

MAŁGORZATA NAZARKIEWICZ, JANINA KANIUCZAK

Katedra Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii, Uniwersytet Rzeszowski

WPŁYW WAPNOWANIA I NAWOŻENIA MINERALNEGO NA ZAWARTOŚĆ PRZYSWAJALNYCH FORM FOSFORU, POTASU I MAGNEZU W GLEBIE PŁOWEJ

THE INFLUENCE OF LIMING AND MINERAL FERTILIZATION ON THE CONTENT OF AVAILABLE FORMS OF PHOSPHORUS, POTASSIUM AND MAGNESIUM IN HAPLIC LUVISOLS

Abstract: The research was carried out on a permanently fertilised field in the area of the Rzeszów Foothills in 1998–2001 with Haplic Luvisols developed from loess. Pasture sunflower, winter wheat, potatoes and spring barley were cultivated in a 4-year cropping system. Different mineral fertilizers NPK with constant Mg fertilization and different mineral fertilization NPK with constant Mg and Ca fertilization were applied in the experiment. Liming was applied in the form of CaO (at the dose of 2.86 t Ca·ha⁻¹). The experiment included 14 fertilizer objects, in 4 repetitions according to the random sub-blocks method. Analysis of variance (Anova) was applied in statistic processing for double classification: liming (A) and mineral fertilization (B) independently of liming. Liming and mineral fertilization raised the phosphorus content in the Ap horizon. Mineral fertilization decreased the magnesium content in the Bt horizon. The combined effect of liming and mineral fertilization raised the magnesium content in the Bt horizon.

Słowa kluczowe: gleba płowa, wapnowanie, nawożenie mineralne, fosfor, potas, magnez

Key words: Haplic Luvisols, liming, mineral fertilization, phosphorus, potassium, magnesium

WSTĘP

Naturalna zasobność gleb w składniki pokarmowe nie zabezpiecza w pełni potrzeb pokarmowych roślin. Z rolniczego punktu widzenia, czyli żywienia roślin, najważniejszą grupę stanowią formy przyswajalne. O ich pobraniu decyduje wiele czynników, wśród nich odczyn gleby [Dębicki, Wiater 1994; Domska i in. 1998; Kaniuczak 1995, 1999; Kaniuczak i in. 1999a].

Określenie odczynu oraz zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu jest podstawowym elementem oceny stanu żyzności gleb, co pozwala na racjonalne nawożenie tymi składnikami. Nieprawidłowe nawożenie prowadzi do naruszenia równowagi składników pokarmowych w glebie oraz przyczynia się do jej degradacji [Kuszelewski, Łabętowicz 1991].

Celem badań było określenie wpływu wapnowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego NPK na tle stałego nawożenia magnezem, w warunkach uprawy roślin w czteroletnim zmianowaniu, na zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w glebie płowej wytworzonej z lessu.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe badania polowe przeprowadzono na stałym polu nawozowym w miejscowości Krasne k. Rzeszowa, położonej na Podgórzu Rzeszowskim. Było to czwarte zmianowanie roślin w ścisłym doświadczeniu prowadzonym od 1986 roku. Dwuczynnikowe doświadczenie, które założono metodą podbłoków losowanych w 4 powtórzeniach, obejmowało następujące zmianowanie roślin: słonecznik pastewny, pszenica ozima, ziemniaki, jęczmień jary. Pierwszym czynnikiem zmiennym było wapnowanie (A), a drugim nawożenie mineralne (B) (niezależnie od wapnowania). Nawożenie obejmowało 14 obiektów nawozowych w czterech powtórzeniach. Podstawowy poziom nawożenia mineralnego (N₁P₁K₁) zastosowany pod poszczególne rośliny wynosił: 80–120 kg N·ha⁻¹, 34,9–43,6 kg P·ha⁻¹, 83–132,8 kg K·ha⁻¹.

