

H. TERELAK

WPLYW NAWOŻENIA POTASEM NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ STATYCZNYCH I DYNAMICZNYCH WSKAŹNIKÓW ZAWARTOŚCI TEGO PIERWIASTKA W GLEBIE PIASZCZYSTEJ

Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów Pracowni Chemii Gleb
Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wyniki badań przeprowadzonych przez stacje chemiczno-rolnicze [8] wskazują, że znaczne obszary gleb w Polsce odznaczają się niską zawartością przyswajalnego potasu. Nawożenie potasem gleb powinno korzystnie wpływać na plonowanie roślin. Wiele opracowań wskazuje jednak na brak wyraźnej zależności między plonem roślin a zasobnością gleb w potas [11, 23] oraz poziomem nawożenia potasem [1, 2, 6, 7, 17, 28]. Istnieją również opracowania wskazujące, że wysokie nawożenie potasem obniżało plonowanie roślin [11, 18, 28]. Brak reakcji roślin na nawożenie potasem może być spowodowany silnym uwstecznieniem potasu nawozowego przez glebę [9, 10, 11, 15, 18, 21], dostateczną zasobnością gleb w potas [5, 13, 14], antagonistycznym działaniem potasu na pobieranie innych jonów [20, 22, 27], wysoką aktywnością jonu potasowego w roztworze glebowym [4, 5, 24, 26], zdolnością gleby do uwalniania potasu z formy niewymiennej w dostępną [12, 16, 18, 19, 21, 15] itp.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zróżnicowanych dawek potasu na tle nawożenia wapniem, magnezem oraz wapniem i magnezem (dolomit) na kształtowanie się statycznych i dynamicznych wskaźników zaopatrzenia roślin w potas w glebie wytworzonej z piasku. Zbadano również wpływ wymienionych zabiegów na plonowanie i skład chemiczny roślin.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 1975–1977 w oparciu o mikroparcele (1×1 m) wypełnione do głębokości 150 cm glebą piaszczystą z zachowaniem naturalnych poziomów genetycznych (A_1 — piasek słabo gliniasty, B) i C — piasek luźny). Uwzględniono następujące obiekty: K_0 , K_1 , K_2 , K_3 i kombinacje: K_1Ca , K_1Mg , $K_1(Ca+Mg)$, K_2Ca , K_2Mg ,

$K_2(Ca+Mg)$, K_3Ca , K_3Mg , $K_3(Ca+Mg)$. Na poletkach uprawiano następujące rośliny: kukurydza (1975 r.), żyto (1976 r.), kukurydza (1976 r.), owoce (1977 r.) i kukurydza (1977 r.). Rośliny zbierano na zieloną masę. Doświadczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach.

Zastosowano następujące poziomy nawożenia mineralnego (kg w przeliczeniu na ha):

	N	P_2O_5	K_1	K_2O K_2	K_3
kukurydza	200	150	100	200	300
żyto	100	75	50	100	150
owies	100	75	80	160	240

Fosforan amonowy i sól potasową zastosowano przedsięwzięcie, a saletrę amonową uzupełniającą niedobór azotu wniesionego z fosforanem amonu w stosunku do założonej dawki — pogłównie.

Wielkość dawki wapnia wyliczono w oparciu o 1,0 wartość kwasowości hydrolitycznej. Podobnie postąpiono w przypadku dolomitu zastosowanego na gleby kombinacji $K(Ca+Mg)$, które w dalszej części pracy oznaczano jako KD. Dawka magnezu, zastosowanego w formie chemicznie czystego siarczanu magnezu na gleby kombinacji KMg była równoważna ilości tego składnika wprowadzonego z dolomitem. Nawożenie wapniem, magnezem i dolomitem wykonano w roku 1975, na dwa tygodnie przed siewem kukurydzy.

Po sprzęcie każdej rośliny pobierano średnie próbki glebowe dla kombinacji z głębokości 0–20 cm, w których oznaczano zawartość przyswajalnych form potasu, fosforu i magnezu oraz odczyn. W średnich próbkach glebowych z poszczególnych kombinacji pobranych po zakończeniu doświadczenia oraz w średniej próbce glebowej pobranej przed założeniem doświadczenia z głębokości 0–20 i 20–40 cm oznaczono:

— skład mechaniczny — metodą Bouyoucosa w modyfikacji Prószyńskiego,

— pH w 1 N KCl — elektrometrycznie,

— zawartość próchnicy — metodą Tiurina,

— kwasowość hydrolityczną — metodą Kappena,

— P i K przyswajalne — metodą Egnera-Riehma,

— Mg przyswajalny — metodą Schachtschabela,

— Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ wymienne — w wyciągu 1 NCH_3COONH_4 ,

— K^+ rozpuszczalny w 2 N HCl — metodą Milczewej,

— K^+ rozpuszczalny w 1 N HNO_3 — według metody stosowanej przez Reitemeiera,

-- K^+ rozpuszczalny w 20-procentowym HCl — metodą Giedrojcza,

-- AR_0^K (wskaźnik aktywności potasu) — metodą Becketta [4, 5] ze wzoru:

$$AR_0^K = a^K(\sqrt{a(\text{Ca} + \text{Mg})}),$$

gdzie a oznacza aktywność jonów w molach/litr,

— Q (wskaźnik zawartości potasu w glebie) — metodą Becketta [4, 5],

— PBC^K (pojemność buforowa gleb) — za pomocą wzoru zaproponowanego przez Becketta [4, 5]: $PBC^K = \frac{Q}{I(AR_0^K)}$

— ΔF (energia wolnej wymiany) — za pomocą wzoru Woodruffa [29]; $\Delta F = RT \ln a^K \sqrt{a(\text{Ca} + \text{Mg})}$.

Wapń i magnez w wyciągach glebowych oznaczono za pomocą spektrofotometru absorpcji atomowej Unicam SP-90, a potas — fotometru płomieniowego. Zawartość azotu w materiale roślinnym oznaczono metodą Kieldahla, a wapnia, magnezu, fosforu i potasu — za pomocą spektrofotometru rentgeno-fluorescencyjnego firmy Nichimen.

