

MIECZYŚLAW KOTER

## WPLYW NAWOZÓW POTASOWYCH NA SKŁAD KATIONÓW WYMIENNYCH KOMPLEKSU SORPCYJNEGO

(Z Zakładu Chemii Rolnej WSR — Olsztyn)

Z nawozami organicznymi i mineralnymi (wapno, nawozy potasowe, fosforowe i azotowe) wprowadzamy do gleby (roztworu glebowego) poważne ilości zasad (kationów  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ), które ulegając wymianie w równoważnych ilościach z kationami wymiennymi kompleksu sorpcyjnego, mogą wpłynąć na zmianę ich składu.

Przypuszczenia te potwierdzają badania naukowe i szeroka praktyka rolnicza. Stosując na jednym i tym samym polu nawożenie jednostronne ( $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$  itd.) przez wiele lat, powodujemy wypieranie z kompleksu sorpcyjnego kationu  $\text{Ca}$ , który łącząc się z anionami tych soli daje połączenia bardzo łatwo rozpuszczalne w wodzie, wskutek czego są one wypłukiwane w głąb gleby. Tego rodzaju reakcje, przebiegające przez dłuższy okres czasu w jednym kierunku, mogą znacznie pogorszyć własności fizyczne gleby przez dekalcytację kompleksu sorpcyjnego i nasycenie go kationami jednozasadowymi. Normalny właściwy stan rzeczy może przywrócić nam jedynie zabieg wapnowania.

Wprowadzając do gleby nawozy fizjologicznie kwaśne ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_4/2\text{SO}_4$ ) nie tylko powodujemy wypieranie wapnia z kompleksu sorpcyjnego, ale również przez fizjologiczne zakwaszenie wprowadzamy jon wodorowy.

Istnieją badania stwierdzające wpływ nawożenia na zawartość kationów wymiennych w kompleksie sorpcyjnym. Jako przykład podajemy doświadczenie wykonane przez badaczy radzieckich Sobolewa i Draczewa (24), którzy stwierdzili wpływ nawożenia obornikiem na zwiększenie ilości wymiennego  $\text{Ca}$ ,  $\text{K}$  i  $\text{Mg}$ .

Stwierdzono również wpływ uprawy wieloletnich roślin motylkowych w siewie mieszanym z trawami na zwiększenie kompleksu sorpcyjnego oraz ilości wymiennego wapnia (S. Brakin 1953).

W Polsce pierwszy zainteresował się tymi zagadnieniami A. Maksimow (11), który wykazał, że przez stosowanie nawożenia możemy wpłynąć na zmianę jakościową i ilościową kationów kompleksu sorpcyjnego.

Badając zawartość kationów wymiennych gleb z poletek stale jednako nawożonych od 13 lat stwierdził, że wprowadzając nawozy wapniowe do gleby wzbogacamy ją w wymienny  $\text{Ca}^{++}$ , ale jednocześnie nie zmniejszamy w niej ilości wymiennego magnezu, potasu i sodu.

Nawożenie potasem zmniejsza znacznie ilość wymiennego wapnia, ilość zaś wymiennego potasu i magnezu utrzymuje na dość wysokim poziomie, co świadczy o dużej zawartości magnezu w solach potasowych.

Do podobnych wniosków doszedł F. Terlikowski, który łącznie ze współpracownikami Byczkowskim i Sozańskim przeprowadził badania laboratoryjne nad kilkoma glebami, traktując je roztworami różnych nawozów potasowych o określonym stężeniu (27).

Te nieliczne badania przeprowadzone zaledwie na kilku glebach skłoniły nas do prześledzenia różnic w działaniu poszczególnych nawozów potasowych na skład kationów wymiennych różnego typu gleb.

## 1. BADANIA WŁASNE

**Metodyka badań.** Glebę, przesianą przez sito o średnicy oczek 2 mm, w ilości 50 g wytrząsano w aparacie rotacyjnym ze 100 ml roztworu odpowiedniego nawozu, zawierającego 20 mg  $\text{K}_2\text{O}$ . Po dwóch godzinach mieszania przenoszono glebę na lejek Büchnera, odsączano roztwór soli potasowej i przemywano 50 ml wody destylowanej wolnej od  $\text{CO}_2$ . Pozostałą ilość niezasorbowanej soli potasowej usuwano 96% alkoholem etylowym aż do zniknięcia reakcji na jon Cl.

