

ZAWARTOŚĆ NIKLU W ROŚLINACH UPRAWNYCH NAWOŻONYCH MĄCZKĄ SERPENTYINITOWĄ (doświadczenia wazonowe i polowe)

Zbigniew Turyna

Instytut Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Mikrobiologii, AR, Wrocław

Niekontrolowane wprowadzenie do gleby metali ciężkich może spowodować ich włączenie w łańcuch pokarmowy: roślina-zwierzę-człowiek i wywołać ujemne skutki, przede wszystkim w dwóch ogniwach tego łańcucha. Nikiel, jako jeden z nich, jest pierwiastkiem rozpowszechnionym w różnych utworach geologicznych, pobierany przez rośliny, a w konsekwencji występuje w organizmach zwierząt i ludzi. W glebach polskich badanych przez różnych autorów [1] zawartość niklu całkowitego wahała się w przedziale 0,2-55,2 ppm, a średnia jego zawartość w roślinach od 0,1 do 10,0 ppm [5].

Większe od innych zawartości niklu wykazują gleby serpentynitowe. Według Webera [12] gleby wytworzone z serpentynitów Dolnego Śląska zawierają w poziomie A_1 od 0,04 do 0,22% Ni (średnio 0,09%), a w poziomie C od 0,24 do 0,51% Ni (średnio 0,31%). Jeszcze większe zawartości niklu w poziomie A_5 profili portugalskich gleb serpentynitowych (średnio 0,27%) znalazł Sequeira [8], a Lyon i inni [6] stwierdzili w nowozelandzkich glebach serpentynitowych od 0,17 do 1,1% Ni, a w popiele roślin rosnących na tych glebach od 96 do 9000 ppm Ni.

W wyniku stwierdzenia stosunkowo wysokich zawartości niklu w glebach serpentynitowych oraz w roślinach z tych gleb zaistniała potrzeba zbadania wpływu nawożenia mączką serpentynitową (źródło magnezu) na zawartość niklu w roślinach uprawnych (w doświadczeniach wazonowych i polowych).

O konieczności przebadania tego wpływu utwierdziły oznaczenia zawartości niklu rozpuszczalnego w 1 n HCl (po uprzednim prażeniu) wykonane w 5 próbach pobranych z warstwy 0-25 cm gleb wytworzonych na serpentynitach z okolic Sobótki oraz w materiale roślinnym z tych gleb. Wyniki przedstawiono w tabeli 1. Zwracają tu uwagę pod-

Tabela 1

Wpływ zawartości niklu w glebach brunatnych właściwych na Dolnym Śląsku
wytworzonych na serpentynitach
na zawartość tego składnika w roślinach uprawnych

Miejscowość	pH _{KCl}	Zawartość w glebie		Roślina	Zawartość	
		Mg rozp. mg/100 g	Ni ppm		Mg %	Ni ppm
Jędrzejowice	5,6	37,8	95,0	porost pastwiskowy	0,35	16,0
				pszenica oz. ziarno	0,14	3,1
				słoma	0,07	1,7
Przemilów	5,3	92,5	160,0	porost pastwiskowy	0,43	19,5
Świątniki	5,2	45,2	155,0	porost łąkowy	0,31	37,0
Tomice	7,1	9,5	25,5	porost łąkowy	0,24	6,3
				pszenica oz. ziarno	0,12	1,0
				słoma	0,06	1,2
Szklary	5,9	66,0	380,0	porost pastwiskowy	0,31	51,0

wyższe, w porównaniu z innymi [5], zawartości niklu w roślinach z łąk i pastwisk (16-51 ppm Ni).

Mączka serpentynitowa (surowa i prażona w 600°C) użyta w doświadczeniach wazonowych i polowych zawierała 0,23% Ni, co odpowiadało średniej jego zawartości stwierdzonej przez Szumlasa [11] w serpentynitach dolnośląskich. Gleby użyte tak w doświadczeniu wazonowym, jak i polowym zawierały 5 ppm Ni całkowitego, a wyjściowy odczyn gleby (w 1 n KCl) w doświadczeniu wazonowym wynosił 4,5, zaś w doświadczeniu polowym pH 3,8.

