

WPŁYW ŻELU KRZEMIONKOWEGO NA ZMIANĘ WŁAŚCIWOŚCI  
FIZYKOCHEMICZNYCH GLEBY PIASZCZYSTEJ

J. Stawiński, A. Kasiak, Z. Sokołowska  
Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie

Gleby lekkie stanowią w Polsce około 60% gleb użytkowanych rolniczo. Cechuje je duża przepuszczalność wody i mała zdolność do jej gromadzenia. Są one na ogół suche, przeważnie ubogie w minerały ilaste, mają również słabo rozwinięty kompleks sorpcyjny, co nie zabezpiecza składników pokarmowych przed wymywaniem przez wody opadowe [5]. Zatem ich aktualna i potencjalna zasobność w składniki pokarmowe jest niska.

W celu zwiększenia żyzności gleb lekkich opracowano wiele metod agrotechnicznych i agromelioracyjnych [2, 5]. Prowadzono również próby poprawienia jakości tych gleb poprzez częściową zmianę ich właściwości fizycznych i fizykochemicznych. Uzyskuje się to poprzez stosowanie różnych substancji chemicznych, tzw. środków do ulepszenia gleb, dodatek różnych odpadów przemysłowych i komunalnych, bentonitu, gliny czy krzemionki [3-6, 8, 9, 11-13].

Żel krzemionkowy i zeolity są materiałami, które posiadają duże właściwości sorpcyjne ze względu na rozwiniętą powierzchnię, dlatego też mogą być wykorzystane do ulepszenia gleb lekkich. Materiał służący do zwiększania pojemności sorpcyjnej gleb powinien mieć

oprócz dużych właściwości sorpcyjnych odpowiednie właściwości mechaniczne, a zwłaszcza odznaczać się odpowiednią granulacją podobną do ulepszanej gleby. Materiał zbyt drobny, np. bentonit ulega wypłukiwaniu w głąb profilu glebowego, natomiast zbyt gruby wynoszony jest na powierzchnię. Wymagania te spełnia żel krzemionkowy [10]. Ma on dużą pojemność sorpcyjną i można go uzyskać w dowolnym stanie rozdrobnienia.

Postać w jakiej krzemionkę wprowadza się do gleby jest różna. Gonet i Siuta [9, 14] dodawali do gleby zmielony piasek. W wyniku tego nastąpił wzrost zawartości dostępnego K, Mg i niektórych mikroelementów, zmiana odczynu gleby z kwaśnego na obojętny, wzrost sumy zasad wymiennych oraz kapilarnej pojemności wodnej.

Przy działaniu kwasu siarkowego na iły turosszowskie lub gliny innego pochodzenia powstaje tzw. krzemionka. Jest to materiał zawierający głównie kwarc, trochę substancji organicznej, ślady kalcytu oraz potasu i odznacza się stosunkowo wysoką pojemnością sorpcyjną. W stanie naturalnym odczyn jej jest kwaśny. Po neutralizacji krzemionki dodatkiem dolomitu, amoniaku lub mączki fosforytowej odczyn jej zmienia się na obojętny. W tak przygotowanej krzemionce wzrasta pojemność sorpcyjna i wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami, zwiększa się zawartość przyswajalnego fosforu i zdolność gleby do gromadzenia wody, zmniejsza natomiast, kwasowość hydrolityczną [6, 7]. Ponadto wzrasta powierzchnia właściwa gleb i pojemność sorpcyjna [3].

W niniejszej pracy przebadano wpływ dodanego do gleby żelu krzemionkowego ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) na jej niektóre własności fizyczne i chemiczne, tj. ruch pierwiastków pokarmowych N, P, K; PWK;

odczyn gleby; powierzchnię właściwą; pojemność wodną gleby.