W glebie oznaczano zawartość wymiennych kationów: K, Na, Mg i Ca, metodą Gedrojcia stosując 0,05 n HCl.

Wapń oznaczono oksydymetrycznie, potas w glebie metodą kobaltową, zaś w nawozach — kwasem nadchlorowym, magnez — metodą objętościową wg Gedrojcia, sód — octanem uranylowo-magnezowym.

Analizę chemiczną gleb na ogólną zawartość składników badanych wykonano metodą krakowską, zalewając 100 g gleby 200 ml 25% kwasu solnego.

Analizę mechaniczną gleb wykonano według uchwały I Międzynarodowej Komisji badań własności fizycznych gleb.

**Charakterystyka gleb i nawozów.** Doświadczenie przeprowadzono na czterech glebach (warstwa orna): 1) czarnoziem wytworzony z lessu, 2) less zbielicowany z okolic Pożoga, 3) piasek pylasty mocny zbielicowany z Rud, 4) piasek luźny zbielicowany z Wołomina. Gleby te użyto ze względu na różną wielkość jak i odmienny charakter ich kompleksów sorpcyjnych. Najbogatszą glebą w próchnicę jest czarnoziem, który posiada również i największą pojemność sorpcyjną. Najmniej-

szą ilość próchnicy jak i najmniejszy kompleks sorpcyjny posiada gleba piaskowa z Wołomina. Charakterystykę gleb pod względem składu mechanicznego podajemy w tablicy 1.

Tablica 1

Skład mechaniczny badanych gleb w procentach

Nazwa gleby	Średnica cząstek w mm					
	2,0-0,2	0,2-0,06	0,06-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	0,002
Czarnoziem	0,32	5,89	35,70	18,81	10,12	29,17
Less zbielicowany	4,04	25,75	51,95	7,46	3,12	7,71
Piasek pylasty mocny, zbielicowany z Rud	33,80	29,71	20,93	5,70	0,60	0,21
Piasek luźny zbielicowany z Wołomina	63,53	24,07	3,10	1,64	0,27	2,35

Analiza składu mechanicznego gleb wykazała, że najwięcej cząsteczek spławialnych  $< 0,002$  mm zawiera czarnoziem, najmniej zaś gleba piaskowa z Wołomina. Odczyn gleb i zawartość próchnicy zamieszczone są w tablicy 2.

Tablica 2

Zawartość próchnicy i odczyn gleb

Rodzaj gleby	pH w H <sub>2</sub> O	Próchnica w %
Czarnoziem	6,9	3,94
Less zbielicowany	6,7	0,78
Piasek pylasty mocny zbielicowany z Rud	5,7	1,53
Piasek luźny zbielicowany z Wołomina	4,7	0,60

Dokładna charakterystyka składu kationów wymiennych badanych gleb podana jest w tablicy 3.

Tablica 3

Skład procentowy kationów wymiennych kompleksu sorpcyjnego badanych gleb

Rodzaj gleby	mg - równoważniki na 100 g gleby					w % ogólnej sumy			
	K	Na	Ca	Mg	Suma	K	Na	Ca	Mg
Czarnoziem	0,71	0,34	29,80	7,81	38,66	1,84	0,90	77,10	20,20
Less zbielicowany	0,20	0,27	6,77	1,01	8,25	2,42	3,18	82,06	12,24
Piasek pylasty zbielicowany mocny z Rud	0,42	0,23	4,13	1,51	6,29	6,68	3,64	65,66	24,01
Gleba piask. z Wołomina	0,16	0,29	0,84	0,00	1,29	12,40	22,48	65,12	0,00

Do badań zastosowano sześć różnych nawozów potasowych, w których określono zawartość potasu, sodu, magnezu i wapnia. Wyniki analiz zamieszczone w tablicy 4. Ponieważ zawartość wapnia w surowych solach

potasowych była bardzo mała (wahała się w granicach setnych części ‰), dlatego nie podajemy go w tablicy.

