

WPLYW POZIOMU NAWOŻENIA MINERALNEGO NA ZAWARTOŚĆ W GLEBACH KATIONÓW WYMIENNYCH W WIELOLETNIM DOŚWIADCZENIU LIZYMETRYCZNYM

Stanisław Sykut, Maria Ruszkowska

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wstęp

Badania lizymetryczne prowadzone w IUNG w Puławach od 1977 roku mają na celu określenie bilansu składników pokarmowych roślin w układzie gleba – roślina w zależności od poziomu nawożenia NPK, wapnowania i innych czynników [RUSZKOWSKA i in. 1984a,b].

W badaniach tych szczególną uwagę zwraca się na straty N, P, K, Ca, Mg i innych pierwiastków w procesie wymycia. Z dotychczasowych badań [RUSZKOWSKA i in. 1984ab, 1993ab] wynika, że wymycie stanowi główną część ubytku wapnia z gleby. Ilości wymytego z gleby magnezu również przewyższają pobranie go przez rośliny. W przypadku potasu pobranie przez rośliny wielokrotnie przewyższa wymycie z gleb.

Celem niniejszego doniesienia jest przedstawienie wyników dotyczących wpływu nawożenia i wapnowania na zawartość kationów wymiennych w kompleksie sorpcyjnym gleb po dwudziestu latach trwania doświadczenia.

Materiały i metodyka

Doświadczenie prowadzono w 70 lizymetrach betonowych o powierzchni 1 m² i głębokości 1,35 m z trzema rodzajami gleb: glebą brunatną wytworzoną z piasku, brunatną wytworzoną z lessu oraz płową wytworzoną z gliny. W doświadczeniu uwzględniono 3 poziomy nawożenia NPK, wapnowanie oraz kontrolę ugorowaną. Rośliny uprawiano w czteroletnim cyklu płodozmianowym obejmującym: ziemniak, jęczmień jary, rzepak ozimy oraz pszenicę ozimą. Podstawowa dawka nawożenia dla czteroletnia wynosiła w (kg·ha⁻¹): N – 300, P – 165 i K – 270. Do 1990 roku nawożenie magnezem stosowane było tylko na gleby piaskową i lessową w dawce od 18 kg·ha⁻¹ niezależnie od poziomu nawożenia NPK. Od 1991 roku nawożenie magnezem stosowano na trzy gleby w dawce 18 do 54 kg w zależności od poziomu nawożenia NPK. Raz na cztery lata gleby w lizymetrach (z wyjątkiem obiektów ugorowanych i jednego z trzech obiektów NPK II) wapnowa-

no dawką Ca według 0,25–0,75 wartości kwasowości hydrolitycznej. Każdego roku, po sprzęcie roślin, z każdego poletka pobierano próbki gleby i powszechnie stosowanymi w laboratoriach metodami oznaczano właściwości chemiczne gleb w lizymetrach. Dokładny opis metodyki prowadzenia doświadczenia lizymetrycznego opisano w publikacjach RUSZKOWSKA i in. [1984a,b].

Wyniki badań

Odczyn i kwasowość gleb

pH (oznaczono w roztworze KCl o stężeniu 1 mol·dm⁻³) warstwy ornej wapnowanych gleb w lizymetrach po 20 latach trwania eksperymentu (tab. 1) zawierało się w przedziale 6,3–6,8. W stosunku do wartości wyjściowej z 1977 roku nastąpił wzrost odczynu o 1,4 do 1,7 jednostki dla gleby piaskowej o 1,0 do 1,3 dla gleby gliniastej oraz najmniej bo o 0,6 do 1,0 jednostki pH dla gleby lessowej. Pomijanie wapnowania uprawianych gleb piaskowej i lessowej w obiekcie NPK II spowodowało ich zakwaszenie odpowiednio o 0,9 i 0,8 jednostki pH.

