

MARIAN KĘPKA

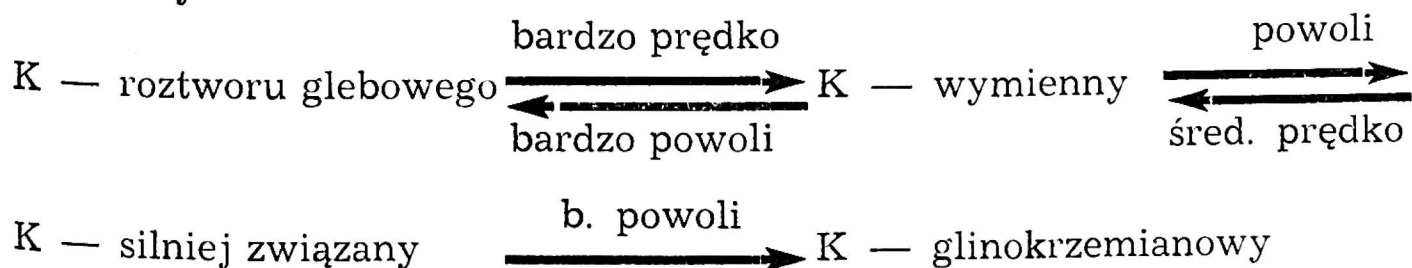
*Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej Akademii Rolniczej w Warszawie*

## POTAS SILNIEJ WIĄZANY\*) W GLEBACH

Składniki mineralne wprowadzane do gleby pod postacią nawozów mineralnych i organicznych mogą być pobrane przez rośliny, znajdować się w roztworze glebowym bądź ulegać sorpcji, przechodząc w formę silniej związaną z koloidalną frakcją lub innymi związkami gleby. Część wprowadzonych składników pokarmowych przedostaje się razem z wodą do głębszych warstw profilu glebowego i może być przenoszona przez ruchy wód podziemnych.

W glebach wytworzonych z piasków znajdują się na ogół nie wystarczające ilości łatwo przyswajalnych składników dla optymalnego wzrostu roślin.

Pierwiastki niezbędne do życia roślin występują w glebie w różnych formach. Na przykład dla różnych form potasu istnieje stan równowagi dynamicznej:



Z opublikowanych w literaturze badań wynika, że głównie potas i fosfor wprowadzone do gleby w postaci nawozów ulegają silniejszemu wiązaniu.

Przeprowadzone badania wskazują, że nie wszystkie minerały występujące w glebie mają właściwości silniejszego wiązania potasu. Takimi właściwościami charakteryzują się przede wszystkim wtórne minerały ilowe o budowie krystalicznej, głównie z grupy illitowej i wernikultowej oraz minerały o budowie przewarstwionej. Stan krystaliczny minerałów wpływa w każdym zespole pierwiastków chemicznych na nader ścisłą selekcję, umożliwiając niektórym z nich wejście w skład jednego i tego samego gatunku kryształu. W przypadku silniejszego wiązania potasu mamy do czynienia

\*) Silniej związany potas nie ulega wymianie przy traktowaniu gleby 1n  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  o  $\text{pH} = 7$ , natomiast jego wymiana następuje w wyniku traktowania gleby silnymi kwasami lub przy wysyceniu jonem  $\text{NH}_4^+$  i prażeniu w temp.  $500^\circ\text{C}$ .

z minerałami krystalicznymi, którymi rządzą prawa nie mające zastosowania w chemii niekrystalicznej.

W minerałach krystalicznych, które wykazują właściwości silniejszego wiązania potasu ważne jest pokrewieństwo krystalochemiczne pierwiastków, uzależnione od wielkości promieni atomów lub jonów oraz od ich skłonności do polaryzacji. Minerale krystaliczne wykazujące właściwości silniejszego wiązania potasu mają uporządkowane swoje składniki według wielkości. Zasadnicze znaczenie mają tutaj wymiary przestrzeni sieciowej występujące w strukturze kryształu. Długość promieni jonowych (atomowych lub cząsteczkowych) potasu i innych pierwiastków oraz związków wchodzących w skład kryształów minerałów krystalicznych przedstawia się następująco (15):

$K^{+1}$	—	1,33 Å
$O^{-2}$	—	1,32 Å
$(OH)^{-1}$	—	1,33 Å
$H_2O$	—	1,38 Å
$Si^{+4}$	—	1,34 Å
$Si^{-4}$	—	2,71 Å
$Al^{+3}$	—	1,43 Å

Z przytoczonych danych wynika, że długość promienia jonowego potasu jest zbliżona do długości promieni innych pierwiastków wchodzących w skład kryształów minerałów o właściwościach silniejszego wiązania potasu. Potas może więc zajmować miejsca innych jonów w sieci krystalicznej.