Tablica 4

Skład procentowy nawozów potasowych

Nawóz	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO
Kainit stebnicki	10,97	16,90	7,00
Kainit kałuski	11,62	20,00	16,00
40 ‰ sól potasowa	40,73	4,73	2,00
Langbeinit	12,12	23,20	15,00
Kalimagnezja palona	31,00	0,36	11,50
KCl (chem. czysty)	62,80	—	—

Wyniki badań. W pierwszej serii doświadczeń badaliśmy wpływ kainitu stebnickiego i 40 ‰ soli potasowej na kompleks sorpcyjny dwóch gleb: piasek z Wołomina i less zbielicowany. Dla wykazania wpływu soli towarzyszących, występujących w solach potasowych, traktowano gleby w tych samych warunkach czystym chlorkiem potasu (KCl). Zasorbowane kationy wypierano z kompleksu sorpcyjnego 1 n NH<sub>4</sub>Cl lub 0,05 n HCl. Ponieważ chlorek amonu był zanieczyszczony związkami sodu i potasu, dlatego też w dalszych badaniach stosowaliśmy jedynie 0,05 n HCl.

Porównując dane zamieszczone w tablicach 5 i 6 dochodzimy do przekonania, że nie ma wielkich różnic przy użyciu obu metod. Rozpatrując sumę oznaczonych kationów wymiennych w lessie możemy powiedzieć,

Tablica 5

Zawartość kationów wymiennych otrzymanych przy użyciu 1 n NH<sub>4</sub>Cl

Rodzaj gleby	Glebę traktowano roztworem	K	Na	Ca	Mg	Suma
		mg — równoważniki na 100 g gleby				
Piasek luźny zbielicowany z Wołomina	Bez nawozu	0,16	0,29	0,84	—	1,30
	Kainit stebnicki	0,36	0,20	0,66	—	1,22
	40 ‰ sól potasowa	0,38	0,16	0,75	—	1,29
	Czysty KCl	0,50	0,15	0,80	—	1,40
Less zbielicowany	Bez nawozu	0,20	0,26	6,62	0,85	7,93
	Kainit stebnicki	0,54	0,33	5,21	1,10	7,18
	40 ‰ sól potasowa	0,67	0,23	5,43	0,81	7,24
	Czysty KCl	0,72	0,18	5,55	0,55	7,00

że przy użyciu kwasu solnego suma zasorbowanych zasad była tylko nieznacznie większa niż przy użyciu chlorku amonu.

Porównując wpływ nawozów na skład kationów wymiennych należy stwierdzić, że wszystkie nawozy potasowe zwiększają ilość wymiennego

potasu, zarówno w glebie piaskowej z Wołomina jak i w lessie zbielicowanym. Ilość wymiennego potasu jest tym większa, im mniej soli towarzyszących zawiera nawóz działający na glebę.

Tablica 6

Zawartość kationów wymiennych otrzymanych przy użyciu 0,05 n HCl

Rodzaj gleby	Glebę traktowano roztworem	K	Na	Ca	Mg	Suma
		mg — równoważniki na 100 g gleby				
Piasek luźny zbielicowany z Wołomina	Bez nawozu	0,13	0,29	0,84	—	1,26
	Kainit stebnicki	0,26	0,11	0,50	0,21	1,08
	40 % sól potasowa	0,30	0,17	0,55	—	1,02
	Czysty KCl	0,48	0,17	0,75	—	1,40
Less zbielicowany	Bez nawozu	0,20	0,26	6,70	0,96	8,12
	Kainit stebnicki	0,61	0,32	5,10	1,40	7,43
	40 % sól potasowa	0,64	0,22	5,97	0,99	7,82
	Czysty KCl	0,68	0,18	6,30	0,60	7,76

Nawozy potasowe skoncentrowane, jak 40% sól potasowa i czysty KCl, zmniejszają ilość wymiennego sodu w glebie, zaś nawóz nisko procentowy, jak kainit stebnicki, dzięki temu, że zawiera około 17% sodu, działa odwrotnie.

Wszystkie nawozy potasowe bez względu na ich rodzaj zmniejszają zawartość wymiennego  $Ca^{++}$  w kompleksie sorpcyjnym obu gleb, przy czym stopień dekalcytacji kompleksu sorpcyjnego jest tym większy, im więcej soli towarzyszących zawierał dany nawóz.

