ZESZYTY PROBLEMOWE POSTĘPÓW NAUK ROLNICZYCH 2004 z. 502: 649–657

ZAWARTOŚĆ NIEKTÓRYCH MIKROELEMENTÓW W SZPINAKU NOWOZELANDZKIM W WARUNKACH ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM

Janina Suchorska-Orłowska [1], *Dorota Jadczak* [2]

[1] Katedra Chemii Ogólnej, Akademia Rolnicza w Szczecinie
[2] Katedra Warzywnictwa, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Spośród wielu czynników wpływających na wartość biologiczną szpinaku, ważną rolę odgrywa nawożenie. W uprawie szpinaku optymalne dawki azotu mogą stymulować właściwe pobieranie wielu pierwiastków [SUCHORSKA-ORŁOWSKA, MACIEJEWSKA 1995; SUCHORSKA-ORŁOWSKA 1998]. Niektóre z nich, jak na przykład miedź, cynk czy mangan są składnikami enzymów i białek, które biorą udział w wielu procesach metabolicznych [JASIEWICZ 1994; PROŚBA-BIAŁCZYK i in. 2000]. Jednostronne i nadmierne nawożenie azotowe oraz potasowe sprzyja niekorzystnym zmianom zawartości tych mikroelementów w glebie i roślinach [JURKOWSKA 1984]. Zawartość pierwiastków w warzywach zmienia się również w zależności od gatunku, odmiany, fazy rozwojowej i części badanej rośliny, warunków klimatycznych i zasobności gleby [AYDIN i in. 1999; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999], a także nawożenia [MARSKA 1994; WOŹNIAK i in. 1997; SUCHORSKA-ORŁOWSKA, MACIEJEWSKA 2000].

W dostępnej literaturze brakuje prac dotyczących zawartości mikroelementów w szpinaku nowozelandzkim.

Celem badań była ocena wpływu zróżnicowanych dawek saletry amonowej zastosowanej na tle jednakowej dawki potasu na zawartość miedzi, cynku i manganu w szpinaku nowozelandzkim, roślinie dotychczas w Polsce mało popularnej i w niewielkim jeszcze stopniu zbadanej pod względem jej wartości odżywczej.

Materiał i metody

Badania prowadzono w latach 2000–2002 w Zakładzie Doświadczalnym Katedry Warzywnictwa Akademii Rolniczej w Szczecinie. W doświadczeniu, w którym zastosowano jednakową dawkę potasu w postaci K_2SO_4 – 250 kg $K \cdot ha^{-1}$, uwzględniono następujące nawożenie azotowe (trzy powtórzenia):

1. obiekt kontrolny – bez nawożenia saletrą amonową
2. saletra amonowa – 100 kg $N \cdot ha^{-1}$
3. saletra amonowa – 150 kg $N \cdot ha^{-1}$
4. saletra amonowa – 200 kg $N \cdot ha^{-1}$

Siarczan(VI) potasu stosowano w dawce jednorazowej w każdym roku doświadczenia przed wysadzeniem rozsady szpinaku nowozelandzkiego w rozstawie 60 x 60 cm (maj). Saletrę amonową podzielono na trzy równe dawki, stosując pierwszą przed wysadzeniem rozsady, drugą – po pierwszym zbiorze, a trzecią po drugim zbiorze. Pielęgnacja szpinaku nowozelandzkiego polegała na motyczeniu i odchwaszczaniu w połączeniu ze spulchnieniem ręcznym międzyrzędzi.

Zbioru szpinaku dokonano trzykrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego. W czasie każdego sprzętu pobrano średnie próbki roślin, które dzielono na liście i łodygi. W suchej masie roślin po zmineralizowaniu w mieszaninie HNO_3 i $HClO_4$ oznaczono całkowitą zawartość miedzi, cynku i manganu. Pomiary tych mikroelementów w roztworze wykonano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) za pomocą spektrometru SOLAAR Seria S.