Potas należy do pierwiastków wykazujących skłonności polaryzacyjne. Polaryzacja jonowa polega na deformacji przestrzeni sieciowej w kryształach i przemieszczaniu powłok elektronowych względem swych jąder atomowych oraz nakładaniu się tych powłok. Rozróżniamy dwa rodzaje polaryzacji jonowej — bierną i czynną. Polaryzacja bierna polega na zdolności odkształcania się jonów pod wpływem wolnych przestrzeni występujących w sieci, natomiast polaryzacja czynna — na odkształceniu przestrzeni sieciowych przez jony pierwiastków. Polaryzacja jonowa jest więc często powodem zmniejszania odstępów sieciowych w strukturze kryształu oraz wywołuje kierunkową deformację jonów prowadzącą do zmniejszenia symetrii struktury sieciowej, w wyniku czego tworzą się struktury warstwowe.

Z badań Schachtschabela (12), Page'a (10), Marschalla (7), Volka (16), Mortlanda (8), Market (6), Mac Leana (5), Wiklandera (17), Schuffelena (14), Van der Marela (14) i innych wynika, że istnieje wiele teorii w zakresie sposobu silniejszego wiązania potasu w glebie. Niektórzy z nich uważają, że potas jest silniej wiązany przez siły powierzchniowe, tzw. siły Van der Va-

als a i Helmholtza, jednak brak silniej związanego potasu w minerałach, w których te siły występują spowodował, że teorię tę odrzucono.

Z badań Volka, które przytacza Schuffelen (14), wynika, że silniejsze wiązanie potasu prowadzi do tworzenia się muskowitu z żelu krzemionkowego, glinu i jonów potasowych.

Zgodnie z poglądami Kelloga, które cytuje Kelly (3), trudno wytłumaczyć powstawanie muskowitu w tak krótkim czasie oraz tworzenie się tego minerału w wyniku silniejszego wiązania potasu, ponieważ muskowit jest minerałem hydrotermalnym.

Market (6) i inni stwierdzili, że pomiędzy różnymi formami potasu w glebie istnieje równowaga dynamiczna, w wyniku czego potas przechodzi z jednej formy w drugą. Badania przeprowadzone w tym zakresie przez Schuffelena i współpracowników nie potwierdziły tej zależności. Natomiast na podstawie badań Schuffelena, Page'a i innych można stwierdzić, że podczas suszenia montmorylonitu z KCl zachodzi proces silniejszego wiązania potasu, który polega na „wciąganiu“ jonów potasowych w wolną przestrzeń pomiędzy warstwami  $\text{Si}_2\text{O}_5$ . Jony mniejsze od jonu potasu nie są zbyt silnie związane w przestrzeniach sieciowych, ponieważ nie mogą ich szczelnie wypełnić, natomiast jony większe od potasu nie mieszczą się w tych przestrzeniach i dlatego zostają związane luźno.

Występowanie w glebie silniej związanego potasu tłumaczą oni tym, że w niektórych minerałach krystalicznych zachodzi wymiana krzemu na glin. Powstałe w ten sposób w sieci krystalicznej miejsca o znaku ujemnym wykazują dużą siłę wiązania i oddziałują na jony o skłonnościach polaryzacyjnych (np.  $\text{K}^+$ ), wiążąc je w mniej lub więcej niewymienną formę. Ten typ silniejszego wiązania potasu występuje w glebach zawierających minerały warstwowe i niektóre minerały z grupy montmorylonitu (np. bejdelit i nontronit).

Z badań Schachtschabela (12) wynika, że potas wprowadzony do gleby jest używany na regenerację minerałów potasowych, z których bądź został wyczerpany w skutek długotrwałej uprawy roślin, bądź usunięty podczas procesu wietrzenia. W ten sposób regeneracja potasu prowadzi do silniejszego wiązania tego pierwiastka.

Silniejsze wiązanie potasu może też zachodzić wskutek blokowania w wąskich przestrzeniach lub kapilarach w zeolitach i permutytach przez wytrącające się związki, np.  $\text{F}(\text{OH})_3$ .

Z badań Chaminadego (2) i współpracowników wynika, że więcej potasu zostało silniej związane z  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  niż w KCl. Zjawisko to można wytłumaczyć zwiększeniem wartości ładunku ujemnego, który powstaje przy zamianie jonu  $\text{OH}^-$  na jon  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Ilość silniej związanego potasu w glebie zależy według Wiklandera od

wielu czynników takich jak: a) skład jakościowy minerału, b) ilość dodawanego potasu, c) stan uwilgotnienia gleby, d) stan rozworu glebowego, e) wzajemny udział kationów w kompleksie sorpcyjnym i f) procentowa zawartość frakcji koloidalnej. Ilość potasu silniej związanego zależy także od typu gleby, rodzaju skały macierzystej oraz jej pochodzenia, klimatu, pH itd.