Rośliny uprawiane w zmianowaniu, nawożono corocznie magnezem w formie siarczanu magnezu w ilości 24,12 kg Mg·ha⁻¹. Wapnowanie w formie CaO (60%) zastosowano pod słonecznik pastewny w ilo-

ści 2,86 t Ca·ha⁻¹ (wg 1 Hh). Nawozy fosforowe i potasowe zastosowano przedsięwzięcie pod wszystkie rośliny w zmianowaniu: fosforowe w postaci superfosfatu potrójnego granulowanego, nawozy potasowe w postaci soli potasowej KCl. Nawozy fosforo-potasowe w całości zastosowano jesienią przed uprawą gleby. Nawozy azotowe w postaci saletry amonowej, wysiano wiosną: pod słonecznik w dwóch równych dawkach – przedsięwzięcie i pogłównie (2 tygodnie po wschodach); pod pszenicę ozimą w fazie krzewienia; pod ziemniaki w całości przed sadzeniem; pod jęczmień jary w całości przed siewem rośliny.

Próbki glebowe pobierano z poziomu próchnicznego Ap (0–25 cm) oraz ze stropowej części poziomu wzbogacania Bt (26–50 cm) w każdym roku badań, po zbiorze rośliny uprawnej.

Przyswajalny magnez oznaczono metodą Schachtschabela, kolorymetrycznie, natomiast przyswajalny fosfor i potas metodą Egnera-Riehma, w tym fosfor kolorymetrycznie, a potas metodą emisyjną. Do statystycznego opracowania wyników badań zastosowano analizę wariancji dla klasyfikacji podwójnej (wapnowanie, nawożenie mineralne NPK), obliczając NIR wg Tukey'a. W przypadku stwierdzenia istotnego wpływu nawożenia mineralnego (B), w celu porównania średnich z kontrolą (1986 r.) obliczono NIR wg Dunnetta.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zastosowane wapnowanie zwiększyło zawartość przyswajalnego fosforu w poziomie próchnicznym Ap, natomiast nie miało wpływu na zawartość tego składnika w poziomie Bt badanej gleby (tab. 1).

Stwierdzono wyższą zawartość przyswajalnego fosforu w poziomach Ap wszystkich obiektów gleby wapnowanej oraz w poziomach Bt w większości obiektów, w porównaniu do zawartości tego składnika w obiektach niewapnowanych.

Korzystny wpływ wapnowania na wzrost zawartości przyswajalnego fosforu w poziomie próchnicznym oraz w poziomie wzbogacania, zaobserwowali również we wcześniejszych 12-letnich badaniach na tej samej glebie Kaniuczak i in. [1999a]. Dodatni wpływ wapnowania na zawartość przyswajalnego fosforu w glebie płowej, wykazały badania Bleharczyka i in. [1998]. W badaniach Barczak i in. [1999] wapnowanie także nieznacznie podwyższyło ilość przyswajalnych form fosforu w glebie płowej właściwej, wytworzonej z gliny zwałowej. W innych badaniach [Szwedo, Żmuda 1994] zabieg wapnowania nie wykazał wpływu na zawartość tego pierwiastka.

Nawożenie mineralne różnicowało zawartość przyswajalnego fosforu w poziomach próchnicznych

TABELA 1. Zawartość przyswajalnych form fosforu w glebie, w zależności od wapnowania (A) i nawożenia mineralnego (B) (mg P·kg⁻¹)

TABLE 1. Available forms content of phosphorus, in depending of liming (A) and mineral fertilization(B) (in mg P·kg⁻¹)