WYNIKI BADAŃ

Właściwości chemiczne gleb w stanie wyjściowym i po zakończeniu doświadczenia wskazują, że w czasie trwania doświadczenia nastąpiło znaczne obniżenie pH i zmniejszenie zawartości wapnia wymiennego w poziomie ornoпрóchnicznym (0–20 cm) gleb kombinacji nie nawożonych wapniem i dolomitem (tab. 1). Wzrost dawki potasu wnoszonego do gleby zwiększał stopień zakwaszenia (kombinacje K_0 , K_1 , K_2 i K_3). Zawartość wapnia i odczyn gleb kombinacji nawożonych wapniem i dolomitem po zakończeniu doświadczenia są takie, jak w glebach wyjściowych. W warstwie głębszej (20–40 cm) zmiany odczynu i zawartości wapnia wymiennego w glebie są znacznie mniejsze w porównaniu z warstwą próchniczną i stanem wyjściowym gleb. Widoczny jest tu jednak pewien wzrost zawartości wapnia wymiennego w glebach kombinacji nawożonych wapniem i dolomitem. Wskazuje to na przemieszczenie wapnia z warstw powierzchniowych do głębszych.

W trakcie trwania doświadczenia nastąpiło, z wyjątkiem gleb kombinacji nawożonych dolomitem, znaczne zmniejszenie ilości magnezu przyswajalnego i wymiennego w warstwie gleby 0–20 cm w stosunku do zasobności wyjściowej. Nawożenie dolomitem pozwoliło na utrzymanie zawartości obu form magnezu (przyswajalnego i wymiennego) w glebie na poziomie zawartości wyjściowej. Na głębokości 20–40 cm stwierdzono natomiast znaczne wzbogacenie gleb nawożonych dolomitem i siarczanem magnezu w przyswajalną i wymienną formę tego składnika. Wzbogacenie to jest wynikiem przemieszczania magnezu z poziomu próchnicznego do głębszych warstw profilu glebowego. Podkreślić należy, że przemieszczanie magnezu w glebach nawożonych siarczanem magnezu było znacznie intensywniejsze niż nawożonych dolomitem. Wskazuje to, że gleby lekkie, w których procesy ługowania są szczególnie ostre, po-

Tabela 1

Właściwości chemiczne gleb przed i po zakończeniu doświadczenia
 Chemical properties of soils before and after the experiment

Obiekt Treatment	Kombi- nacja Combin- ation	pH w 1 N KCl pH in 1 N KCl	Kwasowość hydroli- tyczna me/100 g gleby Hydrolytic acidity me/100 g of soil	Składniki - Elements				pH w 1 N KCl pH in 1 N KCl	Kwasowość hydroli- tyczna me/100 g gleby Hydrolytic acidity me/100 g of soil	Składniki - Elements			
				mg w 100 g gleby mg in 100 g of soil						mg w 100 g gleby mg in 100 g of soil			
				przywajalne available		wymienne exchangeable				przywajalne available		wymienne exchangeable	
				Mg	P	Ca	Mg			Mg	P	Ca	Mg
				0 - 20 cm						20 - 40 cm			
Stan wyjściowy Initial state		6,1	1,64	3,0	8,1	82,6	3,5	6,0	0,80	1,5	1,3	28,3	1,9
K ₀	K ₀	5,1	2,25	1,0	8,4	49,9	1,3	5,3	0,98	1,3	1,1	26,5	1,5
K ₁	K ₁	4,8	2,40	0,9	8,1	44,9	1,0	5,6	0,85	1,1	1,3	25,1	1,2
	K ₁ Ca	6,1	1,80	1,1	8,6	82,0	1,2	6,0	0,80	0,7	1,2	33,5	1,1
	K ₁ Mg	5,1	2,33	2,4	7,8	52,5	2,5	5,8	0,75	3,4	1,3	25,1	3,5
	K ₁ D	5,7	1,95	3,5	8,3	72,5	3,9	5,9	0,83	2,9	1,1	31,5	3,3
K ₂	K ₂	4,6	2,55	0,7	7,8	43,3	0,8	5,8	0,80	1,1	1,3	24,9	1,3
	K ₂ Ca	6,1	2,03	0,8	8,1	84,6	1,2	6,1	0,75	0,6	1,3	32,1	1,1
	K ₂ Mg	5,0	2,55	2,0	7,5	57,5	2,4	5,7	0,90	3,3	1,3	26,1	3,5
	K ₂ D	5,6	2,25	3,5	7,5	75,9	3,8	6,1	0,80	3,0	1,1	30,9	3,2
K ₃	K ₃	4,3	2,97	0,7	8,5	40,9	0,8	5,6	0,98	0,7	1,3	24,1	1,1
	K ₃ Ca	6,2	2,01	0,7	8,6	83,6	1,0	6,2	0,68	0,8	1,4	35,5	1,2
	K ₃ Mg	5,2	2,55	1,9	7,7	59,3	2,4	5,9	0,83	3,2	1,1	25,5	3,4
	K ₃ D	5,7	2,13	3,4	8,4	73,9	4,0	6,0	0,75	2,9	1,3	31,8	3,2

Tabela 2

Zawartość frakcji potasu w glebach w stosunku do zawartości wyjściowej podanej w mg K/100 g gleby = 100%
 Content of potassium fractions in soil in relation to the initial content quoted in mg K per 100 g of soil = 100%

Obiekt Treat- ment	Kombi- nacja Combi- nation	mg K w 100 g gleby ekstrahowanej - mg K in 100 g of soil extracted									
		metodą Egne- ra-Riehma after Egner- -Riehm	1 N octanen amonu 1 N ammonium acetate	2 N HCl	1 N HNO ₃	20% HCl	metodą Egne- ra-Riehma after Egner- -Riehm	1 N octanen amonu 1 N ammonium acetate	2 N HCl	1 N HNO ₃	20% HCl
		0 - 20 cm					20 - 40 cm				
Stan wyjściowy Initial state		10,5=100%	12,5=100%	13,1=100%	25,2=100%	35,5=100%	3,5=100%	5,1=100%	5,6=100%	14,4=100%	23,5=100%
Ko	Ko	28	33	35	68	69	30	30	39	57	78
K ₁	K ₁	60	63	64	75	81	67	64	62	75	87
	K ₁ Ca	58	64	67	79	85	67	69	69	83	91
	K ₁ Mg	62	65	66	76	84	61	62	62	79	93
	K ₁ D	58	64	66	75	83	53	59	56	79	88
K ₂	K ₂	114	110	108	117	112	114	117	122	114	112
	K ₂ Ca	107	108	109	115	112	123	125	135	120	116
	K ₂ Mg	108	105	108	117	115	119	124	127	125	114
	K ₂ D	108	103	103	114	112	113	122	126	115	112
K ₃	K ₃	133	144	147	149	152	148	160	171	130	121
	K ₃ Ca	129	138	139	144	155	156	160	165	124	117
	K ₃ Mg	142	140	142	148	155	148	163	158	128	116
	K ₃ D	140	143	144	142	137	135	152	155	131	118

winy być nawożone wolno działającymi nawozami magnezowymi (np. dolomitem). Zastosowana dawka wapna według 1,0 wartości kwasowości hydrolitycznej pozwoliła na utrzymanie odczynu i zawartości wapnia wymiennego w glebie na poziomie stanu wyjściowego. Dotyczy to zarówno poziomu próchnicznego, jak i głębszego (20–40 cm).