40% sól potasowa, a więc nawozy wysokoprocentowe z wyjątkiem chemicznie czystego chlorku potasowego, nie zmniejszają zawartości wymiennego magnezu w glebie lessowej, zaś nawozy niskoprocentowe, do których należy kainit stebnicki, wpływają dodatnio na jego zawartość w kompleksie sorpcyjnym. Zjawisko to możemy wytłumaczyć zanieczyszczeniem związkami magnezowymi w większym stopniu soli surowych niż nawozów skoncentrowanych.

W drugiej części doświadczenia badano wpływ langbeinitu, kalimagnezji, kainitu kałuskiego i czystego chlorku potasu na skład kationów wymiennych czarnoziemiu, szczyrku i lessu. Wyniki tych badań przeprowadzonych przy pomocy tych samych metod co w serii I zamieszczone są w tablicy 7.

Z liczb zamieszczonych w tablicy 7 możemy wyprowadzić następujące wnioski: wszystkie wzięte do badań nawozy potasowe zwiększyły ilość potasu wymiennego w czarnoziemiu, szczyrku i glebie lessowej, przy czym należy podkreślić, że nawozy skoncentrowane, jak kalimagnezja i KCl,

Tablica 7

Skład kationów wymiennych przy użyciu 0,05 n HCl ; mg – równoważniki na 100 g gleby

Glebę traktowano roztworem	K	Na	Ca	Mg	Suma
	<b>Czarnoziem</b>				
Bez nawozu	0,71	0,34	29,80	7,84	38,66
Langbeinit	1,10	0,98	26,63	8,34	38,05
Kalimagnezja	1,22	0,30	28,62	7,80	38,00
Kainit kałuski	1,08	0,90	26,30	9,97	38,25
Czysty KCl	1,33	0,23	29,00	7,00	37,56
	<b>Piasek pylasty mocny zbielicowany</b>				
Bez nawozu	0,42	0,23	4,13	1,51	6,29
Langbeinit	0,51	0,30	3,33	1,85	5,37
Kalimagnezja	0,57	0,15	3,84	1,50	6,06
Kainit kałuski	0,53	0,35	2,84	2,08	5,80
Czysty KCl	0,78	0,13	4,00	1,25	6,16
	<b>Less zbielicowany</b>				
Bez nawozu	0,20	0,27	6,77	1,01	8,25
Langbeinit	0,52	0,81	4,98	2,40	8,16
Kalimagnezja	0,63	0,13	5,86	1,31	7,93
Kainit kałuski	0,51	0,35	4,40	2,67	7,94
Czysty KCl	0,88	0,18	6,30	0,60	7,76

o mniejszej ilości zanieczyszczeń w postaci soli ubocznych, wykazały silniejsze działanie.

W przeciwieństwie do potasu, zawartość wymiennego wapnia w badanych glebach pod wpływem nawozów potasowych znacznie zmniejsza się. W naszym doświadczeniu najsilniej wypierał wapń langbeinit i kainit kałuski, najslabiej zaś chlorek potasu. Przyczyny tego zjawiska należy szukać w różnej koncentracji roztworów wziętych do traktowania badanych gleb. Roztwór KCl zawierał w 100 ml tylko 32 mg chemicznie czystego chlorku potasu, gdy tymczasem roztwór langbeinitu 165 mg różnych soli, zaś roztwór kainitu kałuskiego 172 mg, a więc przeszło 5 razy więcej niż roztwór chlorku potasu.

Zawartość wymiennego magnezu zwiększa się wyraźnie pod wpływem langbeinitu i kainitu kałuskiego we wszystkich badanych glebach. Z pozostałych nawozów jedynie kalimagnezja nieznacznie wpłynęła na zwiększenie wymiennego Mg w glebie lessowej, natomiast chlorek potasu wyraźnie zmniejszał ilość tego pierwiastka w kompleksie sorpcyjnym wszystkich badanych gleb. To różne działanie nawozów potasowych na zawartość

wymiennego magnezu w badanych glebach, tłumaczymy różną zawartością tego pierwiastka w nawozach potasowych (tabl. 4). Najwięcej soli magnezowych zawierały takie nawozy jak kainit kałuski i langbeinit, najmniej zaś (40%) sól potasowa. Chlorek potasu praktycznie nie zawierał zanieczyszczeń w postaci soli magnezowych.