Uzyskane wyniki były weryfikowane statystycznie na podstawie testu Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Dane dotyczące wpływu nawożenia azotowego na plon szpinaku nowozelandzkiego przedstawiono we wcześniejszej pracy [SUCHORSKA-ORŁOWSKA i in. 2004].

Wyniki i dyskusja

W przeprowadzonym doświadczeniu oceniano reakcję testowanej rośliny na zastosowane zmienne dawki saletry amonowej. We wszystkich latach badań liście szpinaku nowozelandzkiego charakteryzowały się mniejszą zawartością miedzi, aniżeli łodygi (tab. 1, 2). W badaniach TYKSIŃSKIEGO i in. [1993] średni poziom tego pierwiastka w roślinach liściowych wynosił 1,0–8,2 $mg \cdot kg^{-1}$, zaś według KABATY-PENDIAS i PENDIASA [1999] winien kształtować się w granicach od 6,0 do 8,0 $mg \cdot kg^{-1}$. Natomiast BREŚ [1998] w swojej pracy wykazał, że w warzywach uprawianych w ogrodach działkowych Poznania średnia zawartość miedzi wynosiła 20 $mg \cdot kg^{-1}$. W warunkach niniejszego doświadczenia zawartość miedzi w częściach nadziemnych, niezależnie od nawożenia wahała się w zakresie od 4,9 do 15,0 $mg \cdot kg^{-1}$ (w liściach) i od 5,8 do 31,8 $mg \cdot kg^{-1}$ (w łodygach), co wskazuje, że rośliny były optymalnie zaopatrzone w ten mikroelement.

Rozpatrując średnią z trzech lat, stwierdzić można, że w stosunku do obiektu bez nawożenia azotowego, zawartość miedzi w liściach szpinaku nowozelandzkiego zebranego ze wszystkich obiektów nawożonych saletrą amonową była mniejsza. Podobną zależność stwierdzono w łodygach tej rośliny tylko w dwóch pierwszych latach doświadczenia. Natomiast w trzecim roku badań odnotowano w łodygach szpinaku zależność odwrotną, o czym zadecydował trzeci termin zbioru próbek (24.09.). Warunki pogodowe w okresie wzrostu rośliny pomiędzy drugim i trzecim terminem zbioru charakteryzowały się w tym roku wyjątkowo małą ilością opadów i wysoką temperaturą (suma opadów od 39,8 do 41,0 mm, temperatura od 17,9°C do 19,9°C). Potwierdzeniem takiej zależności są wyniki trzyletnich badań KRUCZKA [1992], który stwierdził, że zróżnicowany układ warunków pogodowych w uprawie roślin może spowodować w nich większą zmienność zawartości miedzi.

Wzrastające dawki azotu (100, 150, 200 kg $N \cdot ha^{-1}$) nie wpłynęły w sposób istotny na zmiany zawartości miedzi w liściach i łodygach badanej rośliny. RONAGHI i in. [2002] stwierdzili natomiast, iż zawartość miedzi w szpinaku zwyczajnym ulegała podwyższeniu pod wpływem rosnących dawek azotu.

Tabela 1; Table 1

Zawartość miedzi w liściach szpinaku nowozelandzkiego (mg·kg^{-1} s.m.)
Content of copper in leaves of New Zealand spinach (mg·kg^{-1} DM)

Dawki N Doses of N (kg·ha^{-1})	2000				2001				2002				2000–2002 średnia; mean			
	07.07.	14.08.	25.09.	$\bar{x}$	09.07.	14.08.	24.09.	$\bar{x}$	09.07.	14.08.	24.09.	$\bar{x}$	07. i 09.07.	14.08	24 i 25.09.	$\bar{x}$
0	11,7	11,5	9,7	11,0	10,6	12,7	5,1	9,5	9,2	7,5	7,7	8,1	10,5	10,6	7,5	9,5
100	8,5	6,4	8,9	7,9	10,2	10,3	4,9	8,4	6,8	6,6	10,1	7,8	8,5	7,8	8,0	8,1
150	8,3	6,5	9,0	7,9	9,7	15,0	6,1	10,3	6,2	7,0	10,6	7,9	8,1	9,5	8,6	8,7
200	10,2	6,8	7,6	8,2	8,8	12,0	5,4	8,7	6,6	7,0	10,1	7,9	8,6	8,6	7,7	8,3
$\bar{x}$	9,7	7,8	8,8	8,7	9,8	12,5	5,4	9,2	7,2	7,0	9,6	7,9	8,9	9,1	7,9	8,6
$NIR_{0,05}$; $LSD_{0,05}$	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.		r.n.; n.s.	2,34	r.n.; n.s.		r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.					