#### MATERIAŁ I METODY

Badano glebę pseudobielicową wytworzoną z piasku o zawartości N,  $P_2O_5$  i  $K_2O$  - 0,210, 1000, 0,01 mg/100g (poziom  $A_1$ ) przesianą przez sito o  $\phi$  1 mm. Charakterystykę badanej gleby oraz żelu krzemionkowego przedstawiono w tabeli 1. Wilgotność gleby oznaczono metodą suszarkową. Wynosiła ona 4,5%. Stosowany żel krzemionkowy (szerokoporowaty, produkcji POCH Gliwice) uprzednio zmielono w młynie kulowym i przesiano przez sito. Do badań użyto frakcji o  $\phi < 1$  mm. Niektóre własności fizyczne i chemiczne żelu zamieszczono w tabeli 1. Do gleby dodawano żel w dawkach 1; 2; 3; 4; 5; 10; 15; 20% wagowych.

Badania dynamiki pierwiastków pokarmowych (NPK) prowadzono w kolumnach glebowych przygotowanych w sposób następujący: do poliwi-nylowych cylindrów z dnem perforowanym wsypano 1 kg gleby, lekko potrząsano cylindrem tak, aby warstwa gleby wynosiła 30 cm. W ten sposób przygotowywano cylindry z kombinacjami piasku i krzemionki. Zarówno do naturalnej gleby piaszczystej, jak i do mieszanek z krzemionką dodawano nawozy mineralne (NPK). Glebę z nawozami dokładnie wymieszano i dopiero wtedy wsypano do cylindrów. Nawozy mineralne dodawano w postaci czystych chemicznie związków:  $NH_4NO_3$ ,  $KH_2PO_4$  i KCl w dawkach maksymalnych (N - 160 mg, P - 140 mg, K - 327 mg na 1 kg gleby). Do cylindrów wlewano porcjami wodę destylowaną w takich ilościach, aby otrzymać pełną pojemność wodną gleby (do ukazania się pierwszej kropli wycieku z kolumny). Następnie do każdej z kolumn wlewano po 250 ml wody destylowanej.

T a b e l a 1

Niekóre wlaściwości badanej gleby oraz żelu krzemionkowego

Odsetek frakcji o wymiarach w mm		Próchnica	$S \frac{m^2}{g}$	PWK	pH
		%	$\frac{N_2}{H_2O}$	m.e./100 g gleby	$\frac{1}{1 n KCl H_2O}$
1-	0,1- 0,05-	0,02-	0,005-	<0,002	
0,1	0,05 0,02	0,005	0,002		
Gleba					
91	4 1 2 1	1	0,74	1,63	10,8
				2,40	6,03
Żel krzemionkowy					
92	3 2 1 1	1	0,0	299,0	102,4
				31,3	6,76
					7,87

Przesącz z bierano do cylindrów miarowych. Kolumny z glebą przemywano 6-krotnie. Mierzono również pH otrzymanych przesączów glebowych oraz zawartość w nich jonów amonowych, azotanowych, potasowych i fosforanowych. Pomiaru stężenia jonów amonowych i fosforanowych dokonywano kolorymetrycznie: amonu - metodą Nessler-Jendrasik (wg 15) , fosforu - metodą wanadomolibdenową. Jony azotanowe i potasowe oznaczano za pomocą elektrod selektywnych - azotanowej i potasowej. Badano również zawartość jonów N, P, K w glebie naturalnej i jej mieszance z krzemionką przed przemywaniem i po jego zakończeniu. W próbkach glebowych oznaczano jony potasowe i fosforanowe metodą Egnera w modyfikacji Reichmana, natomiast jony azotanowe i amonowe przez ekstrakcję z gleby w pierwszym przypadku wodą destylowaną, w drugim 1 n KCl. Odczyn próbek glebowych badano w H<sub>2</sub>O i w 1 n KCl. Pojemność wymienną w stosunku do kationów oznaczano BaCl<sub>2</sub> o pH 8,1 metodą Bascomba [1] . Całkowitą powierzchnię właściwą gleby oznaczano metodą adsorpcji pary wodnej, a zewnętrzną powierzchnię właściwą chromatograficznie metodą cieplnej adsorpcji i desorpcji azotu.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Dodany do gleby piaszczystej żel krzemionkowy zmieniał jej własności fizykochemiczne (tab. 2). Wielkości powierzchni właściwej (całkowitej i zewnętrznej) oraz pojemności sorpcyjnej wzrastały wraz z dawką żelu; nie była to jednak zależność wprost proporcjonalna. Niższe dawki SiO<sub>2</sub>, tj. 1-5%, w niewielkim stopniu wpływały na wielkość powierzchni właściwej próbek glebowych, natomiast wy-