Zagadnienie wymiennego sodu w badanych glebach przedstawia się podobnie do zagadnienia magnezu. Nawozy potasowe jak langbeinit (23,2% Na<sub>2</sub>O) i kainit kałuski (20,0% Na<sub>2</sub>O), posiadające wiele ubocznych zanieczyszczeń w postaci związków sodu (NaCl), spowodowały znaczne zwiększenie ilości tego pierwiastka w kompleksie sorpcyjnym. Z badanych gleb najwyraźniej przedstawia się to działanie na czarnoziemie. Druga grupa nawozów potasowych, zawierających mało związków sodu jak kalimagnezja palona (0,36% Na<sub>2</sub>O) lub wcale jak KCl, zmniejszała ilość wymiennego sodu we wszystkich badanych glebach.

Z obu serii przeprowadzonych doświadczeń wynika, że sumą badanych kationów wymiennych Na, K, Ca i Mg we wszystkich badanych glebach nie ulega zmianom (w granicach błędu) pod wpływem dodania nawozów potasowych.

Tablica 8

Wypieranie kationów Na, Ca i Mg z kompleksu sorpcyjnego przez niektóre nawozy potasowe

Gleba	Wymienny kation	Zawartość kationów w mg równ.	Gleba trakt. KCl			Gleba trakt. kalimag.			Gleba trakt. 40% solą potasową		
			Zawartość kationów w mg równ.	różnica w mg równ.	różnica w %/‰	Zawartość kationów w mg równ.	różnica w mg równ.	różnica w %/‰	Zawartość kationów w mg równ.	różnica w mg równ.	różnica w %/‰
Czarnoziem	Na	0,34	0,23	0,11	32,3	0,30	0,04	11,8	—	—	—
	Ca	29,80	29,00	0,80	2,7	28,62	0,18	3,9	—	—	—
	Mg	7,81	7,00	0,81	10,3	—	—	—	—	—	—
Less zbielicowany	Na	0,27	0,18	0,09	33,3	0,15	0,14	51,0	0,22	0,05	14,5
	Ca	6,77	6,30	0,47	6,9	5,86	0,91	13,4	5,97	0,80	11,9
	Mg	1,01	0,60	0,41	42,6	—	—	—	—	—	—
Piasek pylasty mocny zbielicowany z Rud	Na	0,23	0,13	0,10	43,5	0,15	0,08	34,8	—	—	—
	Ca	4,13	4,00	0,13	3,1	3,84	0,29	7,0	—	—	—
	Mg	1,51	1,25	0,26	17,2	—	—	—	—	—	—
Piasek luźny zbielicowany z Wołomina	Na	0,29	0,17	0,12	41,4	—	—	—	0,17	0,12	41,4
	Ca	0,84	0,75	0,09	10,7	—	—	—	0,55	0,29	36,5
	Mg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Na podstawie otrzymanych danych możemy obliczyć ilość wypartych kationów wymiennych z kompleksu sorpcyjnego gleb przez wyżej wymienione nawozy potasowe. Oczywiście, że ilość wypartego kationu K nie będziemy mogli obliczyć z przyczyn wiadomych, natomiast obliczymy ilość i procent wypartych kationów Na, Ca i Mg z kompleksu sorpcyjnego przez KCl, 40% sól potasową i kalimagnezję tj. takie nawozy, które albo nie posiadają praktycznie biorąc zanieczyszczeń ubocznych, jak KCl lub posiadają ich mało względnie tylko jeden z podanych składników, jak np. kalimagnezja zawierająca 11,5% MgO. Działanie wyżej wymienionych nawozów na stopień wypierania sodu, wapnia i magnezu z kompleksu sorpcyjnego przedstawione jest w tablicy 8.

Na podstawie danych zamieszczonych w tablicy 8 wynika, że nawozy potasowe wypierają z kompleksu sorpcyjnego najwięcej wapnia i magnezu, najmniej zaś sodu. Jeżeli jednak ilość wypartych kationów wyrazimy w liczbach względnych, przyjmując pierwotną ilość kationu wymiennego w glebie nie traktowanej za 100, to okaże się, że najłatwiej podlega wymyciu wymienny kation Na i Mg i to we wszystkich badanych glebach. Można więc powiedzieć, że sód i magnez jest silniej wypierany przez nawozy potasowe niż wapń, czyli że kationy Na i Mg wykazują większą „energię wyjścia“ z kompleksu sorpcyjnego niż wapń.