Uprawa roślin na glebach nie nawożonych potasem spowodowała silny spadek zawartości badanych frakcji potasu w glebie na głębokości 0–20 i 20–40 cm, w porównaniu z zawartością wyjściową (tab. 2). Spadek ten na głębokości 0–20 cm waha się w granicach od 72% w przypadku potasu przyswajalnego do 31% w przypadku potasu rozpuszczalnego w 20-procentowym HCl. Na głębokości 20–40 cm uzyskane wartości spadku zasobności gleb w potas badanych frakcji są zbliżone do zmian zaistniałych w poziomie próchnicznym.

W glebach nawożonych niższą dawką potasu (obiekty K_1) nastąpiło, podobnie jak w przypadku gleb nie nawożonych tym składnikiem, znaczne wyczerpanie gleb z potasu. Spadek zawartości potasu przyswajalnego w warstwie 0–20 cm wynosi około 40%, a rozpuszczalnego w 20-procentowym HCl około 17%. Znaczne zubożenie gleb w potas nastąpiło również w glebie na głębokości 20–40 cm. Podobnie jak w przypadku kontroli (K_0) zaobserwowano tu nieco mniejszy spadek zawartości potasu rozpuszczalnego w 20-procentowym HCl na głębokości 20–40 cm w porównaniu z warstwą wierzchnią (o około 10%).

Wyższa dawka potasu (K_2) spowodowała wzrost zawartości tego składnika w obrębie badanych frakcji na głębokości 0–20 i 20–40 cm w porównaniu z zawartością wyjściową. Na głębokości 0–20 cm średni wzrost zawartości potasu przyswajalnego, wymiennego i rozpuszczalnego w 2 N HCl wynosi około 10%. Na głębokości 20–40 cm wartości te wynoszą odpowiednio 17, 22 i 28%. Wzrost zawartości potasu rozpuszczalnego w 1 N HNO_3 i 20-procentowym HCl na głębokości 0–20 i 20–40 cm wynosi ponad 12%.

Dalszy wzrost poziomu nawożenia potasem (K_3) spowodował, podobnie jak w przypadku kombinacji K_2 , zwiększenie zawartości frakcji potasu zarówno w poziomie A_1 , jak i na głębokości 20–40 cm. Wzrost ten jest tu oczywiście znacznie większy. W przypadku poziomu A_1 zawartość potasu przyswajalnego wzrosła w porównaniu do stanu wyjściowego średnio o 36%, wymiennego o 41%, rozpuszczalnego w: 2 N HCl o 43%, 1 N HNO_3 o 46%, 20-procentowym HCl o 50%. Wzrost ten na głębokości 20–40 cm wynosi odpowiednio 47, 59, 62, 28, 18%.

Nie stwierdzono, aby zastosowane wapnowanie, nawożenie magnezem, czy też dolomitem wpłynęło w istotny sposób na kształtowanie się zawartości badanych frakcji potasu w glebie. Zawartość tych frakcji potasu w glebie zależała wyłącznie od poziomu zastosowanego nawożenia potasem.

Zastosowane nawożenie potasem spowodowało zmiany zawartości tego

składnika w glebie nie tylko w poziomie próchnicznym, ale i głębszym. Wzbogacenie to następuje w wyniku przemieszczania potasu w głąb profilu glebowego i może przybierać znaczne rozmiary, szczególnie w przypadku gleb lekkich. Wskazuje to na potrzebę uwzględnienia przy ocenie agrochemicznej ilości składników pokarmowych występujących w warstwach głębszych, a przynajmniej na głębokości do 40 cm [23].

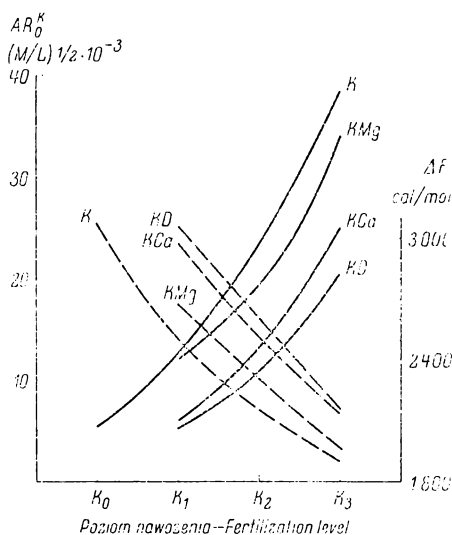
Przy stosowaniu nawożenia potasem następuje wzbogacenie gleby w ten składnik nie tylko w formie dostępnej, ale i rezerwowej. Z formy tej w odpowiednich warunkach potas może być wykorzystywany przez rośliny. Z praktycznego punktu widzenia jest to zjawisko korzystne bowiem ogranicza wymywanie potasu z gleby.

WPLYW NAWOŻENIA NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ TERMODYNAMICZNYCH WSKAŹNIKÓW ZAOPATRZENIA ROŚLIN W POTAS

Zdaniem wielu badaczy [4, 5, 24, 29] metoda oceny zasobności gleb w potas, oparta na oznaczeniu ilości tego składnika w glebie w formie dostępnej, nie odzwierciedla w pełni zdolności gleby do zaopatrywania roślin w potas. Ustalona bowiem ilość potasu w glebie nie oznacza jeszcze, że może on być w całości pobrany przez rośliny [3, 24]. Pobieranie potasu przez rośliny warunkowane jest nie tylko zawartością tego składnika w glebie, ale również stężeniem w glebie wapnia, magnezu, glinu, żelaza [3, 4, 24, 29]. Jony tych metali decydują o aktywności jonu potasowego (AR^k), a zatem i możliwości jego wykorzystania przez rośliny. Wskaźnik aktywności potasu, będący wykładnikiem aktywności tego jonu w roztworze glebowym, powinien zdaniem niektórych badaczy [3, 4, 24] bardziej prawidłowo określać zdolność gleb do zaopatrywania roślin w potas niż ilość tego składnika oznaczona w glebie.

