

ZOFIA SOKOŁOWSKA

PRZEMIESZCZANIE SIĘ FOSFORANÓW W GLEBIE SZTUCZNIE
AGREGOWANEJ¹

Zakład Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk w Lublinie

WSTĘP

Istotne znaczenie dla mineralnego odżywiania roślin ma wiązanie fosforu w glebie oraz jego ruchliwość w profilu glebowym. U podstawy tych zagadnień leży zjawisko sorpcji fosforu przez gleby. Procesy sorpcyjne badane są najczęściej metodami statycznymi, tj. w warunkach równowagi termodynamicznej. Warunki jednak, w jakich wtedy procesy te zachodzą, dalekie są od naturalnych. Metody dynamiczne, mimo że odzwierciedlają w mniejszym lub większym stopniu naturalne warunki glebowe, są bardziej skomplikowane i dlatego znacznie rzadziej stosowane. Do badań dynamiki sorpcji jonów w glebach mają zastosowanie, między innymi, metody radiochromatografii [1, 6]. W ostatnich latach coraz częściej do opisu migracji soli w ośrodkach porowatych stosuje się metody symulacji numerycznych [2, 3, 4, 8].

Celem niniejszej pracy było prześledzenie procesu sorpcji jonów fosforanowych w warunkach dynamicznych w glebach sztucznie agregowanych.

METODYKA

Pomiary prowadzono na glebie płowej (tab. 1) wytworzonej z piasku gliniastego (poziom A_1). Badania prowadzono na glebie naturalnej i sztucznie zagregowanej za pomocą rokrysolu WF-1. Agregację gleby uzyskano w następujący sposób: próbkę gleby powietrznie suchej, przesianej przez sito o średnicy oczek 1 mm, zwilżano do wilgotności 60% roztworem rokrysolu o takim stężeniu, aby dawka flokulanta wynosiła od 1 do 1000 g na tonę suchej gleby. Następnie glebę mieszano i pozostawiano do osadzenia.

¹ Praca wykonana w ramach problemu II. 8, koordynowanego przez Zakład Agrofizyki PAN w Lublinie.

stawiono w temperaturze pokojowej na 7 dni. Tak przygotowane próbki glebowe używano do badań.

Doświadczenie prowadzono następująco: 200-gramową próbkę gleby (naturalnej lub agregowanej) umieszczano w szklanej kolumnie, którą wytrząsano na wytrząsarce w celu ujednoczenia ubicia. Następnie kolum-

T a b e l a 1

Skład mechaniczny oraz niektóre właściwości gleby płowej użytej do badań
Some properties of pseudo-podzolic soil formed from sand,
used in our experiments

Procent części o średnicy w mm Per cent of soil fractions in mm				S _{H₂O} Surface area m ² /g	Próchnica Organic matter. %	pH		P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O
1,0-0,1	0,1-0,02	0,02-0,002	<0,002			KCl	H ₂ O		
67	20	13	4	8,33	0,96	5,6	6,8	5,0	6,0