Lp.	Obiekty nawozowe Treatment of fertilizer (B)			Fosfor przyswajalny – Available phosphorus						
				A ₁		A ₂		średnia z nawożenia mean of fertilization B		średnia z nawożenia mean of fertilization B
				0–25 cm		26–50 cm				
1	N ₀	P ₀	K ₀	34,75	44,20	39,48	14,40	23,20	18,80	
2	N ₀	P ₁	K ₁	40,00	66,00	53,00	21,90	29,80	25,85	
3	N _{0,5}	P ₁	K ₁	25,40	67,00	46,20	33,70	29,10	31,40	
4	N ₁	P ₁	K ₁	34,10	77,90	56,00	21,20	42,10	31,65	
5	N _{1,5}	P ₁	K ₁	41,00	80,40	60,70	25,40	32,30	28,85	
6	N ₁	P ₀	K ₁	31,10	78,00	54,55	28,00	26,00	27,30	
7	N ₁	P _{0,5}	K ₁	30,50	81,30	55,90	16,30	39,80	28,05	
8	N ₁	P _{1,5}	K ₁	55,80	74,90	65,35	27,20	33,60	30,40	
9	N ₁	P ₁	K ₀	53,90	86,10	70,00	26,30	36,30	31,30	
10	N ₁	P ₁	K _{0,5}	50,50	87,20	68,85	17,20	33,40	25,30	
11	N ₁	P ₁	K _{1,5}	48,50	71,80	60,15	24,30	31,60	27,95	
12	N _{0,5}	P _{0,5}	K _{0,5}	27,90	77,40	52,65	32,40	34,90	33,65	
13	N _{1,5}	P _{1,5}	K _{1,5}	67,70	86,60	77,15	26,30	25,20	25,75	
14	N ₂	P ₂	K ₂	44,70	64,90	54,80	29,00	25,70	27,35	
Średnia/Mean A				41,80	72,90	–	24,50	31,60	–	
NIR _T				A** = 20,31 B** = 30,13		A = n.i./n.s. B = n.i./n.s.				
				AB = n.i./n.s.		AB = n.i./n.s.				
Rok/Year 1986				21,60	NIR _D /LSD = 6,11		59,50			

Objaśnienia – Explanations: A₁ – nawożenie/fertilization NPK Mg, A₂ – nawożenie/fertilization NPK Mg Ca, ** 0,001 < poziom istotności/significance level ≤ 0,01, n.i. różnice nieistotne / n.s. non significant differences.

poszczególnych obiektów nawozowych, a nie wpłynęło na jego ilość w poziomach wzbogacania. Najniższą zawartość fosforu stwierdzono w poziomach obiektów bez nawożenia, podobnie jak w badaniach Barczak i in. [1999]. W badaniach innych autorów [Stępień, Mercik 1999b; Urbanowski i in. 1999] zawartość przyswajalnego fosforu obniżyła się w glebie z obiektów nienawożonych fosforem. W badaniach własnych, systematyczny wzrost przyswajalnych związków tego składnika pokarmowego nastąpił po zastosowaniu nawożenia fosforowego. Również w badaniach Kaniuczak i in. [1999a] wykazano korzystny wpływ nawożenia mineralnego NPK, a szczególnie fosforem, na zawartość przyswajalnego fosforu w poziomie próchnicznym gleby lessowej.

Zastosowane nawożenie mineralne NPK Mg i NPK Mg Ca połączone z wapnowaniem zwiększyło istotnie zawartość przyswajalnego fosforu w poziomach próchnicznych, w porównaniu z zawartością tego pierwiastka w 1986 roku (tab. 1). W obiektach nawozowych gleby wapnowanej i nie wapnowanej w poziomach Bt, zawartość przyswajalnego fosforu wykazywała tendencję do obniżania się w stosunku do jego zawartości w glebie przed rozpoczęciem badań (1986 r.). Świadczy to o wyczerpywaniu się za-

pasów przyswajalnego fosforu z poziomów podpróchnicznych. Podobne wyniki uzyskali, na czarnej ziemi właściwej wytworzonej z ilu Panak i in. [1996]. Na korzystny wpływ nawożenia mineralnego na zawartość przyswajalnego fosforu w glebie zwrócili także uwagę Mercik i in. [1993].

Wapnowanie nie różnicowało w istotny sposób zawartości przyswajalnego potasu w poziomach Ap i Bt (tab. 2). Jednak w większości obiektów nawozowych gleby wapnowanej, zawartość tej formy potasu była wyższa w porównaniu z niewapnowaną.