Chociaż w niniejszej pracy, przy badaniu wpływu nawozów potasowych na glebę, zastosowano około 10-krotnie wyższe dawki nawozów potasowych niż to zwykle stosuje się w praktyce rolniczej tym niemniej można na podstawie uzyskanych wyników wyciągnąć pewne wnioski dla praktyki rolniczej.

Stosowanie nawozów nisko-procentowych, zawierających duże ilości sodu, w ciągu dłuższego okresu czasu bez zabiegu wapnowania, spowodować może nasycenie kompleksu sorpcyjnego sodem i potasem, co w konsekwencji prowadzić może do pogorszenia fizycznych warunków gleby.

Biorąc pod uwagę badania Ratnera, Jarussowa, Wondrauscha i innych, zwiększenie zawartości potasu w kompleksie sorpcyjnym ułatwia roślinie jego pobieranie, zaś zwiększenie ilości wymiennego sodu, którego „energia wyjścia“ jest większa niż potasu, zmniejsza pobieranie potasu.

Oczywiście, że nie u każdej rośliny może to ujemnie odbić się na wzroście, np. dla buraków cukrowych pewna ilość sodu zawarta w nisko-procentowych nawozach potasowych wpływa korzystnie (23).

Zwiększenie ilości wymiennego magnezu, co ma miejsce przy stosowaniu nawozów potasowych bogatych w sole magnezowe (kainit, langbeinit), ma duże znaczenie dla gleb ubogich w ten składnik, a poddawanych często zabiegom wapnowania. Na zagadnienie to ostatnio zwracał uwagę F. Terlikowski oraz A. Musierowicz.

## WNIOSKI

Przeprowadzono badania nad wpływem słabych roztworów (20 mg  $K_2O$  w 100 ml na 50 g gleby) soli potasowych (kainitów, langbeinitu, 40% soli potasowej, kalimagnezji i czystego chlorku potasu) na skład kationów wymiennych następujących gleb: 1) czarnoziem, 2) piasek pylasty mocny zbielicowany, 3) less zbielicowany, 4) piasek luźny zbielicowany.

Na podstawie otrzymanych wyników można wyprowadzić następujące wnioski:

1. Nawozy potasowe powodują zwiększenie zawartości wymiennego potasu, a zmniejszenie w równoważnych ilościach zawartości innych wymiennych kationów w kompleksie sorpcyjnym.

2. Nawozy skoncentrowane, jak chemicznie czysty KCl lub 40% sól potasowa, wypierają z kompleksu sorpcyjnego sód i magnez, natomiast surowe sole potasowe, jak langbeinit i kainity, wzbogacają kompleks sorpcyjny w te składniki.

3. Wszystkie nawozy potasowe powodują dekalcytację kompleksu sorpcyjnego i to tym silniej im więcej posiadają soli towarzyszących.

4. Między składem chemicznym nawozu a zawartością kationów wymiennych kompleksu sorpcyjnego istnieje pewna współzależność. Im więcej jakiegoś pierwiastka zawierać będzie nawóz, tym więcej wejdzie go do kompleksu sorpcyjnego i odwrotnie.

5. Badane nawozy potasowe nie wpływają na zmianę pojemności kompleksu sorpcyjnego.

6. Nawozy potasowe stosowane w dużych ilościach, przy niestosowaniu nawozów wapniowych, poprzez dekalcytację kompleksu sorpcyjnego mogą wpłynąć na pogorszenie własności fizycznych gleby.