Tabela 2; Table 2

Zawartość miedzi w łodygach szpinaku nowozelandzkiego (mg·kg^{-1} s.m)
Content of copper in stalks of New Zealand spinach (mg·kg^{-1} DM)

Dawki N Doses of N (kg ha^{-1})	2000				2001				2002				2000–2002 średnia; mean			
	07.07.	14.08.	25.09.	$\bar{x}$	09.07.	14.08.	24.09.	$\bar{x}$	09.07.	14.08.	24.09.	$\bar{x}$	07. i 09.07.	14.08.	24 i 25.09.	$\bar{x}$
0	11,6	10,9	9,9	10,8	11,9	11,8	6,7	10,1	7,7	7,5	8,4	7,9	10,4	10,1	8,3	9,6
100	10,5	8,1	8,3	9,0	11,1	10,4	5,8	9,1	6,6	12,3	31,8	16,9	9,4	10,3	15,3	11,7
150	9,0	9,1	7,5	8,5	9,8	13,2	7,0	10,0	6,3	6,6	28,8	13,9	8,4	9,6	14,4	10,8
200	7,4	6,3	9,1	7,6	9,6	10,5	7,6	9,2	7,5	6,7	31,8	15,3	8,2	7,8	16,2	10,7
$\bar{x}$	9,6	8,6	8,7	9,0	10,6	11,5	6,8	9,6	7,0	8,3	25,2	13,5	9,1	9,5	13,6	10,7
$NIR_{0,05}$; $LSD_{0,05}$	1,05	1,85	r.n.; n.s.		r.n.; n.s.	1,23	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	4,44	r.n.; n.s.					

Rozpatrując poszczególne terminy zbioru szpinaku (średnia z trzech lat) stwierdzono, że liście z drugiego terminu poboru prób cechowały się największym poziomem tego pierwiastka, a z terminu trzeciego – najmniejszym. W łodygach szpinaku nowozelandzkiego z pierwszego i drugiego terminu zbioru zawartość miedzi była prawie na tym samym poziomie, a w trzecim terminie zbioru stwierdzono w tej części roślin o 49,0% więcej tego mikroelementu niż w terminie pierwszym.

Przeprowadzone badania wykazały, że średnia zawartość zarówno cynku jak i manganu była znacznie większa w liściach szpinaku nowozelandzkiego aniżeli w łodygach (tab. 3, 4, 5, 6). Zjawisko to szczególnie silnie uwidoczniło się w przypadku manganu, gdzie średni poziom tego pierwiastka w liściach był 2,7 razy większy.

Nawożenie azotowe przyczyniło się do wzrostu zawartości cynku w łodygach badanej rośliny (średnia z trzech lat), natomiast w liściach odnotowano efekt odmienny. Zastosowanie wzrastających dawek saletry amonowej nie wpłynęło na istotne zmiany poziomu cynku w liściach szpinaku. Dawka 200 kg $N \cdot ha^{-1}$ podwyższyła, w największym stopniu (o 16,9% – średnia z trzech lat), a dawka 150 kg $N \cdot ha^{-1}$ w najmniejszym (o 2,1%) poziom tego pierwiastka w łodygach (w stosunku do obiektu bez nawożenia azotem). RONAGHI i in. [2002] stwierdzili w swojej pracy zwiększenie ilości cynku w szpinaku zwyczajnym pod wpływem wzrastających dawek nawożenia azotowego, co w niniejszym doświadczeniu nie znalazło potwierdzenia. Według CARRANCA i in. [2000] natomiast, którzy stosowali azot w dawkach: 30, 60, 90 i 120 kg $N \cdot ha^{-1}$, zmiany zawartości cynku w roślinie były modyfikowane w sposób nieukierunkowany.