Zdaniem Woodruffa [29] i innych [28] jeszcze lepszym wskaźnikiem oznaczania zdolności gleb do zaopatrywania roślin w potas niż aktywność jonu potasowego jest wolna energia wymiany (ΔF) tego składnika. Woodruff ustalił nawet doświadczalnie, że energia wolnej wymiany potasu w glebie rzędu 3500–4000 kalorii wskazuje na niedobór tego składnika. Przy wartości tego składnika w granicach 2500–3000 kalorii mamy do czynienia z optymalnym stanem zaopatrzenia roślin w potas, a przy wartości poniżej 2000 kalorii występuje nadmiar potasu w glebie w stosunku do innych jonów, głównie wapnia i magnezu.

Przeprowadzone badania wykazały, że wraz ze wzrostem poziomu nawożenia potasem zwiększała się aktywność jonu potasowego w glebie. Nawożenie magnezem (kombinacja K Mg) obniżało natomiast aktywność potasu w glebie w porównaniu z samym nawożeniem potasem (kombinacja K) — rys. 1. Zastosowanie wapnia, a szczególnie dolomitu, jeszcze silniej obniżyło aktywność jonu potasowego. Wskazuje to, że zbyt wysokie dawki wapnia powodując obniżenie aktywności jonu potasowego mogą wpływać ujemnie na efektywność nawożenia potasem.



Wpływ nawożenia na kształtowanie się wskaźnika aktywności (AR_0^K) i energii wolnej wymiany potasu w glebach (ΔF)

Effect of fertilization on the formation of activity ratio (AR^K) and free exchange energy of potassium (ΔF)

Wzrastający poziom nawożenia potasem obniżał proporcjonalnie do wielkości zastosowanej dawki wartość wolnej energii wymiany (ΔF), a zatem zwiększał dostępność potasu dla roślin. Nawożenie wapniem, magnezem i dolomitem obniżało dostępność potasu dla roślin, przy czym najsilniejsze działanie wykazał dolomit, następnie wapń i w końcu magnez. W przypadku dolomitu silne obniżenie dostępności potasu dla roślin spowodowane zostało sprzężonym działaniem wapnia i magnezu.

Wolna energia wymiany dla większości badanych gleb mieściła się w przedziale 2000–3000 kalorii. Słabe zróżnicowanie plonów w obrębie badanych kombinacji może mieć związek z wyraźnym brakiem zróżnicowania energii wolnej wymiany potasu.

PLONOWANIE ROŚLIN

Wyniki obliczeń statystycznych wykazały (tab. 3), że brak jest istotnych różnic w plonach żyta i kukurydzy uprawianej w latach 1975 i 1976 na kombinacjach K_0 , K_1 , K_2 i K_3 . Oznacza to, że wzrastający poziom nawożenia potasem nie spowodował wzrostu plonów uprawianych roślin. W przypadku owsa wszystkie zastosowane dawki potasu istotnie zwiększyły plon w porównaniu z kontrolą (K_0). Stwierdzono tu również istotnie dodatnie działanie średniej (K_2) i wyższej (K_3) dawki potasu w porównaniu z dawką niższą (K_1). Nie stwierdzono natomiast istotnie korzystnego działania dawki wyższej (K_3) potasu w stosunku do dawki

średniej (K_2). Zastosowane dawki potasu istotnie zwiększyły plon kukurydzy (zbiór 1977) w stosunku do plonu z kontroli (K_0). Nie stwierdzono tu jednak korzystnego działania dawki średniej (K_2) potasu w stosunku do niższej (K_1), a dawka wyższa (K_3) istotnie obniżyła plon kukurydzy w stosunku do dawki K_1 i K_2 .

Zastosowane dawki potasu (K_1 , K_2 , K_3) zwiększyły istotnie w porównaniu z kontrolą łączny plon suchej masy uprawianych roślin. Nie stwierdzono jednak dodatniego działania dawek K_2 i K_3 w stosunku do K_1 oraz K_3 w stosunku do K_2 .

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że korzystne działanie nawożenia potasem, a praktycznie dawki K_1 , uwidoczniło się dopiero w przypadku owsa i kukurydzy (zbiór w 1977 r.) a więc po znacznym wyczerpaniu potasu glebowego.

Analizując zależność plonów uprawianych roślin i zastosowanego nawożenia wapniem, magnezem i dolomitem trudno jest ustalić wyraźną prawidłowość działania tych zabiegów. Plony owsa, żyta i kukurydzy (zbiór w 1975 r.) nie zależały od zastosowanego nawożenia wapniem, magnezem i dolomitem. Nawożenie dolomitem dało korzystny wpływ w przypadku kukurydzy uprawianej w 1976 r. i 1977 r., a magnezem — kukurydzy zebranej w 1976 r. Na plon kukurydzy zebranej w 1977 r. korzystnie wpłynęło wapnowanie gleb. Łączny plon suchej masy roślin był dodatnio skorelowany z nawożeniem wapniem, magnezem i dolomitem, przy czym nie stwierdzono interakcji działania tych nawozów z poziomem nawożenia potasem.

Współczynniki korelacji między plonem roślin a zawartością frakcji potasu w glebie oraz termodynamicznymi wskaźnikami zaopatrzenia roślin w potas wskazują, że istotne związki między tymi czynnikami istnieją jedynie w przypadku owsa (tab. 4). Plon owsa w największym stopniu ($r=0,92$) zależał od zawartości w glebie potasu przyswajalnego, a w najmniejszym od energii wolnej wymiany potasu ($r=0,59$). Nie stwierdzono natomiast zależności między plonem owsa a aktywnością jonu potasowego w glebie (AR_0^K).