W badaniach Barczak i in. [1999] stwierdzono także nieznaczny wzrost zawartości przyswajalnych form potasu, w wyniku wapnowania w warstwie ornej gleby płowej właściwej, wytworzonej z gliny zwałowej. Inne wyniki badań wykazały również niewielki wpływ wapnowania lub jego brak [Dębicki, Wiater 1994; Szwedo, Żmuda 1994].

Wyniki wcześniejszych 8-letnich badań prowadzonych na glebie płowej wytworzonej z lessu, wskazują na korzystny wpływ zabiegu wapnowania na zawartość przyswajalnego potasu w poziomach Ap i Bt [Kaniuczak i in. 1999b]. Podobne zależności na glebie płowej stwierdzili także Bleharczyk i in. [1998].

TABELA 2. Zawartość przyswajalnych form potasu w glebie w zależności od wapnowania (A) i nawożenia mineralnego (B) (mg K·kg⁻¹)

TABLE 2. Available forms content of potassium, in depending of liming (A) and mineral fertilization (B) (in mg K·kg⁻¹)

Lp.	Obiekty nawozowe Treatment of fertilizer (B)			Potas przyswajalny – Available potassium							
				A ₁		A ₂		średnia z nawożenia mean of fertilization B		średnia z nawożenia mean of fertilization B	
				0–25 cm			26–50 cm				
1	N ₀	P ₀	K ₀	135,20	131,70	133,45	106,37	130,50	118,44		
2	N ₀	P ₁	K ₁	180,07	201,05	190,56	113,05	185,70	149,38		
3	N _{0,5}	P ₁	K ₁	163,35	165,30	164,33	154,55	107,50	131,03		
4	N ₁	P ₁	K ₁	157,50	178,50	168,00	122,70	166,90	144,80		
5	N _{1,5}	P ₁	K ₁	165,27	185,15	175,21	104,05	136,80	120,43		
6	N ₁	P ₀	K ₁	170,15	177,60	173,88	115,25	148,00	131,62		
7	N ₁	P _{0,5}	K ₁	183,15	221,50	202,33	116,20	173,90	145,05		
8	N ₁	P _{1,5}	K ₁	174,90	184,80	179,85	103,10	161,60	132,35		
9	N ₁	P ₁	K ₀	175,00	179,60	177,30	112,30	117,90	115,10		
10	N ₁	P ₁	K _{0,5}	157,75	151,70	154,73	152,30	105,30	128,80		
11	N ₁	P ₁	K _{1,5}	157,60	180,20	168,90	119,00	119,40	119,20		
12	N _{0,5}	P _{0,5}	K _{0,5}	136,80	160,00	148,40	111,20	116,10	113,65		
13	N _{1,5}	P _{1,5}	K _{1,5}	191,85	167,10	179,48	151,80	171,35	161,58		
14	N ₂	P ₂	K ₂	155,67	206,70	181,19	135,25	143,20	139,23		
Średnia/Mean A				164,77	177,91	–	122,65	141,72	–		
NIR ₁ /LSD _T = 0,05				A = n.i./n.s.		B = n.i./n.s.	A = n.i./n.s.		B = n.i./n.s.		
				AB = n.i./n.s.			AB = n.i./n.s.				
Rok/Year 1986				120,00			97,00				

Objaśnienia – Explanations: A₁ – nawożenie/fertilization NPK Mg, A₂ – nawożenie/fertilization NPK Mg Ca, n.i. różnice nieistotne / n.s. non significant differences.

W badaniach własnych, nawożenie mineralne (B) niezależnie od wapnowania oraz współdziałanie wapnowania z nawożeniem mineralnym (AB) nie miały istotnego wpływu na zawartość przyswajalnego potasu w badanych poziomach gleby płowej, wytworzonej z lessu. Jednak wzrastające nawożenie potasem, na tle stałego nawożenia NP oraz przy stałych proporcjach N:P:K, na ogół powodowało tendencję wzrostu zawartości przyswajalnego potasu w poziomie Ap. Podobne wyniki, także na glebie płowej, uzyskali Stępień i Mercik [1999a] stwierdzając najniższą zawartość przyswajalnego potasu w obiektach bez nawożenia potasem. W badaniach Murawskiej i in. [1994] uzyskano spadek zawartości przyswajalnych form tego składnika, mimo regularnego nawożenia potasem.