Średnia z trzech lat zawartość cynku, wynosząca w liściach od 66,3 do 68,9 $mg \cdot kg^{-1}$ a w łodygach od 40,4 do 47,1 $mg \cdot kg^{-1}$ kształtowała się w granicach optymalnych, które zdaniem TYKSIŃSKIEGO i in. [1993] winny wynosić około 50 $mg \cdot kg^{-1}$ s.m. Ponadto niezależnie od dawki azotu, najwyższą zawartość cynku (średnia z czterech obiektów) stwierdzono w liściach szpinaku zebranego w pierwszym terminie, a w łodygach w terminie trzecim.

W przypadku manganu stwierdzono, iż w stosunku do obiektu kontrolnego zarówno liście jak i łodygi charakteryzowały się średnio większą ilością tego pierwiastka na obiektach nawożonych saletrą amonową.

Stosowane nawożenie azotowe powodowało systematyczny wzrost zawartości manganu w plonach szpinaku, przy czym większe różnice w tym zakresie stwierdzono w liściach. Poziom manganu w liściach i łodygach badanej rośliny był największy w trzecim terminie zbioru.

Jak wskazują dane zawarte w tabelach 5 i 6, średni poziom manganu z trzech lat badań na poszczególnych obiektach nawozowych wahał się w liściach od 135,8 do 167,8 $mg \cdot kg^{-1}$ s.m, natomiast w łodygach kształtował się w zakresie od 46,9 do 63,4 $mg \cdot kg^{-1}$ s.m. Wyniki te potwierdzają wcześniejsze badania prowadzone ze szpinakiem zwyczajnym SUCHORSKIEJ-ORŁOWSKIEJ i MACIEJEWSKIEJ [1995].

W podsumowaniu można stwierdzić, że zawartość wszystkich analizowanych mikroelementów w szpinaku nowozelandzkim była największa w trzecim roku badań, który cechował się najwyższą temperaturą i najmniejszą sumą opadów.

Tabela 3; Table 3

Zawartość cynku w liściach szpinaku nowozelandzkiego (mg·kg^{-1} s.m)
Content of zinc leaves in stalks of New Zealand spinach (mg·kg^{-1} DM)

Dawki N Doses of N (kg·ha^{-1})	2000				2001				2002				2000–2002 średnia; mean			
	07.07.	14.08.	25.09.	$\bar{x}$	09.07.	14.08.	24.09.	$\bar{x}$	09.07.	14.08.	24.09.	$\bar{x}$	07. i 09.07.	14.08.	24. i 25.09.	$\bar{x}$
0	80,6	61,0	55,2	65,6	81,9	55,7	50,5	62,7	78,1	76,2	80,5	78,3	80,2	64,3	62,1	68,9
100	77,7	58,8	60,0	65,5	70,2	76,0	45,8	64,0	65,5	76,4	66,0	69,3	71,1	70,4	57,3	66,3
150	67,3	60,5	60,6	62,8	68,1	65,3	65,3	66,2	67,8	81,7	74,0	74,5	67,7	69,2	66,6	67,8
200	70,6	60,5	60,9	64,0	76,3	64,7	48,4	63,1	75,0	67,6	86,9	76,5	74,0	64,3	65,4	67,9
$\bar{x}$	74,1	60,2	59,2	64,5	74,1	65,4	52,5	64,0	71,6	75,5	76,9	74,7	73,3	67,1	62,9	67,7
$NIR_{0,05}$; $LSD_{0.05}$	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.		12,25	14,01	13,72		r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.					