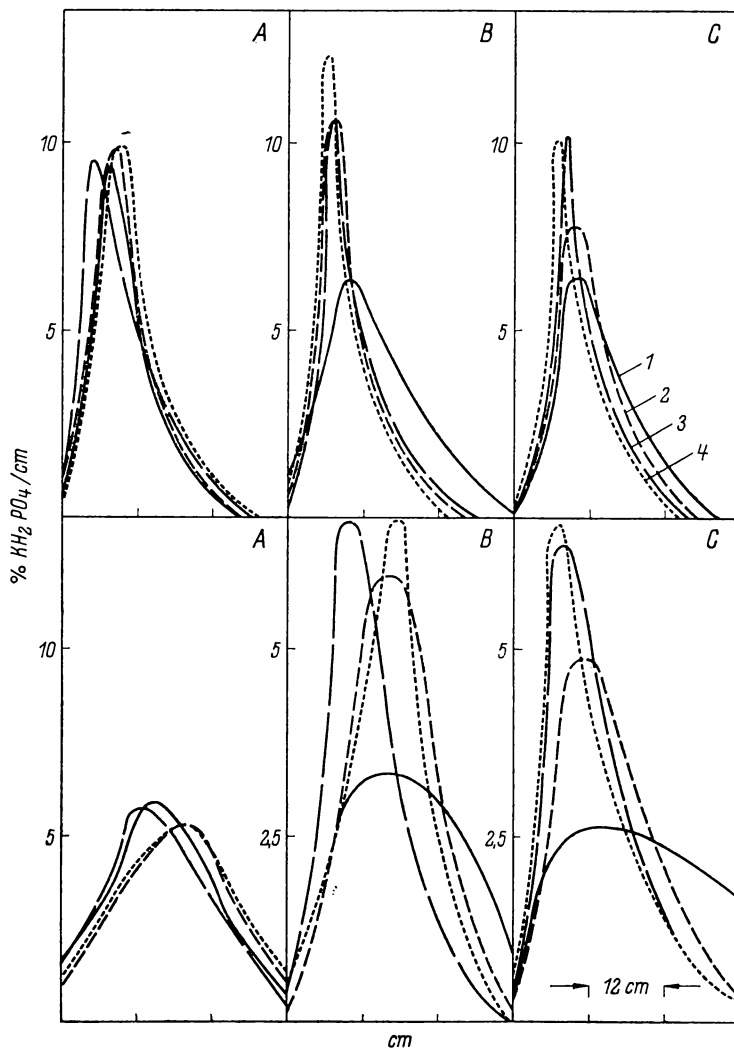
nę napełniano wodą destylowaną. W tym celu wylot kolumny połączono wężykiem z napełnionym wodą wkraplaczem, który bardzo powoli podnoszono do góry. Woda dążąc do wyrównania poziomu w kolumnie i wkraplaczu wypierała powietrze zawarte między ziarnami w kolumnie glebowej. Napełnianie kolumny wodą prowadzono aż do ukazania się jej nad poziomem gleby. Wtedy ustalano szybkość wypływu wody na 0,5 ml/min, a na wierzchołek kolumny wprowadzono 5 ml roztworu KH₂PO₄, znaczonego izotopem ³²P, o stężeniu 10 mg/ml, aktywności właściwej 20 μCi/ml i pH 3, 7, 9. Po utworzeniu się w kolumnie pasma sorpcyjnego przemywano kolumnę w sposób ciągły wodą destylowaną o odpowiednim pH, zwiększając jednocześnie szybkość kroplenia do 1,5 ml/min. Przesuwanie się pasma sorpcyjnego wzdłuż kolumny śledzono za pomocą 6-kanalowego urządzenia opisanego w innej pracy [7]. Otrzymane z rejestratora radiochromatogramy były podstawą do obliczenia zmian stężenia jonu fosforanowego wzdłuż kolumny glebowej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rozłożenie fosforanów wzdłuż kolumny glebowej przy różnym pH dla gleby płowej i wybranych dawek flokulanta po przefiltrowaniu przez kolumnę 10 ml i 30 ml wody przedstawia rys. 1, a — po przefiltrowaniu 300 ml wody — rys. 2.

W przypadku większych dawek flokulanta obserwuje się na ogół szybszą migrację pasma sorpcyjnego w kolumnie oraz niewielkie jego zwężenie. W przypadku przefiltrowania przez kolumnę 10 ml wody zmiany stężenia fosforanu w profilu glebowym są dla wszystkich dawek rokrysolu podobne i osiągają maksimum na głębokości około 10 cm. Wiel-

kość tego maksimum jest przy wszystkich pH podobna i wynosi około 10% ogólnej dawki KH_2PO_4 na 1 cm długości kolumny. Wpływ wielkości dawki rokrysolu WF-1 na ilość zatrzymanego fosforanu uwidacznia się wyraźnie przy pH 7 i 9. Nie stwierdzono prostej zależności między wiel-



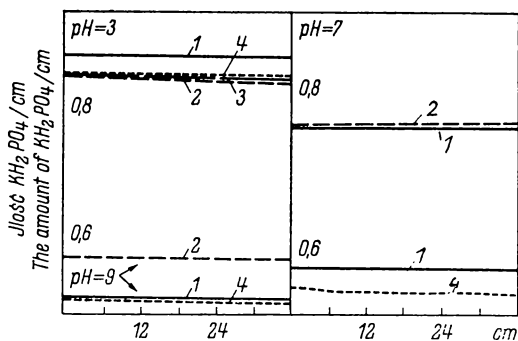
Rys. 1. Profile stężeniowe dla gleby pseudobielicowej 1 oraz dla wybranych dawek flokulantu

2 — 10 g/t, 3 — 250 g/t, 4 — 1000 g/t, otrzymane po przemyściu kolumny 10 ml wody (rysunki górne) oraz 30 ml wody (rysunki dolne). Pomiarzy przeprowadzono dla pH 3 A, pH 7 B i pH 9 C

Concentration profiles for pseudo-podzolic soil 1 and for soils modeiefied with different flocculante doses

2 — 10 g/t, 3 — 250 g/t, 4 — 1000 g/t, obtained after elution of 10 ml of water (upper figures) and 30 ml of water (lower figures). Measurements were carried out at pH 3 B, pH 7 B, pH 9 C