SKŁAD CHEMICZNY ROŚLIN

W próbkach roślinnych z poszczególnych kombinacji oznaczono zawartość N, P, K, Ca, Mg i poddano analizie statystycznej. Ze względu na brak istotnego wpływu zastosowania nawożenia na zawartość Ca, Mg, N i P w roślinach danych tych nie zamieszczono w niniejszym opracowaniu. W tab. 5 przedstawiono natomiast średnią zawartość potasu w roślinach w badanych kombinacjach oraz zależność między zawartością potasu w roślinach a poziomem nawożenia tym składnikiem (czynnik I) i nawożeniem wapniem, magnezem oraz dolomitem (czynnik II) — analiza wariancji testem Tukeya.

Tabela 3

Zależności między plonem roślin /kg s.m./m²/ a zastosowanym nawożeniem mineralnym
Relationship between the yield of plants /kg of d.m. per 1 m²/ and the mineral fertilization applied

Roślina rok zbioru Plant harvest year	II czynnik IIInd factor	I czynnik Ist factor				Średnia Mean		Półprzedziały ufności Tukeya dla - Confidence semi-intervals of Tukey for						
		plony roślin yields of plants				kontrola /K ₀ / of control /K ₀ /	ogólna general	porównania średniej K ₀ ze średnią ogólną comparison of mean of K ₀ with ge- neral mean	I czynnik Ist factor	II czynnik IIInd factor	kombina- cja combina- tion	I czynnik na poziomie II czynnika Ist factor at the le- vel of the IIInd factor	II czynnik na poziomie I czynnika IIInd factor at the le- vel of the Ist factor	
		K ₁	K ₂	K ₃	\bar{x} II									9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Kukurydza Maize 1975	0	0,78	0,87	0,65	0,76									
	Ca	0,74	0,84	0,84	0,81									
	Mg	0,84	0,90	0,84	0,86	0,70	0,82	n.s.i.r.	n.s.i.r.	n.s.i.r.	n.s.i.r.	n.s.i.w.	n.s.i.w.	
	D	0,83	0,83	0,85	0,84									
	\bar{x} I	0,80	0,86	0,79	-									
Żyto-Rye 1976	0	0,59	0,54	0,55	0,56									
	Ca	0,50	0,54	0,52	0,52									
	Mg	0,60	0,56	0,62	0,59	0,55	0,56	n.s.i.r.	n.s.i.r.	n.s.i.r.	n.s.i.r.	n.s.i.w.	n.s.i.w.	
	D	0,58	0,56	0,57	0,57									
	\bar{x} I	0,57	0,55	0,57	-									
Kukurydza Maize 1976	0	0,45	0,35	0,31	0,37									
	Ca	0,54	0,40	0,44	0,46									
	Mg	0,62	0,44	0,61	0,56	0,37	0,48	n.s.i.r.	n.s.i.r.	0,14	0,34	n.s.i.w.	n.s.i.w.	
	D	0,50	0,57	0,54	0,54									
	\bar{x} I	0,53	0,44	0,47	-									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Owies-Oats 1977	O	0,78	0,81	0,81	0,79								
	Ca	0,74	0,83	0,83	0,80								
	Mg	0,78	0,82	0,81	0,80	0,52	0,81	0,06	0,04	n.s.i.r.	0,14	n.s.i.w.	n.s.i.w.
	D	0,78	0,83	0,83	0,83								
	\bar{x} I	0,77	0,84	0,82	-								
Kukurydza Maize 1977	O	0,64	0,57	0,51	0,61								
	Ca	0,77	0,79	0,81	0,79								
	Mg	0,74	0,78	0,57	0,67	0,35	0,75	0,07	0,06	0,07	0,16	0,11	0,12
	D	0,95	0,94	0,89	0,93								
	\bar{x} I	0,76	0,78	0,69	-								
Plon ogólny Total yields	O	3,23	3,25	2,83	3,10								
	Ca	3,28	3,39	3,43	3,37								
	Mg	3,59	3,43	3,45	3,49	2,49	3,41	0,23	n.s.i.r.	0,23	0,56	n.s.i.w.	n.s.i.w.
	D	3,65	3,78	3,68	3,70								
	\bar{x} I	3,44	3,45	3,45	-								

\bar{x} I - Średnia I czynnika - Mean for the Ist factor

\bar{x} II - Średnia II czynnika - Mean for the IInd factor

Średnia ogólna - średni plon roślin ze wszystkich kombinacji bez kontroli / k_0 /

General mean - mean yield of plants in all combinations, with-cut control / k_0 /

n.s.i.r. - nie stwierdzono istotnych różnic - no significant differences

n.s.i.w. - nie stwierdzono istotności współdziałania - no significance of interaction

Poziom istotności = $t_{0,05}$ - Significance level = $t_{0,05}$

Tabela 5

Zależności między zawartością potasu w roślinach /% / a zastosowanym nawożeniem mineralnym
Relationship between the potassium content in plants /% / and the mineral fertilization applied

Roślina rok zbioru Plant harvest year	II czynnik IIInd factor	I czynnik Ist factor				Średnia Mean		Półprzedziały ufności Tukeya dla - Confidence semi-intervals of Tukey for					
		plony roślin yields of plants				kontroli / K_0 / of control / K_0 /	ogólna general	porównania średniej K_0 ze średnią ogólną comparison of mean of K_0 with ge- neral mean	I czynnik Ist factor	II czynnik IIInd factor	kombina- cji combina- tion	I czynnik na poziomie II czynnika Ist factor at the le- vel of the IIInd factor	II czynnik na poziomie I czynnika IIInd factor at the le- vel of the Ist factor
		K_1	K_2	K_3	\bar{II}								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kukurydza Maize 1975	-	1,85	1,90	2,15	1,97								
	Ca	1,85	2,07	2,14	2,02								
	Mg	1,81	1,93	2,19	1,93	1,71	2,00	0,03	0,07	n.s.i.r.	0,19	n.s.i.w.	n.s.i.w.
	D	1,36	2,06	2,19	2,04								
	\bar{x} I	1,84	1,99	2,17	-								
Żyto-Ryż 1976	-	2,64	3,13	3,27	3,03								
	Ca	2,62	2,76	2,89	2,76								
	Mg	2,68	2,92	3,05	2,88	2,58	2,95	0,16	0,13	0,16	0,38	n.s.i.w.	n.s.i.w.
	D	2,92	3,07	3,36	3,11								
	\bar{x} I	2,72	2,98	3,14	-								
Kukurydza Maize 1976	-	2,88	3,59	3,84	3,44								
	Ca	2,92	3,93	4,08	3,64								
	Mg	2,72	3,41	3,80	3,31	2,53	3,41	0,21	0,17	n.s.i.r.	0,50	n.s.i.w.	n.s.i.w.
	D	2,66	3,29	3,79	3,25								
	\bar{x} I	2,79	3,55	3,88	-								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Owies-Oats 1977	-	2,16	2,42	2,60	2,40								
	Ca	2,17	2,42	2,75	2,45								
	Mg	2,17	2,53	2,72	2,47	1,43	2,44	0,11	0,08	n.s.i.r.	0,26	n.s.i.w.	n.s.i.w.
	D	2,10	2,40	2,82	2,44								
	\bar{x} I	2,15	2,44	2,72	-								
Kukurydza Maize 1977	-	2,59	3,41	4,36	3,45								
	Ca	2,67	3,38	4,30	3,45								
	Mg	2,68	3,56	4,24	3,42	2,00	3,40	0,14	0,12	0,15	0,35	0,24	0,26
	D	2,27	3,42	4,16	3,28								
	\bar{x} I	2,55	3,39	4,26	-								