Tabela 4; Table 4

Zawartość cynku w łodygach szpinaku nowozelandzkiego (mg·kg^{-1} s.m.)
Content of zinc in stalks of New Zealand spinach (mg·kg^{-1} DM)

Dawki N Doses of N (kg·ha^{-1})	2000				2001				2002				2000–2002 średnia;mean			
	07.07.	14.08.	25.09.	$\bar{x}$	09.07.	14.08.	24.09.	$\bar{x}$	09.07.	14.08.	24.09.	$\bar{x}$	07. i 09.07.	14.08.	24. i 25.09.	$\bar{x}$
0	44,45	37,82	40,35	40,87	43,00	28,45	57,22	42,89	28,35	26,34	57,06	37,25	38,60	30,87	51,54	40,34
100	44,05	32,29	39,21	38,52	74,91	28,12	42,78	48,60	34,26	29,45	79,43	47,71	51,07	29,95	53,81	44,94
150	34,23	29,70	39,18	34,37	66,60	31,55	41,95	46,70	28,89	26,18	72,51	42,53	43,24	29,14	51,21	41,20
200	53,51	36,01	41,57	43,70	61,66	29,42	64,13	51,74	27,02	30,07	80,88	45,99	47,40	31,83	62,19	47,14
$\bar{x}$	44,60	33,95	40,08	39,37	61,60	29,38	51,52	47,48	29,63	28,01	72,47	43,37	45,08	30,45	54,69	43,41
$NIR_{0,05}$; $LSD_{0.05}$	r.n.; n.s.	14,55	r.n.; n.s.		9,84	r.n.; n.s.	4,33		r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.					

Tabela 5; Table 5

Zawartość manganu liściach szpinaku nowozelandzkiego (mg·kg^{-1} s.m.)
Content of manganese in leaves of New Zealand spinach (mg·kg^{-1} DM)

Dawki N Doses of N (kg·ha^{-1})	2000				2001				2002				2000–2002 średnia; mean			
	07.07.	14.08.	25.09.	x̄	09.07.	14.08.	24.09.	x̄	09.07.	14.08.	24.09.	x̄	07. i 09.07	14.08.	24 i 25.09.	x̄
0	102,4	117,4	122,8	114,2	108,9	110,7	75,1	98,2	136,4	243,7	204,6	194,9	115,9	157,3	134,2	135,8
100	106,0	135,3	165,8	135,7	93,1	110,8	102,3	102,2	115,8	254,4	187,8	186,0	105,0	166,8	152,0	141,3
150	110,6	181,4	226,7	172,9	96,1	134,5	171,6	134,1	133,0	182,5	182,5	166,0	113,2	166,1	193,6	157,6
200	117,9	185,3	226,7	176,6	99,9	115,9	167,6	127,8	129,5	251,1	216,1	198,9	115,8	184,1	203,5	167,8
x̄	109,2	154,8	185,5	149,8	99,5	118,0	129,0	115,5	128,7	232,9	197,7	186,4	112,5	168,6	170,8	150,6
$NIR_{0,05}$; $LSD_{0,05}$	3,08	30,73	14,25		14,75	14,88	31,03		r.n.; n.s.	23,60	21,65					

Tabela 6; Table 6

Zawartość manganu w łodygach szpinaku nowozelandzkiego (mg·kg^{-1} s.m.)
Content of manganese in stalks of New Zealand spinach (mg·kg^{-1} DM)