## LITERATURA

1. Aleszin A. — Zawisimost' higroskopichnosti poczw od sostawa obmiennych kationów, *Chim. Soc. Ziemi.*, (1934), str. 211—230.
2. Chaminade R. — La rétrogradation de potassium dans les sols. *Annales agronom.*, 6 (1936), 817 str.
3. Dojmi di Delupis — Die Pflanze und die polare Sorption des Bodens, *Physiologische Verdrängung des sorbierten Ca-Ions*, *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde*, 39 (1935).
4. Gedroic K. — Poczwiennyj pogłaszczauszczyj kompleks rastienija i udobrienija, *Sielchozgiž, Leningrad—Moskwa* (1935), 342 str.
5. Gorbunow A. — Adsorbicija kalija poczwami. *Chim. Soc. Ziemi.*, 8 (1935), str. 145—186.
6. Hauser G. F. — Die Nichtaustauschbare Festlegung des Kalis im Boden (1941).
7. Jarusow S. S. — O dostupnosti rastienijam poczwiennyh obmiennyh kationow, *Poczwowiedienije*, nr 5 (1938), str. 799.
8. Jenny H., Covan E. — Über die Bedeutung der im Boden absorbierten Katio-

- nen für das Pflanzenwachstum, Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, 31 (1933), str. 311—319.
9. Joffe J. S. — Dostupnost rastienijam poczwiennyh obmiennyh kationow, Chim. Soc.-Ziemi., nr 5 (1936), str. 150—158.
  10. Lewickij K., Lesiukowa J. — Ustowija primienienija kobaltnitritnogo mieda dla koliczestwiennogo kalija pri massowych analizach, Chim. Soc. Ziemi., nr 2 (1931).
  11. Maksimow A. — Sorbcja i kwasowość gleb, Warszawa (1937), 152 str.
  12. Mattson S. — Poczwiennyje kolloidy, Selchozgiz (1934).
  13. Musierowicz A. — Adsorpcyjne własności torfów, „Roczniki Nauk Roln. i Leśn.“, 29 (1933), str. 329—360.
  14. Nostitz A. — Zur Bedeutung der basisch austauschbaren Bodennährstoffe für die Pflanzen und über Einwirkung des Kalkes auf die adsorbierenden Bodenkörper, Landw. Versuchstation, 103 (1935).
  15. Pallman H. — Dispersoidchemische Probleme in der Humusforschung, Kolloid Zeitschrift, 101 (1942).
  16. Pallman H., Hasler J., Hamdin A. — Zur Kolloidechemischen Kenntnis der Humusstoffe, Annales de la Faculté d'Agronomie de Bucarest, vol. I (1939—40).
  17. Piper C. V. — The Determination of Sodium by Precipitation as the Triple Salt Sodium—Uranyl—Magnesium Acetate, Journ. of Agricult., sc. 22 (1932).
  18. Prianisznikow D. — Agrochimia, Selchozgiz, Moskwa (1940), 324 str.
  19. Ratner E. J. — Minieralnoje pitanij rastienij i pogotitielnaja sposobnost, Moskwa (1950), 316 str.
  20. Schachtschabel P. — Untersuchungen über die Sorption der Tonmineralien und organischen Bodenkolloide und die Bestimmung des Anteils dieser Kolloide an der Sorption im Boden. Kolloid Beihefte, 51 (1940).
  21. Schachtschabel P. — Die Mineralien der Tonfraktion im Boden, Forschungsdienst, 6 (1938).
  22. Schachtschabel P. — Aufnahme von nichtaustauschbaren Kali durch die Pflanzen, Bodenkunde und Pflanzenernährung, 3/48 (1937).
  23. Starzyński K. — Różnice w sorpcji kationów, „Roczn. Glebozn.“, 1 (1950), str. 149—160.
  24. Sobolew i Draczew. — Wlijanije obrabotki i udobrienija na dynamiku poczwiennogo rastwora i pogłoszczonnych osnowanij, Naucz. Agron. Żurnał, nr 2 (1936).
  25. Świętochowski B. — O ruchach nawozowego jonu potasowego w glebie torfowej, Rocznik Łąkowy i Torfowy, 3 (1947).
  26. Terlikowski F., Sozański S. i Kwinichidze M. — Warunki pobierania przez rośliny Ca, Mg, Na, K z kompleksu sorpcyjnego gleb, „Roczniki Nauk Roln. i Leśn.“, 37 (1936), str. 21—34.
  27. Terlikowski F., Byczkowski A. i Sozański S. — Zmiany składu kationów w kompleksie sorpcyjnym gleb w zależności od formy nawożenia potasowego, „Roczn. Nauk Roln. i Leśn.“, 37 (1936), str. 9—19.
  28. Volk G. W. — The nature of potash fixation in Soils, Soil. Sc., 45 (1938), 263 str.
  29. Wang Po Huen. — Über die Bestimmung des Kationenumtausches des Bodenkompleskes nach Vageler-Alten, Kühn Archiw., 39 (1935).
  30. Wodzicka M. — O udziale wapnia w sumie zaabsorbowanych zasad w niektórych kwaśnych glebach woj. Krakowskiego, „Prace Rolniczo-Leśne“, nr 18, Kraków (1936).
  31. Wondrausch A. — Rola zaadsorbowanych kationów w żywieniu roślin, Annales U. M. C. S., sectio E, 5, Lublin (1950), str. 105—142.