## Niektóre własności fizykochemiczne gleby modyfikowanej żelazem krzemionkowym

Dawka SiO <sub>2</sub>	S $\frac{m^2}{g}$	PWK m.e/ 100 g	Pojem- ność wodna ml/kg gleby	pH przesączów glebowych						Odsetek frakcji o wymiarach w mm							
				1	2	3	4	5	6	1- 0,05- -0,02	0,05- 0,02- -0,005	0,005< -0,002					
0	1,67	9,4	2,40	280	5,70	6,54	6,98	7,11	7,22	7,45	91	4	1	2	1	1	1
1	7,75	11,4	2,80	300	6,08	6,84	7,10	7,20	7,28	7,74	91	4	1	2	1	1	1
2	8,72	12,6	2,64	300	6,54	6,34	6,85	6,94	7,25	7,81	91	4	1	2	1	1	1
3	15,40	15,3	3,30	315	6,51	5,35	6,28	6,72	6,97	7,54	91	4	1	2	1	1	1
4	16,13	15,9	3,60	320	6,74	6,62	6,52	7,00	7,06	7,78	91	3	1	2	1	2	2
5	15,83	18,7	5,10	325	6,84	5,22	6,56	7,16	7,14	7,74	91	2	1	3	1	2	2
10	28,53	31,7	6,29	350	8,07	7,15	7,62	7,82	7,87	7,56	90	3	1	2	1	3	3
15	37,28	40,3	7,81	380	8,25	8,28	8,22	8,10	8,04	8,09	93	2	2	1	0	2	2
20	42,53	51,6	8,70	425	8,30	8,00	7,93	8,05	7,68	7,68	93	3	1	1	0	2	2

rażny wzrost wielkości powierzchni właściwej stwierdzono przy wyższej zawartości żelu w glebie. Podobna zależność występowała i dla PWK. Otrzymane wyniki są zgodne z wynikami Goneta, Siuty, Droesa oraz Misztala [6, 8, 11-14], którzy dodawali do gleb lekkich mielony piasek lub krzemionkę.

Pojemność wodna próbek glebowych modyfikowanych żelem, mierzona ilością wody zatrzymanej przez próbkę wzrastała także z kolejnymi dawkami krzemionki, by osiągnąć maksymalną wartość 425 ml/1 kg suchej gleby dla kombinacji 20%, podczas gdy pojemność wodna gleby naturalnej wynosiła 280 ml/1 kg suchej gleby. Przy niższych dawkach  $\text{SiO}_2$ , tj. do 5% pojemność wodna próbek glebowych praktycznie nie ulegała zmianie i wynosiła około 310 ml/1 kg suchej gleby. Zmieniał się również odczyn przesączów glebowych, najogólniej biorąc z kwaśnego na zasadowy. Wyraźna zależność między pH przesączów a dawką  $\text{SiO}_2$  występowała przy pierwszym przemywaniu, natomiast kolejne przemywanie tej samej próbki spowodowało ustalenie się pH na stałym poziomie bez względu na wielkość dawki żelu. Również Gonet [8] stwierdził zmianę odczynu gleby z kwaśnego na obojętny oraz wzrost kapilarnej pojemności wodnej po dodaniu do niej zmielonego piasku. Podobnie działała na odczyn gleby neutralizowana fosforami krzemionka [6].