Dawki N Doses of N (kg·ha^{-1})	2000				2001				2002				2000–2002 średnia; mean			
	07.07.	14.08	25.09.	x̄	09.07.	14.08.	24.09.	x̄	09.07.	14.08.	24.09.	x̄	07. i 09.07.	14.08.	24. i 25.09.	x̄
0	30,5	57,8	46,5	45,0	54,7	43,3	25,2	41,1	44,8	48,9	70,4	54,7	43,4	50,0	47,4	46,9
100	27,9	54,0	70,4	50,8	50,5	45,0	43,8	46,4	55,2	50,7	80,1	62,0	44,6	49,9	64,8	53,1
150	29,6	69,7	82,5	60,6	41,3	52,7	91,4	61,8	41,3	61,7	79,2	60,7	37,4	61,3	84,4	61,0
200	35,5	67,4	90,1	64,3	42,3	36,4	89,3	56,0	40,2	78,5	91,1	69,9	39,4	60,8	90,1	63,4
x̄	30,9	62,2	72,4	55,2	47,2	44,4	62,4	51,3	45,4	59,9	80,2	61,8	41,2	55,5	71,7	56,1
$NIR_{0,05}$; $LSD_{0,05}$	r.n.; n.s.	4,98	3,97		3,75	r.n.; n.s.	11,78		r.n.; n.s.	12,28	13,12					

Wnioski

1. Spośród badanych mikroelementów, wzrastające dawki nawożenia azotowego (100, 150, 200 kg N·ha^{-1}) wpłynęły na podwyższenie zawartości jedynie manganu w plonach szpinaku.
2. Liście szpinaku nowozelandzkiego charakteryzowały się większą zawartością cynku i manganu a mniejszą miedzi, aniżeli łodygi tej rośliny.
3. Zawartość miedzi, cynku i manganu w liściach i łodygach szpinaku była zróżnicowana w zależności od terminu zbioru, przy czym w większości przypadków najwięcej analizowanych pierwiastków zawierały rośliny zebrane w trzecim terminie.

Literatura

AYDIN A., TURAN M., DURSUN A., ANAC D. (ed.), MARTIN-PREWEL P. 1999. *Effect of micro-element application on mineral composition and yield of spinach (Spinacia oleracea) grown in soils with different lime contents.* Improved crop quality by nutrient management: 111–114.

BREŚ W. 1998. *Metale ciężkie w warzywach uprawianych w ogrodach działkowych w Poznaniu.* Rocz. AR Poznań, Ogrodn. 27: 33–37.

CARRANCA C., SILVA-AMS DA., BARREIRO JM., FERNANDES ML., GOUSMA MR., VARELA J., DA-SILVA A.M.S. 2000. *Nitrogen nutrition on spinach quality for fresh consumtion and processing.* Agronomia-Lustina 48(1–2): 35–48.

JASIEWICZ CZ. 1994. *Zawartość miedzi w warzywach z ogródków działkowych Krakowa.* Aura 3: 23–25.

JURKOWSKA H. 1984. *Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość miedzi w roślinach.* Praca Kom. Nauk. PTG IV/5, Warszawa. 5–17.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych.* PWN Warszawa, wyd. II: 398 ss.

KRUCZEK G. 1992. *Zawartość mikroelementów w ziarnie zbóż jarych w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem.* Mat. VII Symp. „Mikroelementy w rolnictwie". AR Wrocław 16–17 IX 1992: 186–189.

MARSKA E. 1994. *Wpływ dolomitu na wybrane czynniki decydujące o wartości biologicznej szpinaku w warunkach optymalnego i nadmiernego żywienia azotem.* Biul. Mag. 130(4): 130–134.

PROŚBA-BIAŁCZYK U., SPIAK Z., MYDLARSKI M. 2000. *Wpływ nawożenia na zawartość mikroelementów w buraku cukrowym.* Cz. II. *Cynk.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471: 441–454.

RONAGHI-A., PARVIZI-Y., KARIMIAN-N. 2002. *Effect of nitrogen and manganese on the growth and chemical composition of spinach.* J. Scie. Techn. Agricult. Natural. Resour. 5(4): 71–84.

SUCHORSKA-ORŁOWSKA J. 1998. *Przydatność miału węgla brunatnego i popiołu z węgla brunatnego do produkcji nawozów organiczno-mineralnych stosowanych w uprawie warzyw.* Rozpr. Nauk. AR Szczecin 184: 1–92.