Zawartość przyswajalnego potasu w poziomach próchnicznych i wzbogacania gleby wapnowanej i niewapnowanej w omawianych obiektach nawozowych, wykazywała tendencję wzrostu w porównaniu z ilością tego pierwiastka w glebie przed rozpoczęciem badań (1986) (tab. 2). Jednak zmiany te były bardziej widoczne na glebie wapnowanej. Potwierdzają to także badania Domskiej i in. [1998], w których wzrostowi pH towarzyszyło większe nagromadzenie potasu.

Korzystny wpływ nawożenia mineralnego na zawartość przyswajalnego potasu w poziomie orno-próchnicznym gleby płowej, wytworzonej z gliny lekkiej, stwierdzili również Fotyma i in. [1984] oraz Kęпка [1977].

Barczak i in. [1999] wykazali, iż efekty wieloletniego nawożenia mineralnego w przypadku potasu (podwyższenie zasobności) były widoczne nie tylko w warstwie powierzchniowej, ale też na głębokości 20–40 cm, co świadczy o dużej ruchliwości potasu i jego wymyciu do głębszych poziomów gleb.

Nie stwierdzono istotnego wpływu wapnowania na zawartość przyswajalnego magnezu, zarówno w poziomie Ap, jak i Bt (tab. 3). Jednak w większości obiektów nawozowych gleby wapnowanej w tych poziomach, zaobserwowano wyższą zawartość omawianego pierwiastka niż w obiektach gleby niewapnowanej. We wcześniejszych badaniach Kaniuczak [1999] wapnowanie wpłynęło dodatnio na zawartość przyswajalnego magnezu w poziomie Bt gleby lessowej. W badaniach Dębickiego i Wiater [1994], wpływ wapnowania na zawartość przyswajalnego magnezu w glebie lekkiej, o składzie piasku słabogliniastego i w glebie ciężkiej (głina ciężka), był nieznaczny.

TABELA 3. Zawartość przyswajalnych form magnezu w glebie w zależności od wapnowania (A) i nawożenia mineralnego (B) (mg Mg·kg⁻¹)

TABLE 3. Available forms content of magnesium, in depending of liming (A) and mineral fertilization (B) (in mg Mg·kg⁻¹)

Lp.	Obiekty nawozowe Treatment of fertilizer (B)			Magnez przyswajalny – Available magnesium					
				A ₁			A ₂		
				A ₁	A ₂	średnia z nawożenia mean of fertilization B	A ₁	A ₂	średnia z nawożenia mean of fertilization B
			0–25 cm			26–50 cm			
1	N ₀	P ₀	K ₀	34,40	47,20	40,80	46,70	71,40	59,05
2	N ₀	P ₁	K ₁	35,20	36,70	35,95	53,60	34,60	44,10
3	N _{0,5}	P ₁	K ₁	36,60	38,00	37,15	66,00	72,70	69,35
4	N ₁	P ₁	K ₁	29,30	39,60	34,45	44,50	53,00	48,75
5	N _{1,5}	P ₁	K ₁	35,10	39,00	37,05	61,10	45,70	53,40
6	N ₁	P ₀	K ₁	31,60	32,00	31,80	53,20	54,60	53,90
7	N ₁	P _{0,5}	K ₁	45,20	28,00	36,60	62,60	33,40	48,00
8	N ₁	P _{1,5}	K ₁	43,80	33,00	38,40	62,80	61,10	61,95
9	N ₁	P ₁	K ₀	41,10	42,50	41,80	54,50	49,90	52,20
10	N ₁	P ₁	K _{0,5}	32,30	52,70	42,50	42,40	76,70	59,55
11	N ₁	P ₁	K _{1,5}	33,80	52,50	43,15	38,90	73,60	56,25
12	N _{0,5}	P _{0,5}	K _{0,5}	30,40	31,40	30,90	44,90	51,70	48,30
13	N _{1,5}	P _{1,5}	K _{1,5}	26,60	34,80	30,70	48,30	42,90	45,60
14	N ₂	P ₂	K ₂	44,20	34,10	39,15	51,40	58,40	54,90
Średnia/Mean A				35,50	38,51	–	52,55	55,68	–
NIR _T / LSD _T = 0,05				A = n.i./n.s.		B = n.i./n.s.	A = n.i./n.s.		B* = 23,88
				AB = n.i./n.s.			AB*** = 24,41		
Rok/Year 1986				73,00			66,00		NIR _D = 4,84