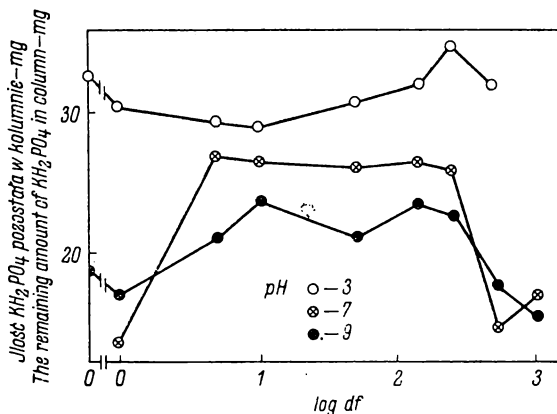
kością dawki flokulanta a ilością zatrzymanego fosforanu. Obfitsze przemycanie wodą kolumny glebowej z zasorbowanym fosforanem (rys. 1 dolny) powoduje obniżenie i niewielkie przesunięcie maksimum na głębokości około 12—14 cm. Wielkość maksimum jest różna dla różnego pH i wynosi odpowiednio około 50% całkowitej dawki KH_2PO_4 na 1 cm



Rys. 2. Profile stężeniowe dla gleby pseudobielicowej 1 oraz dla wybranych dawek flokulantu 2 — 50 g/t, 3 — 500 g/t, 4—1000 g/t, otrzymane po przemyciu kolumny 300 ml wody

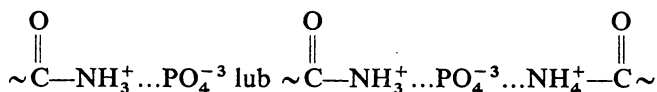
Concentration profiles for pseudo-podzolic soil 1 and for modified with different flocculant doses 2 — 50 g/t, 3 — 500 g/t, 4—1000 g/t, obtained after elution of 300 ml of water

długości kolumny przy pH 3 oraz około 70% przy pH 7 i 9. Również i tutaj, przy pH 3, nie obserwuje się zbyt wielkich różnic w rozmieszczeniu fosforanu w profilu glebowym od dawki rokrysolu. Natomiast przy pH 7 i 9 różnice te są znaczne i wyraźnie widoczne, chociaż i tutaj brak jest prostej zależności. Przefiltrowanie przez kolumnę glebową z zasorbowanym fosforanem znacznej ilości wody, to jest 300 ml (rys. 2), powoduje całkowite rozmycie pasma sorpcyjnego i zanik maksimum. Ilość fosforanu pozostała w kolumnie może być praktycznie biorąc, uważana za trwale związaną. Jest ona największa przy pH 3, a najniższa przy pH 9. Dodatek do gleby flokulanta powoduje niewielkie obniżenie ilości trwale związanego fosforanu. Porównanie całkowitej ilości fosforanu pozostałego w kolumnie glebowej po przemyciu jej taką ilością wody, która zapewnia w przesączu aktywność rzędu 0,0030% aktywności wyjściowej (od tego poziomu obserwuje się na radiochromatogramach wydłużoną, rozmytą część pasma, tzw. „ogon”, nie zmieniający się podczas dalszego filtrowania wody przez kolumnę) przy różnych pH i różnych dawkach flokulanta, przedstawia rys. 3. Całkowita ilość fosforanu pozostała w kolumnie jest największa przy pH 3,0, a najmniejsza przy pH 9. W glebie pozostaje około 20—30 mg KH_2PO_4 z całkowitej dawki 50 mg KH_2PO_4 dodanej do gleby. Wpływ flokulanta na dynamikę sorpcji fosforanów w glebach może być wynikiem blokady centrów sorpcyjnych na powierzchni cząstek glebowych przez cząsteczki flokulanta, a także efektami sterycznymi, związanymi z kształtem cząsteczek. Wiadomo też, że zasorbowany flokulant sam stanowi nowe centra adsorpcyjne [5]. Atomy lub grupy atomów polimeru mogą oddziaływać z jonami siłami Van der Waalsa. Ponadto sugerowano też możliwość istnienia połączeń typu jonowego. Zhy-



Rys. 3. Zależność między ilością fosforanu pozostającego w kolumnie glebowej a wielkością dawki flokulantu
Amount of field phosphate versus flocculant dose

drolizowana cząsteczka poliakryloamidu (PAA) może wiązać elektrostatycznie aniony w następujący sposób [5]:



Rola wymienionych czynników będzie tym większa, im większa część powierzchni cząstek glebowych będzie zajęta przez cząstki flokulanta. Na podstawie badań sorpcyjnych trudno ustalić, jakiego rodzaju centra sorpcyjne biorą udział w wiązaniu flokulanta oraz który z czynników odgrywa decydującą rolę w wiązaniu fosforanu.