Tabela 1; Table 1

Wskaźniki kwasowości gleb
Soil acidity indices

Obiekt Treat- ment	pH _{KCl}		cmol(+)·kg ⁻¹ gleby; cmol(+)·kg ⁻¹ soil						V ⁴⁾ (%)	
			Hh ¹⁾		S ²⁾		T ³⁾			
	1977	1998	1977	1998	1977	1998	1977	1998	1977	1998
Gleba piaskowa; Sandy soil										
1 *	4,9	6,5	3,1	1,5	3,1	5,8	6,2	7,6	50	79
2		6,6		1,6		6,6		8,2		80
3		4,0		4,3		1,6		5,9		27
4		6,3		2,0		6,3		8,3		76
5		3,9		3,9		1,3		5,2		25
Gleba lessowa; Loess soil										
1	5,8	6,4	1,9	0,9	5,3	8,0	7,2	8,9	74	90
2		6,4		1,2		7,8		9,0		87
3		5,0		3,1		4,3		7,4		58
4		6,8		1,6		7,8		9,4		83
5		5,9		2,1		4,9		7,0		70
Gleba gliniasta; Loamy soil										
1	5,4	6,7	2,1	1,1	6,7	8,3	8,8	9,4	76	88
2		6,6		1,2		8,8		10,0		88
3		5,4		2,8		5,3		8,1		65
4		6,4		1,5		7,4		8,9		83
5		5,1		2,5		4,2		6,7		63

1 * – NPK I+Ca 2 – NPK II+Ca 3 – NPK II 4 – NPK III+Ca 5 – Ugór; Fallow

¹⁾ Kwasowość hydrolityczna; Hydrolytic acidity

²⁾ Suma wymiennych kationów zasadowych; Base cation capacity

³⁾ Całkowita pojemność sorpcyjna; Total cation exchangeable capacity

⁴⁾ Wyciszenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; Base cation saturation

Ugorowanie gleby piaskowej spowodowało spadek wartości pH o jedną jednostkę, gleby gliniastej o 0,3, nie miało natomiast wpływu na pH w 1 mol KCl·dm⁻³ gleby lessowej. Wraz ze zmianą pH gleb następowała też zmiana ich kwasowości hydrolitycznej. Wapnowanie gleb uprawianych spowodowało zmniejszenie Hh o 0,3–1,6 cmol(+)-kg⁻¹ gleby. Kwasowość gleb obiektów NPK II niewapnowanych wzrosła o 0,7–1,2, gleb ugorowanych o 0,2 do 0,8 cmol(+)-kg⁻¹ gleby.

Zawartość kationów wymiennych

Gleby użyte do napełnienia lizymetrów (tab. 2) należące do różnych rodzajów zawierały różne ilości wapnia wymiennego: gleba piaskowa – 2,5, lessowa – 4,2 i gliniasta – 5,5 cmol(+)-kg⁻¹ gleby. Wieloletnie nawożenie gleb połączone z wapnowaniem spowodowało (poza obiektami NPK III gleby gliniastej) wyraźny wzrost koncentracji omawianego jonu w glebach. Największe zubożenie w Ca wymienny stwierdzono dla obiektów uprawianych niewapnowanych i ugorowanych gleb piaskowej i gliniastej, najmniejsze dla lessowej. W prowadzonym doświadczeniu obliczono również bilans wapnia w układzie gleba roślina.

Tabela 2; Table 2

Zawartość kationów wymiennych w glebach cmol(+)-kg⁻¹ gleby
Concentration of exchangeable cations in soils cmol(+)-kg⁻¹ soil

Obiekt Treatment	Ca		Mg		K		Na		Ca:Mg	
	1977	1998	1977	1998	1977	1998	1977	1998	1977	1998
Gleba piaskowa; Sandy soil										
1 *	2,5	5,0	0,15	0,39	0,36	0,28	0,06	0,10	100:6	100:8
2		5,6		0,51		0,35		0,10		100:9
3		1,0		0,30		0,25		0,06		100:30
4		5,2		0,58		0,41		0,10		100:11
5		0,9		0,12		0,21		0,10		100:13
Gleba lessowa; Loess soil										
1	4,2	6,6	0,46	0,77	0,51	0,52	0,06	0,10	100:11	100:12
2		6,5		0,83		0,38		0,10		100:13
3		3,0		0,73		0,49		0,06		100:24
4		6,2		0,94		0,57		0,10		100:15
5		4,0		0,38		0,44		0,10		100:9
Gleba gliniasta; Loamy soil										
1	5,5	7,0	0,74	0,84	0,40	0,40	0,06	0,10	100:13	100:12
2		7,2		1,00		0,49		0,10		100:14
3		3,7		1,10		0,44		0,10		100:30
4		5,6		1,13		0,57		0,13		100:20
5		3,4		0,43		0,36		0,06		100:13