Objaśnienia – Explanations: A₁ – nawożenie/fertilization NPK Mg, A₂ – nawożenie/fertilization NPK Mg Ca, *** poziom istotności/significance level ≤0,001, *0,01 <poziom istotności/significance level ≤0,05, n.i. różnice nieistotne / n.s. non significant differences.

Zwiększenie zawartości przyswajalnego magnezu, po zastosowaniu wapnowania na kwaśnej glebie lekkiej stwierdziły Kotowska i Maciejewska [1998]. Systematyczny wzrost zawartości przyswajalnego magnezu, w miarę wzrostu pH gleb różnych typów południowo-wschodniej Polski, stwierdzili Dubiel i Kaniuczak [1976]. Również w badaniach nad zawartością przyswajalnego magnezu w poszczególnych rodzajach gleb centralnej części Obniżenia Podkarpackiego, stwierdzono wzrost jego zawartości wraz ze wzrostem wartości pH [Kaniuczak 1995]. Taką zależność w swoich badaniach wykazała także Wiater [1994].

Nawożenie mineralne oraz współdziałanie wapnowania z nawożeniem mineralnym nie wykazało istotnego wpływu na zawartość przyswajalnego magnezu w poziomie Ap, tylko w poziomie Bt.

We wcześniejszych badaniach, prowadzonych na tej glebie przez Kaniuczak [1999], nawożenie mineralne nie wpłynęło także znacząco na zawartość przyswajalnego magnezu w poziomach Ap i Bt. Kuszelewski i Łabętowicz [1991] stwierdzili w glebie lekkiej wzrost zawartości przyswajalnego magnezu w wyniku wapnowania, połączonego z nawożeniem mineralnym.

Badając wpływ nawożenia mineralnego (B), niezależnie od wapnowania, na zawartość przyswajalnego magnezu w poziomie Ap, stwierdzono najniższą ilość tego pierwiastka w obiektach z 1,5-krotną dawką NPK. Wyraźne obniżenie zawartości przyswajalnego magnezu w wyniku zastosowania nawożenia wysokimi dawkami azotu i potasu w glebie brunatnej kwaśnej, wytworzonej z piasku gliniastego lekkiego, stwierdzili Nowak i Wołoszyk [1994]. Według Łabętowicza i Szulca [1999] stosowanie pojedynczych składników nawozowych powoduje wzrost plonów, a tym samym większe wyniesienie magnezu z gleby lekkiej i obniżenie jego zasobów.

W badaniach własnych, zastosowane stałe coroczne nawożenie magnezem nie zabezpieczyło stabilizacji jego form przyswajalnych w poziomie próchnicznym gleby lessowej. Podobnie stwierdził Kępka [1977] iż gleba płowa wytworzona z gliny lekkiej, nawożona obornikiem, zawiera więcej przyswajalnego magnezu w porównaniu do gleby nawożonej tylko mineralnie.

Średnia zawartość przyswajalnego magnezu w poziomie Bt badanej gleby była wyższa od jego zawartości w poziomie próchnicznym, co świadczy o znacznym jego wymyciu z poziomu Ap. Pierwiastek ten jest podatny na przemieszczanie w głąb gleby [Ruszkowska i in. 1993].