\bar{x} I - średnia I czynnika

\bar{x} I - mean for the Ist factor

\bar{x} II - średnia II czynnika

\bar{x} II - mean for the IInd factor

Średnia ogólna - średnia procentowa zawartość potasu dla wszystkich kombinacji bez kontroli K_0
 General mean - mean percentage content of potassium in all combinations, with-out control $/K_0/$

n.s.i.r. - nie stwierdzono istotnych różnic

n.s.i.r. - no significant differences

n.s.i.w. - nie stwierdzono istotności współdziałania

n.s.i.w. - no significance of interaction

Poziom istotności = $t_{0,05}$

Significance level = $t_{0.05}$

T a b e l a 4

Zależności między plonem roślin a statycznymi i dynamicznymi wskaźnikami
zaopatrzenia roślin w potas
Relationship between the yield of plants and the statical and dynamical indices
of the supply of plants with potassium

Roślina - rok uprawy Plant - cultivation year	Współczynnik korelacji plonu roślin i Correlation coefficients of the yield of plants with						
	potasu ekstrahowanego: - potassium extracted					AR ₀ ^K	ΔF
	metodą Eg- nera-Riehma after Egner-Riehm	1 N octanem amonu 1 N ammonium acetate	2 N HCl	1 N HNO ₃	20% HCl		
Kukurydza - Maize - 1975	n	n	n	n	n	n	n
Żyto - Rye - 1976	n	n	n	n	n	n	n
Kukurydza - Maize - 1976	n	n	n	n	n	n	n
Owies - Oats - 1977	0,92	0,92	0,91	0,85	0,84	n	0,59
Kukurydza - Maize - 1977	n	n	n	n	n	n	n
Plon ogólny - Total yield	n	n	n	n	n	n	n
Poziom istotności = $t_{0,05}$ - Significance level = $t_{0,05}$							
n - korelacja nieistotna - non-significant correlation							

Uzyskane wyniki wskazują, że wraz ze wzrostem poziomu nawożenia potasem zwiększała się procentowa zawartość tego składnika w suchej masie. Analiza wariancji wykazała we wszystkich przypadkach występowanie istotnego wzrostu procentowej zawartości potasu w roślinach wraz ze wzrostem dawki tego składnika. Uzyskane wyniki nie pozwalają na jednoznaczne określenie wpływu nawożenia wapniem, magnezem i dolumitem na zawartość potasu w roślinach. W przypadku owsa i kukury-

T a b e l a 6

Zależności między pobraniem potasu przez rośliny a statycznymi i dynamicznymi
wskaźnikami zaopatrzenia w potas
Relationship between the potassium uptake by plants and the statical and dynamical
indices of the supply of plants with potassium

Roślina - rok uprawy Plant cultivation year	Współczynniki korelacji pobrania potasu przez rośliny i Correlation coefficients of potassium uptake by plants and						
	potasu ekstrahowanego - potassium extracted					AR ₀ ^K	ΔF
	metodą Eg- nera-Riehma after Egner-Riehm	1 N octanem amonu 1 N ammonium acetate	2 N HCl	1 N HNO ₃	20% HCl		
Kukurydza - Maize - 1975	0,81	0,79	0,84	0,75	0,83	n	0,60
Żyto - Rye - 1976	0,67	0,64	0,64	0,62	0,60	0,63	0,61
Kukurydza - Maize - 1976	n	n	n	n	n	n	n
Owies - Oats - 1977	0,93	0,93	0,93	0,88	0,88	0,79	0,82
Kukurydza - Maize - 1977	0,78	0,79	0,78	0,75	0,75	n	n
Pobranie ogółem - Total uptake	0,54	0,66	0,82	0,82	0,81	0,79	0,79
Poziom istotności = $t_{0,05}$ - Significance level = $t_{0,05}$							
n - korelacja nieistotna - non-significant correlation							

Tabela 7

Bilans potasu wymiennego /K/ w warstwie gleby na głębokości 0-40 cm
Balance of exchangeable potassium /K/ in the soil layer of 0-40 cm

Objekt Treatment	Kombi- nacja Combina- tion	Zawartość potasu w gle- bie przed założeniem do- świadczenia Potassium content in soil before establishment of the experiment		Ilość pota- su wniesiona z nawozem Potassium amount brought into soil with fertilizer kg/ha	Pobranie potasu z plonem Potassium taking with yield kg/ha	Teoretyczna zawartość po- tasu w glebie po zakończe- niu doświadczenia Theoretical potassium con- tent in soil after the end of the experiment		Faktyczna zawartość po- tasu w glebie po zakoń- czeniu doświadczenia Practical potassium con- tent in soil after the end of the experiment		Różnica bilansowa Balance difference	
		mg/100 g	kg/ha			mg/100 g	kg/ha	mg/100 g	kg/ha	mg/100 g	kg/ha
K ₀	K ₀	8,8	528	-	497	0,5	31	2,8	168	2,3	137
K ₁	K ₁	↓	↓	357	797	1,5	88	5,6	336	4,1	248
	K ₁ Ca	↓	↓	↓	793	1,5	92	5,7	342	4,2	250
	K ₁ Mg	↓	↓	↓	813	1,2	72	5,6	336	4,4	264
	K ₁ D	↓	↓	↓	822	1,0	63	5,7	342	4,7	279
K ₂	K ₂	↓	↓	714	890	5,9	352	9,8	588	3,9	236
	K ₂ Ca	↓	↓	↓	918	5,4	324	9,9	594	4,5	270
	K ₂ Mg	↓	↓	↓	930	5,2	312	9,7	582	4,5	270
	K ₂ D	↓	↓	↓	1038	3,4	204	9,1	546	5,7	342
K ₃	K ₃	↓	↓	1071	850	12,5	749	13,1	786	0,6	37
	K ₃ Ca	↓	↓	↓	1079	8,7	520	12,7	762	4,0	242
	K ₃ Mg	↓	↓	↓	1065	8,9	534	12,9	774	4,0	240
	K ₃ D	↓	↓	↓	1185	6,9	414	12,7	762	5,8	348