МЕЧИСЛАВ КОТЕП

## О ВЛИЯНИИ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОСТАВ ОБМЕННЫХ КАТИОНОВ ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

(Кафедра агрономической химии Ольштинской Высшей Сельскохозяйственной Школы)

## Резюме

Проведено исследования по влиянию слабых растворов (20 мг.  $K_2O$  на 100 мл. на 50 г. почвы) калийных солей т. о. каинита, лангбейнита, 40% калийной соли, калимагния и химически чистого хлористого калия на состав обменных катионов следующих почв: чернозёма, перегнойных песков, лесса и песчаной почвы.

Основываясь на полученных результатах, возможно сделать следующие выводы:

1. Под влиянием калийных удобрений повышается содержание других обменных катионов в поглощающем комплексе.

2. Концентрированные удобрения, как то  $KCl$  или 40% калийная соль вытесняют натрий и магний из поглощающего комплекса, тогда как ископаемые калийные соли (лангбейнит и каинит) отдают поглощающему комплексу эти питательные элементы.

3. Всякие калийные удобрения вытесняют кальций из поглощающего комплекса и тем сильнее, чем выше в них содержание сопровождающих солей.

4. Существует определенное соответствие между химическим составом удобрения и содержанием обменных катионов поглощающего комплекса. Чем больше какого либо элемента содержится в удобрении, тем большее его количество будет поглощено комплексом и наоборот.

5. Исследованные калийные удобрения не вызывают изменений в емкости поглощающего комплекса.

6. Из поглощающего комплекса в первую очередь вытесняются калием катионы натрия и магния.

7. Калийные удобрения, применяемые на почве в больших количествах без одновременного известкования, могут вызвать ухудшение физических свойств почвы, вследствие вытеснения кальция из поглощающего комплекса.

M. KOTER

## ON THE POTASSIUM FERTILIZERS AS AFFECTING EXCHANGE CATIONS OF SORPTION COMPLEX

(Dep. of Agro-Chemistry of the Olsztyn Agricultural College)

## S u m m a r y

There were conducted investigations on the lowly concentrated solutions (20 mg of  $K_2O$  in 100 ml per 50 g of soil) of kainite, potassium salts, langbeinit, the 40 percent potassium salt, magnesium potassium sulphate and pure potassium chloride as affecting exchange cations of the following soils: chernozem soil, sandy loam soil, loess soil, and sandy soil.

On the basis of results reached, it may be concluded what follows:

1. By the action of potassium fertilisers, the exchange potassium content increases along with an equivalent decrease in the content of other exchange cations in the sorption complex.

2. Concentrated fertilisers such as chemically pure KCl or 40 percent potassium salt drive sodium and magnesium out of the sorption complex while raw potassium salts such as langbeinit and kainites make the sorption complex richer in the same components.

3. All potassium fertilizers cause the sorption complex to be the more intensely decalcified the higher content of salts combined in potassium fertilizers.

4. The chemical composition of a fertilizer and the content of exchange cations in the sorption complex are correlated in a certain way, viz: the more of any element the fertilizer contains the more of it will be absorbed by the complex and vice versa.

5. Examined potassium fertilizers have not affected the capacity of the sorption complex so as to change it.

6. In the sorption complex it is sodium and magnesium exchange cations which are most readily replaceable for potassium.

7. In the soil fertilized with great quantities of potassium compounds without adding lime, the deterioration of physical properties can possibly occur through the decalcification of the sorption complex.