SUCHORSKA-ORŁOWSKA J., MACIEJEWSKA M. 1995. *Wpływ różnych form nawozów azo-*

towych i niekonwencjonalnych źródeł nawożenia organicznego na zawartość niektórych mikroelementów w plonach roślin warzywnych. Nauka praktyce ogrodniczej. Mat. z Ogóln. Konf. Nauk. XXV-lecia Wydz. Ogrodn. w Lublinie. 14–15 IX 1995: 773–777.

SUCHORSKA-ORŁOWSKA J., MACIEJEWSKA M. 2000. *Wpływ nawozu organiczno-mineralnego na zawartość miedzi, cynku, manganu i żelaza roślinach warzywnych.* Zesz. Prob. Post. Nauk. Rol. 471: 787–793.

SUCHORSKA-ORŁOWSKA J., JADCZAK D., MACIEJEWSKA M. 2004. *Wpływ zróżnicowanych dawek nawozu azotu na plon oraz zawartość azotu ogólnego i azotanowego (V) w szpinaku nowozelandzkim.* Folia Univ. Agric. Stetin. Agricult. 239(50): 387–394.

TYKSIŃSKI W., BREŚ W., GOLCZ A., KOMOSA A., KOZIK E., ROSZYK J. 1993. *Zawartość ołowiu kadmu i innych metali ciężkich w warzywach uprawianych na obszarze Poznania.* Instytut Warzywnictwa Skierniewice, Biul. Warz. 40: 27–31.

WOŹNIAK L., HAJDUK E., KUD K. 1997. *Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego NPK na zawartość cynku, manganu i żelaza w runi łąkowej i stosunek zawartości mikroelementów do tych pierwiastków.* Zesz. Nauk AR w Krakowe 319, Rolnictwo 34: 123–139.

Słowa kluczowe: szpinak nowozelandzki, nawożenie azotowe, miedź, cynk, mangan

Streszczenie

W trzyletnim doświadczeniu polowym badano wpływ nawożenia azotem w dawkach 100, 150, 200 kg N·ha^{-1} na zawartość, miedzi, cynku i manganu w liściach i łodygach szpinaku nowozelandzkiego. Saletrę amonową stosowano w trzech terminach: jedną trzecią dawki przed sadzeniem rozsady, natomiast dwie pozostałe po pierwszym i drugim zbiorze.

Z przeprowadzonych badań wynika, że wzrastające nawożenie azotem w największym stopniu wpłynęło na podwyższenie poziomu manganu w roślinie. Liście szpinaku nowozelandzkiego charakteryzowały się większą koncentracją cynku i manganu a mniejszą miedzi, aniżeli łodygi. Ponadto zawartość wszystkich pierwiastków w liściach i łodygach szpinaku była uzależniona od terminu zbioru i lat badań.

CONTENT OF SOME MICROELEMENTS IN THE NEW ZEALAND SPINACH UNDER DIFFERENTIATED NITROGEN FERTILIZATION

Janina Suchorska-Orłowska [1], *Dorota Jadczak* [2]

[1] Department of General Chemistry, Agricultural University, Szczecin

[2] Department of Vegetable Growing, Agricultural University, Szczecin

Key words: New Zealand spinach, nitrogen fertilizing, copper, zinc, manganese

Summary

In a three year field experiment the effect of applied nitrogen fertilization at rates of 100, 150, 200 kg $N \cdot ha^{-1}$ on the content of copper, zinc and manganese in leaves and stems of New Zealand spinach was studied. Every dose of nitrogen used as ammonium nitrate was applied in 3 terms: one third before planting, and other two third's after first and second harvest.

The study showed that increasing doses of nitrogen affected the content of manganese in tested plants. The leaves of New Zealand spinach contained more zinc and manganese and less copper than the stems. Moreover, the contents of all tested elements in both, leaves and stems of New Zealand spinach, depended on term of harvest and year of experiment.

Dr hab. Janina **Suchorska-Orłowska**, prof. AR
Katedra Chemii Ogólnej
Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17
71–434 SZCZECIN
e-mail: janinaorlowska@go.pl