dzy (zbiór w latach 1975 i 1976) wpływ tych zabiegów był nieistotny. Stwierdzono natomiast, że w porównaniu z kontrolą wapnowanie i nawożenie magnezem obniżyło ilość potasu w życie, a nawożenie dolomitem — w kukurydzy (zbiór w 1977 r.).

POBIERANIE I BILANS POTASU W GLEBIE

Najmniej potasu pobrały rośliny uprawiane na poletku kontrolnym (tab. 7). Wraz ze wzrostem dawki potasu obserwuje się również zwiększone pobranie tego składnika. Nawożenie wapniem lub magnezem wyraźnie zwiększyło pobranie potasu przez rośliny uprawiane na tych kombinacjach obiektu K_3 w stosunku do kombinacji nawożonej tylko potasem. Podobne działanie stwierdzono w przypadku nawożenia dolomitem na kombinacjach K_2D i K_3D . Ogólne pobranie potasu przez uprawiane rośliny (tab. 6) zależało od zawartości frakcji tego składnika w glebie, jak też od dynamicznych wskaźników zaopatrzenia roślin w potas (analiza wariancji testem Tukeya). Najwyższą zależność uzyskano w przypadku potasu rozpuszczalnego w 2 N HCl ($r=0,8213$), a najniższą w przypadku potasu przyswajalnego ($r=0,54$). Stwierdzono również, że ogólne pobranie potasu było lepiej skorelowane ze wskaźnikami dynamicznymi ($AR_0^K—r=0,79$, $\Delta F—r=0,78$) niż zawartością w glebie potasu przyswajalnego ($r=0,54$) i wymiennego ($r=0,66$).

Bilans potasu wymiennego dla warstwy gleby o miąższości 0–40 cm wykazuje, że ilość potasu w glebie pokryła potrzeby roślin na ten składnik. Po zakończeniu doświadczenia zawartość potasu w glebie była wyższa o 137 kg/ha w porównaniu z obliczeniami teoretycznymi. Oznacza to, że potas ten został pobrany przez rośliny z głębszych warstw gleby i rezerwowej formy tego składnika. Potwierdzają to dane zamieszczone w tab. 2.

W przypadku obiektów K_1 , K_2 i K_3 ilość potasu wniesionego z nawozem była niższa od ilości tego składnika pobranego z plonem roślin. Teoretyczna zawartość potasu w glebie po zakończeniu doświadczenia powinna być zatem niższa od zawartości w stanie wyjściowym. Po zakończeniu doświadczenia stwierdzono jednak wzbogacenie gleby w potas. Faktyczna zawartość potasu w glebie była znacznie wyższa od zawartości obliczonej teoretycznie. Oznacza to, że rośliny pobrały potas z innych form (trudno dostępny) oraz z głębszych warstw gleby. Zdolność roślin do pobierania potasu w formie rezerwowej ma znaczenie zarówno korzystne, jak i ujemne. W przypadku gleb zwięzłych i zasobnych w rezerwowe formy potasu istnieje możliwość uprawy roślin przy ujemnym bilansie potasu nawozowego bez obawy zbyt silnego spadku plonów. Zagadnienie długotrwałości takiego gospodarowania wymaga odpowiednich badań w tym zakresie. Na glebach lekkich, a te z reguły są ubogie w potas rezerwowy, uprawa roślin przy ujemnym bilansie potasu na-

wozowego prowadzi do szybkiego wyczerpania gleby z tego składnika i znacznego spadku plonów.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Przy braku lub zbyt niskim nawożeniu potasem rośliny pobierały ten składnik z formy rezerwowej.

2. Wraz ze wzrostem dawki potasu wzrastała w glebie zawartość badanych frakcji potasu i aktywność jonu potasowego (AR_0^K) oraz spadała energia wolnej wymiany (ΔF). Wzrost zawartości frakcji potasu nastąpił nie tylko w poziomie ornopróchnicznym, ale i w warstwie głębszej (20–40 cm).

3. Wzrastający poziom zastosowanego nawożenia potasem powodował wzrost zakwaszenia gleby. Wzrost zakwaszenia jest znacznie silniejszy w warstwie powierzchniowej niż głębszej.

4. Nawożenie wapniem, magnezem oraz dolomitem nie miało większego wpływu na kształtowanie się zawartości frakcji potasu w glebie. Zabiegi te, a zwłaszcza nawożenie dolomitem, obniżały dostępność jonu potasowego dla roślin — spadek AR_0^K i wzrost ΔF .

5. Korzystne działania epotasu, a praktycznie dawki K_1 , na plonowanie roślin uwidoczniło się dopiero w przypadku owsa i kukurydzy uprawianych w roku 1977, a więc po znacznym wyczerpaniu gleby z tego składnika. Wskazuje to, że nawet w przypadku gleb lekkich możliwa jest, i to bez obawy większego spadku plonów, uprawa roślin przy ujemnym bilansie potasu nawozowego.

6. Nie stwierdzono istotnie dodatniej korelacji pomiędzy plonem poszczególnych roślin (z wyjątkiem owsa), (przeciwstawienie) a zawartością frakcji potasu i termodynamicznymi wskaźnikami zaopatrzenia roślin w ten składnik (AR_0^K i ΔF).