WNIOSKI

1. Stwierdzono wpływ obecnego w glebie flokulanta na dynamikę sorpcji jonu fosforanowego. Procent zatrzymywanego KH_2PO_4 na 1 cm długości kolumny jest dla gleb zagregowanych prawie dwa razy większy niż dla gleby naturalnej.

2. Ilość trwale związanego fosforanu (tj. nie dającego się wymyć wodą) nie jest prostą funkcją wielkości dawki flokulanta w glebie. W sposób trwały zatrzymywany jest w całej kolumnie około 20—30 mg z ogólnej ilości wprowadzonego fosforanu, tj. 50 mg.

3. Rozmieszczenie trwale związanego fosforanu zależy od obecności w glebie flokulanta, ale praktycznie nie zależy od wielkości jego dawki.

LITERATURA

- [1] Bologh J. C., Grigal D. F.: Soil chromatographic movement of technetium-99 through selected Minnesota soils. Soil Sci. 130, 1980.

- [2] Bouma J., Anderson J. L.: Water and chloride movement through soil columns simulating pedal soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 41, 1977.
- [3] Harter R. D., Foster B. B.: Computer simulation of phosphorus movement through soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 40, 1976.
- [4] Mansel R. S., Selim H. M., Fiskel G. A.: Simulated transformations and transport of phosphorus in soil. Soil Sci. 124, 1977.
- [5] Morawetz H.: Macromolecules in solution. J. Willey, N. York 1975.
- [6] Raczynski W. W.: Praktikum po primienieni izotopow i izluczeni w sielskom chozajstwie. Wypusk V i VIII, TSChA, Moskwa 1962.
- [7] Szczypa J., Sokołowska Z., Szymula M.: Investigations of the dynamics of ion sorption in modified soils. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 220. w druku.
- [8] Tanji K. K.: A computer analysis on the leaching of boron from stratified soil columns. Soil Sci. 110, 1970.

З. СОКОЛОВСКА

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ФОСФАТОВ В ИСКУССТВЕННО АГРЕГИРОВАННОЙ ПОЧВЕ

Отделение агрофизики Польской академии наук

Резюме

С применением метода элизионной радиохроматографии исследовалось перемещение фосфата, меченого изотопом P-32, в почвенных колонках. Опыты велись на искусственно агрегированной (флокулянт из группы PAA Rokrysol WF-1) палеовой почве, образованной из средней супеси. Количество введенного в почву флокулянта составляло 0–1000 г/т сухой почвы. В работе представлены полученные профили концентрации фосфата на искусственно агрегированной почве при различном pH растворов KH_2PO_4 и определено влияние флокулянта на количество задерживаемого в почве фосфата. Предпринята также попытка качественного выяснения роли флокулянта в процессе сорбции фосфатных ионов на искусственно агрегированной почве. Констатировалось, что:

— флокулянт, прибавленный к почве, влиял на сорбцию фосфатных ионов; процент задерживаемого KH_2PO_4 на 1 см длины колонки был для агрегированных почв почти в два раза больше чем для контрольной почвы,

— количество устойчиво связанного фосфата (т.е. не позволяющего выщелачиваться водой) не является обыкновенной функцией величины дозы флокулянта, введенного в почву; устойчиво задерживается во всей колонке ок. 20–30 мг из общего количества 50 мг введенного фосфата,

— размещение в колонке устойчиво связанного фосфата зависит от наличия в почве флокулянта, но практически не зависит от величины дозы, вводимой в почву.

Z. SOKOŁOWSKA

PHOSPHATE MIGRATION IN SOIL ARTIFICIALLY FLOCCULATED

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences in Lublin

Summary

Using a radiochromatographic elution method the migration of phosphates, labelled with P-32, in soil columns were investigated. Experiments were carried out using a pseudo-podzolic soil formed from sand, flocculated artificially with Rokry-

sol WF-1 (the flocculant from the PAA group). The amount of the flocculant in soil was changed, from 0 to 1000 g per ton of the dry soil. For the purpose of determination the influence of the flocculant on migration of phosphates in soils, and on the amount of phosphates fixed in the soil, we measured the concentration of phosphates along the soil columns.

— The amount of the flocculant introduced into soil influences upon the sorption of phosphates. The amount of KH_2PO_4 fixed in the flocculated soil was about two times as greater then that fixed in the nonflocculated soil.

— The amount of fixed phosphates is not simply related to the amount of flocculant introduced in soil, but the total amount of fixed phosphate changes from 40 to 60 percent of the phosphate introduced into the columns.

— The distribution of the phosphates in the columns depends mainly upon the present of the flocculant, but practically it does not depend upon the dose of the flocculant.

Dr Zofia Sokółowska
Zakład Agrofizyki PAN
Lublin, Krakowskie Przedmieście 39