Zależność między ilością wymytych pierwiastków N, P, K, a wielkością dawki krzemionki przedstawiono w tabeli 3. Obecna w glebie krzemionka obniżała ilość wymywanych pierwiastków pokarmowych, zwłaszcza fosforu i potasu. W przypadku fosforu dawki żelu 1, 2, 3% wagowych spowodowały obniżenie ilości wymytego P około 10%, a wyższe około 20% w stosunku do gleby kontrolnej. Minimalne wymy-

Ruch składników pokarmowych N, P, K w glebie piaszczystej  
modyfikowanej żelem krzemionkowym

Dawka SiO <sub>2</sub>	Składniki pokarmowe	Etapy wymywania						Całkowita ilość wymytych pierwiast- ków mg/kg	Ilość pierwiast- ków wymytych %	
		1	2	3	4	5	6			
1		3	4	5	6	7	8	9	10	
	N									
		NH <sub>4</sub>	5,68	0,52	0,26	0,18	0,15	0,11	6,92	9,16
0		NO <sub>3</sub>	6,28	0,74	0,36	0,15	0,10	0,12	7,74	
	P		297,6	88,2	19,2	15,6	18,0	17,3	455,8	39,99
	K		15,0	7,1	2,4	4,3	3,9	2,6	35,3	10,82
		NH <sub>4</sub>	4,88	0,36	0,23	0,18	0,12	0,26	6,03	8,07
	N									
1		NO <sub>3</sub>	5,81	0,38	0,29	0,13	0,14	0,14	6,89	
	P		241,8	28,2	18,0	19,2	15,6	14,6	338,0	29,65
	K		12,1	6,6	2,1	9,3	7,4	2,4	39,85	12,9
		NH <sub>4</sub>	5,01	0,36	0,15	0,17	0,10	0,29	6,08	8,16
	N									
2		NO <sub>3</sub>	5,69	0,58	0,21	0,21	0,14	0,15	6,97	
	P		195,6	38,4	31,8	65,8	20,4	15,8	367,8	32,3
	K		10,8	5,9	1,4	6,4	4,3	2,7	31,50	9,65



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	NH <sub>4</sub>	4,42	0,33	0,08	0,07	0,06	0,22	5,17	
3	N								7,34
	NO <sub>3</sub>	5,35	0,53	0,23	0,15	0,16	0,16	6,57	
	P	220,8	35,0	21,4	42,3	19,2	16,5	355,2	31,2
	K	10,1	6,3	1,2	7,3	5,0	2,6	32,6	9,96
	NH <sub>4</sub>	5,40	0,30	0,11	0,12	0,08	0,19	6,21	
4	N								8,70
	NO <sub>3</sub>	6,21	0,69	0,29	0,19	0,16	0,18	7,71	
	P	128,8	33,8	22,3	34,1	22,0	18,0	261,0	22,9
	K	11,51	2,97	0,72	5,08	6,71	2,40	29,4	8,99
	NH <sub>4</sub>	4,32	0,21	0,11	0,15	0,08	0,24	5,11	
5	N								7,50
	NO <sub>3</sub>	5,46	0,60	0,28	0,21	0,23	0,17	6,95	
	P	131,9	33,8	24,5	49,4	19,2	16,5	275,3	24,2
	K	15,6	1,0	0,37	1,52	0,59	0,46	19,2	5,82
	NH <sub>4</sub>	2,28	0,73	0,45	0,26	0,23	0,15	4,10	
10	N								7,43
	NO <sub>3</sub>	3,49	2,21	1,17	0,33	0,33	0,26	7,79	
	P	46,5	19,6	58,8	31,7	29,4	26,4	212,4	18,63
	K	14,3	0,94	1,54	0,79	0,53	0,39	18,49	5,66

