Potassium fertilization influence upon vegetables yield quality and soil fertility protection. *Res. J. Agric. Sci.* 40(2), 147–152.
- Jarosz Z., Dzida K., 2006. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na plonowanie i skład chemiczny sałaty. *Acta Agroph.* 7(3), 591–597.
- Jarosz Z., 2006. Effect of different types of potassium fertilization on the yielding of greenhouse tomatoes grown in various substrates. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 5(1), 3–9.
- Lester G.E., Jifon J.J., Makus D.J., 2010. Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: A condensed and concise review of the literature. *Better Crops* 94(1), 18–21.
- Michałojć Z., 1997. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowo-potasowego na plon i skład chemiczny grochu. *Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura* 5, 181–187.
- Nurzyńska-Wierdak R., 2006. Plon oraz skład chemiczny liści rokiety i kalarepy z zależności od nawożenia azotowo-potasowego. *Rozpr. Nauk. AR w Lublinie*, 307.

- Nurzyński J., 1999. Nawożenie a skład chemiczny warzyw. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 466, 31–40.
- Nurzyński J., 2008. Nawożenie roślin ogrodniczych. Wydaw. AR w Lublinie.
- Nurzyński J., Michałojć Z., Nowak L., 2001. Wpływ nawożenia potasowego na plon i skład chemiczny papryki. Zesz. Nauk. ATR Bydg. Rol. 234(46), 99–103.
- Perucka I., Materska M., 2004. Wpływ  $\text{Ca}^{2+}$  na zawartość witaminy C, prowitaminy A i ksantofili w owocach wybranych odmian papryki ostrej. Annales UMCS, sec. E, Agricultura 59, 4, 1933–1939.
- PN-A-0419: 1998. Produkty spożywcze – Oznaczanie witaminy C (Ford products – determination of vitamin C content; Polish norms).
- Stępień W., Mercik S., Sosulski T., 2005. Wpływ formy nawozu potasowego i sposobu nawożenia na plon i jakość roślin. Naw. Nawoż. 3(24), 401–408.
- Syers K.J., 2005. Soil and plant potassium in agriculture a review. Naw. Nawoż. 3(24), 9–36.
- Szymańska M., 1988. Wpływ wysokich dawek chlorków lub siarczanów na plon i metabolizm azotowy roślin w warunkach zróżnicowanego żywienia mineralnego. Rozpr. Hab. AR w Lublinie.
- Wińska-Krysiak M., Łata B., 2007. Wpływ zróżnicowanego nawożenia wapniem na plonowanie pomidora odmiany 'Geronimo F<sub>1</sub>' i linii DRW 7428F<sub>1</sub> (typ Cunero), uprawianych na welnie mineralnej. Roczn. AR. Pozn. 183, Ogrodnictwo 41, 661–666.

**Summary.** A greenhouse experiment was carried out to analyse the effect of the type of potassium fertilizer ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ , KCl,  $\text{KNO}_3$ ) in relation to three rates of calcium carbonate (5, 10 and 15 g  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ ) on salt concentration in the medium, productivity, and the biological value of yield of kale and stalk celery. The study found significantly higher salt concentration in the medium in which kale was grown after the application of potassium chloride and sulphate than after the application of potassium nitrate and lower rates of calcium carbonate. These relationships were not confirmed for the medium in which stalk celery was grown. The type of potassium fertilizer was shown to have a significant effect on plant weight. Kale plants were characterized by the highest weight after the application of KCl, while in the case of stalk celery plants after the application of  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Increasing rates of calcium carbonate had a beneficial effect on yield and protein content in both plant species studied. The highest vitamin C content was found in kale fresh weight after the application of potassium nitrate, while the lowest one after the application of potassium chloride. This relationship was also confirmed for stalk celery.

**Key words:** *Apium graveolens* L. var. *dulce* Mill., *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, potassium fertilizer, calcium carbohydrate, yield, salinity, vitamin C