* objaśnienia jak w tabeli 1; explanations see Table 1

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 3 obiekty wapnowane wszystkich gleb, jak również poletka z niewapnowaną glebą lessową, charakteryzowały się dodatnią różnicą bilansową wapnia. Różnica bilansowa jonów wapnia dla poletek

ugorowanych wszystkich gleb i niewapnowanych gleby piaskowej i gliniastej była ujemna.

Wyjściowa zawartość magnezu wymiennego w poziomach próchnicznych gleb w doświadczeniu wynosiła: w glebie piaskowej 0,15; w lessowej 0,46 i w gliniastej 0,74 cmol(+)·kg⁻¹. Dwudziestoletni dodatek magnezu do gleby piaskowej i lessowej oraz siedmioletni do gleby gliniastej spowodował wzbogacenie gleb w magnez wymienny, wykazujące tendencję wzrostową wraz ze wzrostem poziomu nawożenia NPKMg (tab. 2). Dodatni bilans magnezu (tab. 3) zanotowano w obiektach uprawianych gleby piaskowej i lessowej. W pozostałych obiektach był on ujemny. Tendencja wzrostowa zawartości magnezu wymiennego w glebach wraz z poziomem nawożenia NPKMg spowodowała zawężenie stosunku Ca:Mg zwłaszcza w obiektach niewapnowanych wszystkich gleb (tab. 2).

Zastosowane w doświadczeniu lizymetrycznym nawożenie potasowe wraz z pozostawianiem w glebie słomy zbóż i łątów ziemniaków uprawianych w lizymetrach doprowadziło po dwudziestu latach do uzyskania wyrównanego, a nawet dodatniego bilansu potasu lecz tylko w obiektach NPKMg III wszystkich gleb, w pozostałych kombinacjach nawozowych był on nadal ujemny (tab. 3). Po 20-tu latach trwania doświadczenia nastąpiło pewne zróżnicowanie zawartości potasu wymiennego w warstwie ornej gleb wraz ze wzrostem dawki nawozu.

Tabela 3; Table 3

Różnice między przychodem a ubytkiem Ca, Mg i K
w lizymetrach (g·m⁻²) w latach 1978–1998

The balance of Ca, Mg and K income and losses
in the lysimeters (g·m⁻²) years 1978–1998

Obiekt Treat- ment	Ca			Mg			K		
	przy- chód income	rozchód outgoing	różnica diffe- rence	przy- chód income	rozchód outgo- ing	różnica diffe- rence	przy- chód income	roz- chód outgoing	różnica diffe- rence
Gleba piaskowa; Sandy soil									
1 *	404	249	+155	53	33	+20	118	282	-164
2	498	309	+189	73	40	+33	238	320	-82
3	156	277	-121	73	43	+30	238	373	-135
4	611	334	+277	94	43	+51	358	358	0
5	49	463	-414	7	31	-24	5	210	-215
Gleba lessowa; Loess soil									
1	340	142	+198	48	27	+21	118	221	-103
2	466	190	+276	69	49	+20	238	300	-62
3	181	165	+16	69	45	+24	238	309	-71
4	603	231	+372	89	56	+33	358	324	+34
5	49	319	-270	7	55	-48	5	9	-4
Gleba gliniasta; Loamy soil									
1	408	237	+171	32	88	-56	117	240	-123
2	528	235	+293	54	89	-35	238	300	-62
3	211	226	-15	54	83	-29	238	306	-68
4	669	288	+381	75	108	-33	358	331	+27
5	49	461	-412	7	153	-146	5	8	-3

Gleba piaskowa wykazywała (poza obiektami NPKMg III) zubożenie w potas wymienny, w obiektach niewapnowanych oraz ugorowanych nawet o ponad 30% w stosunku do stanu wyjściowego. W obiektach uprawianych pozostałych gleb na ogół obserwowano wzrost ilości potasu wymiennego w warstwie ornej.