cd. t a b e l i 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	NH <sub>4</sub>	3,30	0,43	0,32	0,23	0,23	0,17	4,67	
15	N								7,63
	NO <sub>3</sub>	5,06	0,77	0,39	0,31	0,31	0,25	7,09	
	P	33,0	31,3	61,3	20,9	15,3	20,7	182,5	16,0
	K	12,9	0,73	0,83	0,60	0,49	0,42	15,9	4,9
	NH <sub>4</sub>	2,18	0,18	0,16	0,17	0,02	0,05	2,74	
20	N								6,17
	NO <sub>3</sub>	5,18	0,59	0,31	0,25	0,26	0,23	6,82	
	P	72,0	39,2	41,7	52,9	32,4	28,4	266,0	23,4
	K	9,6	1,03	0,80	0,60	0,50	0,62	13,21	4,00

cie fosforu występowało po zastosowaniu 10-15%  $\text{SiO}_2$ . Dla potasu zależność ta miała podobny charakter - do zawartości 5%  $\text{SiO}_2$  w glebie ilość wymytego potasu była na poziomie gleby kontrolnej. Wyższe dawki krzemionki w glebie zmniejszyły o połowę wymycie potasu. Całkowita ilość wymytego azotu praktycznie nie zależała od wielkości dawki żelu krzemionkowego, jak również azot w formie jonu azotanowego. Azot w formie amonowej zachowywał się podobnie jak jon potasowy. Otrzymane wyniki nie odbiegają od wyników uzyskanych przez innych autorów [6-8] .

#### WNIOSKI

1. Stwierdzono wpływ żelu krzemionkowego na wielkość: powierzchni właściwej (całkowitej i zewnętrznej), pojemności sorpcyjnej, na stosunki wodne i odczyn gleby. Wartości te zależały od wielkości dawki żelu, lecz nie była to zależność wprost proporcjonalna.

2. Żel krzemionkowy obniżał wymywanie z gleby pierwiastków pokarmowych szczególnie fosforu, potasu i azotu w formie amonowej.

3. Żel krzemionkowy może być użyty jako środek do poprawy własności fizykochemicznych gleb lekkich.

#### LITERATURA

1. Bascomb C.L.J.: Rapid method for the determination of cation exchange capacity of calcareous and non-calcareous soils. Soil Sci. Fd. Agric., 1964, 15, 821-823.
2. Bierecki M., Świętochowski B., Wiszniewski E.: Podnoszenie żyzności gleb lekkich. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1959, 21, 1-47.
3. Dechnik I.: Właściwości gleby piaskowej w trzecim roku po zastosowaniu odpadów przemysłowych. Roczn. Glebozn., 1973, 22, 24, 469-477.
4. Dechnik I., Dębicki R.: Wykorzystanie syntetycznych środków do ulepszenia gleb. Probl. Agrofiz., 1977, 23.