Ilości niklu wprowadzone do gleby ze wzrastającymi dawkami mączki serpentynitowej wynosiły w doświadczeniu wazonowym 0,5-2 ppm Ni, a w doświadczeniu polowym około 1 ppm Ni.

Doświadczenie wazonowe założone w 1974 r. i prowadzone w latach 1975-1976 dla zbadania działania następczego serpentynitów składało się z 2 serii — niewapnowanej i wapnowanej CaCO₃ w ilości odpowiadającej 1 H_h użytej gleby. Rośliną doświadczalną w 1974 r. i 1976 r. był rajgras włoski, sprzątany parokrotnie, a w 1975 r. owies i gorczyca biała jako poplon po owsie.

W dwóch doświadczeniach polowych założonych w 1974 r. były 3 obiekty: bez wapnowania, z 1,5 t CaO/ha (1/2 H_h) oraz z 1,5 t CaO/ha + +30 t obornika/ha. Badano w nich działanie mączki serpentynitowej (surowej i prażonej w 600°C) zastosowanej w ilości 200 kg Mg/ha.

Oznaczeń zawartości niklu z doświadczeń polowych dokonano w ziarnie owsa oraz kłębach i łętach ziemniaków z 1975 r. oraz w ziarnie i słomie owsa i żyta z 1976 r. Materiał roślinny do oznaczeń zawartości

niklu spopielano w temperaturze 450-500°C, następnie odparowywano do sucha ze stężonym HNO₃, a pozostałość rozpuszczono 1 n HNO₃ w parowniczkach kwarcowych. Pomiaru zawartości niklu dokonano metodą AAS.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki oznaczeń zawartości niklu w materiale roślinnym z doświadczenia wazonowego zestawiono w tabeli 2, a z doświadczeń polowych w tabeli 3. Zwapnowanie gleby w doświadczeniu wazonowym wpłynęło dość wyraźnie, w stosunku do serii niewapnowanej, na obniżenie zawartości niklu w sianie rajgrasu z 1974 r. i na zmniejszenie wahań jego zawartości w sianie z poszczególnych pokosów. Potwierdzają to badania różnych autorów [2-4, 7, 9, 10], którzy poprzez wapnowanie gleb serpentynitowych uzyskiwali efekt ograniczenia toksyczności niklu dla roślin i zmniejszenie jego koncentracji w roślinach.

Zastosowanie mączki serpentynitowej przy braku zróżnicowania spowodowanego formą (surowa, prażona) i dawką wpłynęło, w stosunku do obiektu nawożonego MgSO₄, w niewielkim stopniu na podwyższenie zawartości niklu. Podobny wpływ wapnowania na zawartość niklu zaznaczył się również w plonach siana rajgrasu z 1976 r. (3 rok prowadzenia doświadczeń).

Na tle serii wapnowanej kwaśny odczyn podłoża w serii niewapnowanej wpłynął wyraźnie na podwyższenie zawartości niklu w sianie rajgrasu z 1974 r. i 1976 r. oraz na większe wahania jego zawartości (4-10 ppm Ni) w sianie z poszczególnych pokosów. Zastosowanie mączki serpentynitowej spowodowało w tej serii podwyższenie zawartości niklu w sianie z poszczególnych pokosów o 2-3 ppm. Zaznaczyła się również pewna tendencja do wzrostu zawartości niklu w sianie rajgrasu z 1976 r. zależna od wzrostu dawki mączki serpentynitowej.