W poziomie próchnicznym i w mniejszym stopniu w poziomie wzbogacania, zaobserwowano wyczerpywanie się przyswajalnego magnezu w sto-

sunku do roku 1986 (tab. 3). Już we wcześniejszym, 8-letnim okresie badań przeprowadzonych na glebie lessowej, zawartość przyswajalnego magnezu w glebie bez wapnowania i z wapnowaniem, obniżyła się lub wykazywała tendencję do obniżania w odniesieniu do stanu przed rozpoczęciem badań (1986) [Kaniuczak 1999a]. W 30-letnim okresie badań prowadzonych nad zasobnością gleb w magnez obniżyła się również zawartość tego składnika [Czuba 1995].

WNIOSKI

1. Wapnowanie gleby zwiększyło zawartość przyswajalnego fosforu w poziomie Ap gleby płowej. Zabieg ten nie miał istotnego wpływu na zawartość przyswajalnych form potasu i magnezu.
2. Nawożenie mineralne NPK wpłynęło na wzrost zawartości przyswajalnych form fosforu w poziomie próchnicznym Ap, po zastosowaniu wysokich dawek tego pierwiastka. Miało również istotne znaczenie w kształtowaniu zawartości przyswajalnego magnezu w poziomie Bt.
3. Współdziałanie wapnowania i nawożenia mineralnego miało istotny wpływ na wzrost zawartości przyswajalnego magnezu w poziomie Bt, w obiektach gleby wapnowanej.
4. Porównując średnie zawartości przyswajalnych form badanych pierwiastków w czwartej rotacji ze stanem z 1986 roku, należy stwierdzić istotny wzrost zawartości przyswajalnych form fosforu w poziomie Ap oraz istotne obniżenie zawartości przyswajalnych form magnezu w poziomie Bt. W obydwu poziomach badanej gleby wystąpiła tendencja wzrostu zawartości przyswajalnego potasu.

LITERATURA

- BARCZAK B., CWOJDZIŃSKI W., NOWAK U. 1999. Wpływ nawożenia mineralnego i organicznego na niektóre właściwości gleby w statycznym doświadczeniu polowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **467**: 177–183.
- BLECHARCZYK A., SKRZYPCZAK G., PIECHOTA T. 1998. Wpływ systemu następstwa roślin oraz nawożenia na odczyn gleby w doświadczeniu wieloletnim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **456**: 483–487.
- CZUBA R. 1995. Zmiany zasobności gleb kraju w trzydziestolecie oraz eksperymentalna ocena systemów regeneracji nadmiernie wyczerpanych ich zasobów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **421**, a: 59–65.
- DĘBICKI R., WIATER J. 1994. The influence of defecation lime on soil pH and content of available nutrients. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **413**: 83–87.
- DOMSKA D., BOBRZECKA D., WOJTKOWIAK K. 1998. Zmiany w zawartości wybranych składników pokarmowych w glebach w zależności od ich odczynu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **456**: 525–529.