5. Dechnik I.: Stare i nowe koncepcje poprawy żyzności gleby. Ossolineum, 1982.
6. Droese H., Gastoł T., Trzecki S.: Wpływ stosowania różnych odpadów kopalnianych i przemysłowych na właściwości i produktywność gleb lekkich, (cz.2), Rocz. Glebozn., 1970, 21, 22, 279-296.
7. Fabiański I., Gastoł I., Radecki A., Trzecki S., Zimniak Z.: Wpływ stosowania różnych odpadów kopalnianych i przemysłowych na właściwości i produktywność gleb lekkich (cz.2), Rocz. Glebozn., 1970, 21, 22, 297-319.
8. Gonet Z.: Metody podnoszenia żyzności i urodzajności gleb lekkich. Nowe Roln., 1970, 22, 20-28.
9. Gonet Z.: Wpływ mechanicznego rozdrobnienia - zmielenia gleby piaskowej na zmiany niektórych jej właściwości i plonowania roślin w warunkach doświadczeń wazonowych. Rocz. Nauk Roln., 1973, 98, seria-A, 3, 131-147.
10. Lebeda R.: Żel krzemionkowy. Wiad. Chem., 1976, 10, 15-21.
11. Misztal M.: Próba określenia przydatności wybranych odpadów kopalnianych i przemysłowych jako materiałów zwiększających pojemność sorpcyjną gleby piaszczystej. Ann. UMCS, Sec.E, 1971, 26, 167-186.
12. Misztal M.: Wpływ dodatku wybranych odpadów przemysłowych i kopalnianych na kompleks sorpcyjny gleby piaszczystej i jej właściwości chemiczne, cz.1. Zmiany kompleksu sorpcyjnego. Ann. UMCS, Sec.E, 1972, 27, 5, 63-68.
13. Misztal M.: Wpływ dodatku wybranych odpadów przemysłowych i kopalnianych na kompleks sorpcyjny gleby piaszczystej i jej właściwości chemiczne cz. 2. Zmiany właściwości chemicznych. Ann. UMCS, Sec. E, 1974, 28/29, 113-128.
14. Siuta A.: Wpływ mechanicznego rozdrobnienia gleby piaskowej, oraz dodatku iłu bentonitowego na jej właściwości fizykochemiczne i plonowanie niektórych roślin. Praca doktorska, IUNG Puławy, 1982.
15. Tomaszewski L.: Mikrometody biochemiczne w laboratorium klinicznym. 1970, PZWL, Warszawa.

Я. Ставиньски, А. Касяк, З. Соколовска

ВЛИЯНИЕ СИЛИКАГЕЛЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ

Р е з ю м е

Опираясь на физические и сорбционные свойства силикагеля, предприняли попытку применения его для улучшения физикохимических свойств легких почв. Для исследований использовали палевую почву, образованную из песка (горизонт  $A_1$ ) и силикагеля ( $SiO_2 \times nH_2O$ ), который после предварительного размельчения прибавляли к песчаной почве в количествах 1-20 весовых %. Так приготовленную почву размещали в поливиниловых колонках и проводили исследования движения и вымывания из почвы питательных элементов N, P, K во время промывания колонок дистиллированной водой. Отмечено, что присутствующий в почве гель затруднял вымывание из нее прибавленных удобрений. Количество задерживаемых элементов зависело от величины дозы и росло вместе с ним, а реакция почвенных фильтратов менялась из кислой в легко щелочную. Влажность почвенных образцов с кремнеземом, измеряемая количеством задерживаемой воды, росла с дозой геля. Кроме того отмечено рост величины удельной поверхности (полной и внешней) и сорбционной емкости почвенных образцов, модифицированных гелем. Не обнаружили, однако, прямо пропорциональной зависимости этих свойств от дозы кремнезема.

J. Stawiński, A. Kasiak, Z. Sokołowska

THE EFFECT OF SILICA GEL ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES  
OF SANDY SOIL

## S u m m a r y

On the basis of the physical and sorptive properties of silica gel an attempt was made at improving the physicochemical properties of light soils. For the investigation the authors used a grey brown podzolic soil developed from sand ( A<sub>1</sub> horizon ) and silica gel ( SiO<sub>2</sub> x nH<sub>2</sub>O ) which, after grinding, was added to the sandy soil in doses from 1 to 20% by weight. The soil prepared in this way was put in polyvinyl columns for tests concerning the movement and washing out from the soil of NPK nutrients during the washing of the columns with distilled water.

It was found that the presence of silica gel in the soil restricted the washing out from the soil of the NPK fertilizers added. The amount of elements retained was related to the SiO<sub>2</sub> dosage and increased with increased doses of silica, and the reaction of the filtrates varied from acid to slightly alkaline. The moisture content of soil samples including silica, as measured by the amount of water retained, increased together with silica gel dosage. Moreover, an increase was observed in the value of specific surface area ( both external and total ) and sorptive capacity of the gel-modified soil samples. No direct proportion, however, was found between these values and the silica gel dosage.