Podsumowanie

1. Nawożenie NPKMg gleb obsiewanych połączone z wapnowaniem wpłynęło na poprawę ich właściwości chemicznych poprzez zwiększenie pH, zmniejszenie kwasowości hydrolitycznej oraz poprawę zasobności w wymienne jony wapnia i magnezu.
2. Pomijanie wapnowania gleb uprawianych oraz ich ugorowanie spowodowało zakwaszenie jak również znaczne ich zubożenie w wymienne jony wapnia.
3. Ugorowanie gleb zmniejszyło również zawartość wymiennych jonów magnezu i potasu zwłaszcza w glebie piaskowej.

Literatura

RUSZKOWSKA M., RĘBOWSKA Z., SYKUT S., KUSIO M. 1984a. *Bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym (1977–1981). Cz. I. Bilans azotu, fosforu i potasu*. Pam. Puł. 82: 7–28.

RUSZKOWSKA M., WARCHOŁOWA M., RĘBOWSKA Z., SYKUT S. 1984b. *Bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym (1977–1981). Cz. II. Bilans wapnia, magnezu i siarki*. Pam. Puł. 82: 29–50.

RUSZKOWSKA M., RĘBOWSKA Z., SYKUT S., KUSIO M. 1993a. *Bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym (1985–1989). Cz. I. Bilans azotu, fosforu i potasu*. Pam. Puł. 103: 57–78.

RUSZKOWSKA M., SYKUT S., RĘBOWSKA Z., KUSIO M. 1993b. *Bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym (1985–1989). Cz. II. Bilans wapnia, magnezu i siarki*. Pam. Puł. 103: 79–98.

Słowa kluczowe: lizymetr, nawożenie, wapnowanie, kationy wymienne, kwasowość hydrolityczna

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki 20-letniego doświadczenia lizymetrycznego, prowadzonego na trzech glebach: brunatnej wytworzonej z piasku, brunatnej wytworzonej z lessu i płowej wytworzonej z gliny. W doświadczeniu stosowano trzy poziomy nawożenia NPK, dodatkowe nawożenie magnezem, wapnowanie gleb oraz kontrolę ugorowaną. Wśród obiektów NPK II każdej gleby wyodrębniono trzy poletka niewapnowane. Rośliny uprawiano w czteroletnim cyklu zmianowania obejmującym: ziemniak, jęczmień jary, rzepak ozimy i pszenicę ozimą.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że pomijanie wapnowania jak również ugorowanie gleb w ciągu 20 lat prowadzenia doświadczenia spowodowało znaczny spadek ilości Ca wymiennego we wszystkich trzech glebach. Stwierdzono mniejszy wpływ tych zabiegów na zawartość jonów potasu i magnezu.

Nawożenie gleb z jednoczesnym wapnowaniem powodowało wzbogacenie gleb w wymienne jony Ca^{2+} , Mg^{2+} i K^+ , szczególnie przy najwyższym poziomie nawożenia NPK.

EFFECT OF MINERAL FERTILIZATION LEVEL ON THE CONTENT OF EXCHANGEABLE CATIONS IN THE SOIL UNDER A LONG-TERM LYSIMETER EXPERIMENT

Stanisław Sykut, Maria Ruszkowska

Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Puławy

Key words: lysimeter, fertilization, liming, exchangeable cations, hydrolytic acidity

Summary

The paper presents the results of 20-year lysimeter experiment, conducted on three kinds of soil – light loamy sand, loess and light loam on heavy loam. Three NPK fertilization levels were applied in the experiment as well as an additional Mg fertilization, liming and fallowed control. Three non-limed plots were separated in NPK II treatments of every soil. Crop plants were grown in a four-year rotation: potatoes, spring barley, winter rape and winter wheat.

It was shown that avoidance of liming as well as fallowing of the soils during 20 years of experiment decreased significantly the amounts of exchangeable Ca in all three soils and less affected the content of K and Mg ions.

Fertilization with simultaneous liming enriched the soil with exchangeable Ca^{2+} , Mg^{2+} and K^+ , particularly at the highest level of NPK fertilization.

Dr Stanisław Sykut

Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa

ul. Czartoryskich 8

24-100 PUŁAWY