Jak wskazują badania Schuffelena (14), gleby wytworzone ze skał pochodzenia lodowcowego (np. w Norwegii, Finlandii, Szkocji) silniej wiążą większe ilości potasu niż gleby o zbliżonych właściwościach chemiczno-fizycznych, ale wytworzone z innych pod względem pochodzenia geologicznego skał macierzystych. Gleby pochodzenia organogenicznego (torfy, wapienie) nie wykazują właściwości silniejszego wiązania potasu, ponieważ brak w nich minerałów o powyższych właściwościach.

Według niektórych badaczy (4) procentowy udział potasu silniej związanego w glebie w stosunku do ogólnej ilości tego pierwiastka wynosi: w skale macierzystej piasku — 4,18, w glinie zwałowej — 7,76, ile warwonym — 29,45 %.

Zgodne z dotychczas przeprowadzonymi badaniami (8, 11, 13, 14) nie można uważać potasu silniej związanego za stracony, ponieważ po wyczerpaniu się potasu wymiennego rośliny mogą pobierać potas niewymienny. Ilość pobranego potasu przez niektóre rośliny (owies) może według Reitenmeiera dochodzić do 47<sup>0</sup>/<sub>10</sub>. Pobieranie tej formy potasu przez rośliny zależy od wielu czynników, jak np. tempa wzrostu roślin, systemu korzeniowego, zapotrzebowania roślin na potas, długości okresu wegetacji, gatunku roślin.

Z przeglądu literatury dotyczącej występowania potasu silniej związanego w glebach nasuwają się następujące wnioski:

1. Wprowadzony do gleby potas w postaci nawozów może przechodzić w formę silniej związaną, która jest dostępna dla roślin.
2. Silniejsze wiązanie potasu przeciwdziała jego stratom, które mogą powstawać w wyniku przedostawania się tego pierwiastka do wód gruntowych. Ruchy wody gruntowej powodują jak wiadomo przeniesienie potasu i jego straty z punktu widzenia rolniczego.
3. Gleby zawierają różne ilości silniej związanego potasu. Zawartość tej formy potasu zależy m. in. od takich czynników jak: procentowa zawartość frakcji koloidalnej, skład mineralny i granulometryczny typ oraz rodzaj gleby.

#### LITERATURA

1. B y c z k o w s k i A.: Studia nad mechanizmem działania nawozów potasowych na plon roślin. Roczn. Nauk Roln. i Leśnych T XXXVII. s. 36-134, 1936.

2. Chaminade R., Drouineau G.: *Ann. Agron.*, 6 s. 677—690, 1936.
3. Kelly W. P.: *Cation exchange in soil*. Reinhold Publ. Corp. s. 108 New York 1948
4. Kępka M.: Badania nad występowaniem w glebach potasu wymiennego i silniej związanego. *Zeszyty Naukowe SGGW* 22, 1972.
5. MacLean A. J.: Fixation of potassium added to soils and its recovery by plants. *Can. Journ. Soil Sci.*, 48, s. 307—315, 1968.
6. Market S.: Über Beziehungen des Gehaltes und Reserve Kalium zu Bodenart und Bodentyp. *Thaer-Archiv*. 9, s. 117—125, 1965.
7. Marshall E. C.: *The physical chemistry and mineralogy of soil*. T. 1, s. 268-314, New York 1964.
8. Mortland M. M.: The dynamic of potassium release and fixation. *Soil Sci.* 1, s. 11-13, 1961.
9. Mercik St.: Studia nad zależnością między zasobnością gleby w potas, a efektywnością nawożenia tym składnikiem. *Zeszyty Naukowe SGGW*, 13, 1972.
10. Page J. B., Baver L. D.: Ionic size in relation to fixation of cations by colloidal clay. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 4, s. 150-155, 1940.
11. Reitemeier R. F.: The chemistry of soil potassium. *Advance in Agronomy*. 3, s. 113-164, 1951.
12. Schachtschabel P.: Aufnahme von nichtaustauschbaren kali durch die Pflanzen, *Bodenkunde und Pflanzernahrung*. 1937, 3-Bd.
13. Schmitz G. W., Pratt P. F.: Exchangeable and nonexchangeable potassium as indexes to yield increases and potassium adsorption by corn the greenhouse. *Soil Sci.* 76, s. 343—345, 1953.
14. Schuffelen A. C., Van der Marel H. W.: Potassium fixation in soil. *Potassium Symposium Berne*. 1955, s. 157-201.
15. Smulikowski K.: *Geochemia*. PWN, s. 457—522, Warszawa 1963.
16. Volk G. W.: The nature of potash fixation in soil. *Soil Sci.* 45, s. 269-276, 1938.
17. Wiklander L.: Forms of potassium in soil. *Potassium Symposium Intern. Potas Institute Berne*. 1954, s. 109-121.