Kwaśny odczyn podłoża w serii niewapnowanej spowodował, w stosunku do serii wapnowanej, około 4-krotny wzrost zawartości niklu w ziarnie i około 2-krotny wzrost jego zawartości w słomie owsa z 1975 r. Zastosowanie mączki serpentynitowej spowodowało w tej serii wyraźny przyrost zawartości niklu w ziarnie owsa dochodzący do 5 ppm przy równoczesnym niewielkim jego przyroście w słomie.

Zawartość niklu w częściach nadziemnych gorczycy białej, sprzątniętej w fazie kwitnienia, nie wykazuje prawie żadnego zróżnicowania spowodowanego czy to odczynem podłoża, czy formą nawożenia.

Zawartości niklu w materiale roślinnym z doświadczeń polowych (tab. 3) praktycznie nie różnią się w zależności od nawożenia mączką serpentynitową. Również zwapnowanie gleby silnie kwaśnej (pH 3,8)

Wpływ nawożenia serpentynitami na zawartość niklu

Nawożenie	Dawka Mg w g	1974							średnio
		rajgras włoski							
		pokos							
		I	II	III	IV	V	VI		
									Seria
Mg SO ₄	0,6	3,8	4,6	4,7	4,7	6,8	6,0	5,1	
Serpentynit	0,6	4,2	6,1	6,5	6,1	8,8	7,6	6,6	
surowy	1,2	4,4	6,3	7,1	6,7	10,1	8,6	7,2	
0,3 mm	2,4	4,2	5,8	6,5	6,3	10,6	8,8	7,0	
Serpentynit	0,6	4,1	6,0	6,5	5,8	9,0	8,0	6,6	
prażony	1,2	4,2	5,9	7,2	6,6	9,8	8,5	7,0	
0,3 mm	2,4	4,4	5,5	6,3	5,9	9,7	8,8	6,8	
									Seria
Mg SO ₄	0,6	3,5	3,6	3,5	3,5	3,8	3,6	3,6	
Serpentynit	0,6	4,0	4,4	4,3	4,4	4,8	4,8	4,4	
surowy	1,2	3,7	4,6	4,3	4,3	4,8	4,9	4,4	
0,3 mm	2,4	3,8	4,6	4,2	4,6	5,1	4,9	4,5	
Serpentynit	0,6	3,5	4,2	3,9	4,3	4,9	4,7	4,2	
prażony	1,2	3,6	4,2	3,9	4,1	4,9	4,9	4,2	
0,3 mm	2,4	3,8	4,2	4,1	4,4	5,1	4,9	4,4	

Tabela 2

w roślinach uprawnych — doświadczenia wazonowe (Ni w ppm)

1975			1976							
owies		gorczyca biała	rajgras włoski							
ziarno	słoma	poplon po owsie	pokos							
			I	II	III	IV	V	VI	VII	średnio
niewapnowana										
8,2	2,5	3,7	3,3	6,0	7,4	6,9	6,7	6,9	5,8	6,1
13,2	4,6	3,7	4,8	7,2	8,6	8,2	7,6	8,2	7,0	7,4
13,5	3,9	3,8	5,3	8,4	10,4	9,1	8,2	8,6	7,4	8,2
11,0	3,3	3,9	4,8	9,4	10,7	9,4	9,8	10,2	8,7	9,0
11,9	4,2	3,6	4,7	7,1	8,6	7,8	7,1	7,8	6,5	7,1
11,8	3,4	3,8	4,8	7,9	9,9	8,6	8,2	8,0	7,2	7,8
9,5	2,7	3,9	5,0	8,5	10,2	8,6	9,8	10,0	8,9	8,7
wapnowana										
2,1	1,7	3,2	2,2	3,3	3,6	3,7	4,0	4,9	4,0	3,7
3,2	1,9	3,4	2,7	4,3	5,2	5,3	5,2	5,8	4,8	4,7
2,7	1,8	3,2	2,5	4,0	5,1	5,9	6,0	6,6	5,4	5,1
2,1	2,1	3,1	2,6	3,6	4,8	5,9	5,8	7,6	7,1	5,5
2,9	1,8	3,4	2,7	3,9	5,1	5,3	5,2	5,7	4,8	4,7
2,6	1,7	3,1	2,3	4,0	4,9	5,4	5,9	6,5	5,4	4,9
2,2	1,7	3,1	2,5	3,6	4,8	5,4	6,6	7,5	6,9	5,3