- DUBIEL W., KANIUCZAK J. 1976. Zawartość przyswajalnego magnezu w glebach południowo-wschodniej Polski. *Acta Agraria Et Silvestria, Series Agraria*. **16**, 2: 3–17.
- FOTYMA M., GOSEK S., ADAMUS M., KOZŁOWSKA H. 1984. Wpływ dużych dawek nawozów potasowych na plony roślin oraz na bilans i zawartość przyswajalnego potasu w glebie. *Pam. Pul.* **82**: 85–98.
- KANIUCZAK J. 1995. Magnez przyswajalny w glebach centralnej części Obniżenia Podkarpackiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **421**, a: 181–191.
- KANIUCZAK J. 1999. Zawartość niektórych form magnezu w glebie płowej wytworzonej z lessu w zależności od wapnowania i nawożenia mineralnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **467**: 307–316.
- KANIUCZAK J., GAŚSIOR J., WOŹNIAK L. 1999a. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i wapnowania na zawartość przyswajalnego fosforu w glebie lessowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **465**: 251–260.
- KANIUCZAK J., HAJDUK E., NOWAK M. 1999b. Zawartość niektórych form potasu w glebie płowej wytworzonej z lessu w zależności od wapnowania i nawożenia mineralnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **467**: 279–290.
- KĘPKA M. 1977. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość w glebie składników łatwo przyswajalnych przez rośliny. *Zesz. Nauk. SGGW-AR Warszawa, Rolnictwo* **16**: 75–86.
- KOTOWSKA J., MACIEJEWSKA M. 1998. Zawartość magnezu i wapnia w glebie lekkiej nie wapnowanej oraz wapnowanej dwiema dawkami węgla wapnia. *Chemia i inżynieria ekologiczna* **5**, 4: 309–313.
- KUSZELEWSKI L., ŁABĘTOWICZ J. 1991. Skutki niezrównoważonego nawożenia mineralnego w świetle trwałego doświadczenia polowego. *Rocz. Glebozn.* **42**, 3/4: 9–17.
- ŁABĘTOWICZ J., SZULC W. 1999. Nawożenie jako czynnik determinujący glebowe zasoby magnezu przyswajalnego na glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **465**: 403–409.
- MERCIK S., NOWOSIELSKI O., PAUL M. 1993. Wpływ zróżnicowanego nawożenia i zmianowania na zawartość składników pokarmowych w glebie płowej po 35 i 70 latach w statycznych doświadczeniach nawozowych. *Zesz. Nauk. AR Kraków* **277**, 37(1): 85–94.
- MURAWSKAB., SPYCHAJ-FABISIAK E., ANDRZEJEWSKI J. 1994. Wpływ wieloletniego nawożenia azotowo-potasowego na zmiany zawartości przyswajalnego potasu i jego bilans. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **414**: 89–98.
- NOWAK W., WOŁOZYK C. 1994. Wpływ nawożenia mineralnego na zmiany odczynu i zawartości przyswajalnych form magnezu, manganu, cynku i miedzi w glebie. *Biuletyn Magnezologiczny* 4. III Sympozjum Magnezologiczne. Magnez w środowisku biologicznym: 166–168.
- PANAK H., WOJNOWSKA T., SIENKIEWICZ S. 1996. Zmiany niektórych właściwości chemicznych i fizykochemicznych czarnych ziem kętrzyńskich pod wpływem intensywnego nawożenia azotem. *Rocz. Glebozn.* **47**, 3/4: 41–46.
- RUSZKOWSKA M., SYKUT S., RĘBOWSKA Z., KUSIO M. 1993. Bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym (1985–1989). II. Bilans wapnia, magnezu i siarki. *Pam. Pul.* **103**: 79–97.
- STĘPIEŃ W., MERCIK S. 1999a. Formy potasu w glebie oraz bilans tego składnika w wieloletnich doświadczeniach polowych w Skierniewicach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **465**: 81–91.
- STĘPIEŃ W., MERCIK S. 1999b. Zmiany zawartości fosforu i potasu w glebie oraz plonowania roślin na przestrzeni 30 lat na glebie nawożonej i nie nawożonej tymi składnikami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **467**: 269–278.
- SZWEDO J., ŻMUDA E. 1994. Effect of soil management and liming on the changes of chemical properties of acid soils in an orchard. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **413**: 301–306.
- URBANOWSKI S., JASKULSKAI., URBANOWSKA T. 1999. Zmiany zawartości węgla organicznego oraz makroelementów w glebie pod wpływem wieloletniego nawożenia. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **465**: 353–361.
- WIATER J. 1994. The content of available nutrients in soils depending on the level of their acidification. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **413**: 307–313.

Dr inż. Małgorzata Nazarkiewicz

Katedra Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii

Uniwersytet Rzeszowski

ul. M. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów

tel. 17 8721634

e-mail: nazarm@univ.rzeszow.pl