Tabela 3

Wpływ nawożenia serpentynitami na zawartość niklu w roślinach uprawnych — doświadczenia polowe (Ni w ppm)

Nawożenie	Bez CaO				1,5 t CaO/ha				30 t obornika/ha + 1,5 t CaO/ha			
	1975		1976		1975		1976		1975		1976	
	owies	żyto	owies	żyto	owies	żyto	owies	żyto	owies	żyto	owies	żyto
I doświadczenie polowe	ziarno	ziarno	siłoma	siłoma	ziarno	ziarno	siłoma	siłoma	ziarno	ziarno	siłoma	siłoma
	4,2	0,5	0,6	0,6	3,8	0,4	0,3	0,3	2,7	0,6	0,6	0,6
	3,8	0,4	0,5	0,5	3,6	0,4	0,4	0,4	2,8	0,6	0,6	0,6
	4,2	0,4	0,5	0,5	3,6	0,6	0,4	0,4	3,4	0,4	0,6	0,6
Serpentynit prażony	4,8	0,6	0,6	0,6	3,7	0,4	0,5	0,5	3,2	0,5	0,6	0,6
II doświadczenie polowe	ziemiaki		owies		ziemiaki		owies		ziemiaki		owies	
	kłoby	łety	ziarno	siłoma	kłoby	łety	ziarno	siłoma	kłoby	łety	ziarno	siłoma
	0,7	3,6	3,8	1,2	0,7	3,6	2,9	1,3	0,6	3,2	2,7	1,2
	0,8	4,0	3,2	1,0	0,8	3,0	2,6	1,0	0,8	3,0	2,6	1,0
Serpentynit surowy	0,8	4,0	2,3	1,6	0,8	3,0	3,0	1,7	1,0	2,7	2,8	1,3
Serpentynit prażony	0,8	3,6	3,8	1,2	0,8	3,2	3,2	1,2	0,9	3,2	2,6	1,3

dawką odpowiadającą $1/2 H_h$ było prawdopodobnie niewystarczające, by mógł zaznaczyć się wpływ wapnowania na zawartość niklu w roślinach, jak to miało miejsce w doświadczeniu wazonowym.

Wydaje się, że uzyskane wyniki oznaczeń zawartości niklu w roślinach wskazują z jednej strony na konieczność dokładniejszego przebadania roślin uprawnych, pochodzących z gleb wytworzonych z serpentynitów dolnośląskich na zawartość w nich niklu, a z drugiej strony wykazują możliwość zwiększania się zawartości niklu w plonach niektórych roślin uprawnych z gleb kwaśnych nawożonych surowcami zawierającymi nikiel.

LITERATURA

1. Boratyński K., Roszyk E., Ziętecka M.: Roczn. glebozn., 22, 1, 320-324, 1971.
2. Crooke W. M.: Soil Sci., 81, 269-276, 1956.
3. Halstead R. L.: Can. J. Soil Sci., 48, 301-305, 1968.
4. Hunter J. G.: Ann. appl. Biol., 39, 279-284, 1952.
5. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Zesz. probl. Post. Nauk rol. 145, 63-78, 1973.
6. Lyon G. L., Brooks R. R., Peterson P. J., Butler G. W.: N. Z. J. Sci., 13, 1, 133-139, 1970.
7. Mizuno N.: Nature (London), 219, 5160, 1271-1272, 1968.
8. Sequeira E.: Agronomia Lusit., 30, 115-154, 1968.
9. Rune O., Acta Phytogeogr. Suec., 31, 1-135, 1953.
10. Soane B. D., Sauder D. H.: Soil Sci., 88, 322-330, 1959.
11. Szumlas F.: Arch. Miner., 24, 1, 5-116, 1963.
12. Weber J.: Praca doktorska AR, Wrocław, 1978.

3. Турына

СОДЕРЖАНИЕ НИКЕЛЯ В КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЯХ УДОБРЯЕМЫХ СЕРПЕНТИНИТНОЙ МУКОЙ (СОСУДНЫЕ И ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ)

Резюме

В серпентинитной муке, испытываемой в период 1973-1976 гг. в сосудных и полевых опытах, как источника магния для культурных растений, выявлено 0,23% Ni.

Для оценки влияния дополнительных количеств никеля, вводимых с серпентинитной мукой на его содержание в культурных растениях, проводилось определение содержания никеля в разных растениях:

1) растущих на серпентинитных почвах (озимая пшеница, луговой и пастбищный травостой);

2) из сосудных опытов (плевел многоцветковый, овес, белая горчица),

3) из полевых опытов (овес, рожь, картофель).

На основании определений содержания никеля в испытуемом материале установлено следующее:

- 1) довольно высокое содержание никеля (16-51 ppm) в луговой и пастбищной растительности, собранной с образованных из серпентинита почв;
- 2) повышение содержания никеля в растениях неизвесткованной серии сосудного опыта, вызванное удобрением серпентинитной мукой; в сене плевела это повышение составляло в среднем 2-3 ppm, а в зерне овса — около 5 ppm;
- 3) известкование почвы в сосудном опыте дозой, отвечающей 1 Нн, приводило в сравнении с неизвесткованной серией, к четкому снижению содержания никеля в сене плевела и в зерне к соломе овса, а также к сужению колебаний его содержания в сене плевела с отдельных укосов;
- 4) в надземных частях белой горчицы из сосудного опыта и у всех растений из полевых опытов не установлено четкого влияния удобрения серпентинитной мукой на содержание в них никеля;
- 5) заметно высшее некапливание никеля в зерне, чем в соломе овса, что подтвердило данные других авторов о специфической восприимчивости этой культуры к наличию тяжелых металлов в почве.

Z. Turyna

NICKEL CONTENT IN CROPS FERTILIZED
WITH SERPENTINITE MEAL
(POT AND FIELD EXPERIMENTS)

Summary

In the serpentinite meal tested in pot and field experiments in the period 1973-1976, 0.23% Ni was found to be the source of magnesium for crops. To estimate the effect of additional nickel amounts introduced with the serpentinite meal on the content of this element in crops, the nickel content determinations in various crops, viz.:

- 1) growing on serpentinite soil (winter wheat, meadow and pasture sward),
- 2) from pot experiments (Italian ryegrass, oats, white mustard),
- 3) from field experiments (oats, rye, potatoes), were carried out.

On the basis of the nickel content determinations in the plant material tested the following has been stated:

- 1) a rather high nickel content (16-51 ppm) in meadow and pasture vegetation collected from soils developed on serpentinites,
- 2) an increase of the nickel content in plants of the unlimed series of the pot experiment under the effect of fertilization with serpentinite meal; in the Italian ryegrass hay the average increase was by 2-3 ppm, in oat grain. — by about 5 ppm,
- 3) liming of soil in the pot experiment with the rate corresponding with 1Нн led to a distinct drop of the nickel content in the ryegrass hay and the oat grain and straw as well as to a narrowing of fluctuations of its content in the Italian ryegrass hay from particular cuts, as compared with non-limed series,
- 4) in aboveground parts of white mustard from the pot experiment and in all plants from field experiments the fertilization with the serpentinite meal did not exert any distinct effect on the nickel content in them,
- 5) the nickel accumulation was distinctly higher in the grain than in the straw of oats, what confirmed suggestions of various authors [3, 4, 7] concerning the specific sensitiveness of this crop to the presence of some heavy metals in soil.