7. Istnieje ścisły związek między zawartością potasu w roślinach a wielkością dawki tego składnika.

8. Ilość pobranego potasu przez rośliny, z wyjątkiem kukurydzy zebranej w roku 1977, zależała od zawartości w glebie badanych frakcji potasu i wielkości wskaźników termodynamicznych. Wskaźniki te lepiej korelują z ogólnym pobraniem potasu przez rośliny (AR_0^K — $r=0,79$, ΔF — $r=0,78$) niż zawartość potasu przyswajalnego ($r=0,54$) i wymienionego ($r=0,66$).

9. Nawożenie wapniem i magnezem, a szczególnie dolomitem, zwiększało pobranie potasu przez rośliny. Wpływ ten zaznaczył się szczególnie wyraźnie w przypadku kombinacji K_2D i K_3D .

LITERATURA

- [1] Adamus M., Boratyński K., Kozłowska H.: Wyniki doświadczeń polowych z wysokimi dawkami azotu, fosforu i potasu prowadzonych w państwowych technikach rolniczych. Pam. puł. 41, 1970, 5-26 i 27-39.
- [2] Adamus M., Kozłowska H., Hendrysiak J.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia mineralnego na plonowanie roślin i właściwości gleby lekkiej w 16-letnim doświadczeniu w Z.D. Laskowice Oławskie. Wydawnictwa IUNG Puławy, 1976, Ser. R, 110 I, 27-34.
- [3] Baker D. E.: A new approach to soil testing. Soil Sci. 112, 1971, 6, 381-391.
- [4] Beckett P. H. D.: Studies on soil potassium. I. Confirmation of the ratio low measurements of potassium potential. J. Soil Sci. 15, 1964, 1, 1-9.
- [5] Beckett P. H. D.: Studies on soil potassium. II. The immediate Q/I relations of labile potassium in the soil. J. Sci. 15, 1964, 1, s. 9-23.
- [6] Boguszewski W., Gosek S.: Próba określenia stopnia wyczerpania potasu przyswajalnego z różnych gleb w kilkuletnim doświadczeniu wazonowym. Pam. puł. 55, 1972, 27-45.
- [7] Boguszewski W. i inni: Efektywność nawożenia mineralnego na użytkach ornych. Wydawnictwa IUNG Puławy, Seria S, 1973, 20, 172-173.
- [8] Boratyński K., Czuba R., Skowroński S.: Wniki pierwszej rotacji badań odczynu gleb Polski i ich zasobności w przyswajalny fosfor i potas. Rocz. glebozn. 20, 1969, 347-366.
- [9] Dowdy R. H., Hutcheson T. B.: Effect of exchangeable potassium level and drying on release and fixation of potassium by soil as related to clay mineralogy. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27, 1963. 31-34.
- [10] Dowdy R. H., Hutcheson T. B.: Effect of exchangeable potassium level and drying upon availability of potassium to plants. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27, 1963, 511-525.
- [11] Gosek S.: Określenie potencjalnej zasobności gleb w potas dostępny dla roślin w doświadczeniach vegetacyjnych i metodami laboratoryjnymi. Maszynopis pracy doktorskiej, Puławy 1976, 1-57.
- [12] Grimme H.: Potassium release in relation to crop production. Proc. of the 10th Congress of the Int. Potash Inst. Budapeszt 1974, 131-136.
- [13] Johnston A. E.: The value of residues from long period manuring at Rothamsted and Woburn. Rep. Rothamsted Exp. Stat. 2, 1969, 5-80.
- [14] Johnston A. E.: Potassium residues in soils from experiments at Rothamsted and Woburn. Technical Bulletin 1971, 20, 1-200.
- [15] Kępka M.: Wapń, potas i magnez w niektórych glebach Niziny Mazowieckiej, wytworzonych z piasków różnego pochodzenia geologicznego. Rocz. glebozn. 17, 1968, 2, 449-465.
- [16] Mac Lean A. I., Brydon I. E.: Release and fixation of potassium in different size fractions of some Canadian soils as related to their mineralogy. Can. Jour. Soil Sci. 43, 1963, 123-134.
- [17] Mercik S.: Studia nad zależnością między zasobnością gleby w potas a efektywnością nawożenia tym składnikiem. Rozpr. nauk. SGGW Warszawa, 1971, 13.
- [18] Mercik S.: Działanie wysokich dawek potasu na glebach silnie wyczerpanych z dostępnych form tego składnika. Rocz. glebozn. 28, 1977, 2, 105-124.
- [19] Nielsen J. D.: Fixation and release of potassium and ammonium ions in Danish soils. Plant and Soil 36, 1972, 1, 71-88.
- [20] Pearson R. W.: Limning and fertilizer efficiency. Agron. Jour. 50, 1958, 356-362.
- [21] Reitemeier R. E.: Soil potassium. Adv. Agron. 1951, 3, 113-164.

- [22] Scharrer K., Jung J.: Über den Einfluss verschiedener Anionen auf die Aufnahme von Calcium, Natrium und Kalium. Jour. Plant and Soil 9, 1957, 48-63.
- [23] Siuta J., Pondel H., Gosek S.: Przemiany potasu w glebie. Prace nauk. Inst. Tech. Nieorg. i Nawozów Mineral. Politechniki Wrocławskiej, 1972, Seria: Konferencje, nr 4(1).
- [24] Tinker P.B.: Studies on soil potassium. Cation activity ratios in acid Nigerian soils. J. Soil Sci. 15, 1964, 1, 24-34.
- [25] Terelak H.: Zawartość i przemiany potasu w glebie. Konferencja Nauk.-Techniczna SITR, Kalisz 1978, s. 53-72.
- [26] Terelak H.: Wpływ zróżnicowanego poziomu nawożenia potasem na statyczne i dynamiczne wskaźniki zawartości tego pierwiastka w glebie. Roczn. glebozn. 30, 1978, 1.
- [27] Voisin A.: Nawożenie a nowe prawa naukowe. PWRiL, Warszawa 1967.
- [28] Witter B.: Untersuchungen über die Verbesserung des Nährstoffzustandes der Böden in Verbindung mit der Auswertung der systematischen Bödenuntersuchung. Sitzungsberichte 1967, 16, 8.
- [29] Woodruff C. M.: Energies of replacements of calcium and potassium in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 19, 1955, 167-170.

Г. ТЕРЕЛЯК

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ КАЛИЕМ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОДЕРЖАНИЯ ЭТОГО ЭЛЕМЕНТА В ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Институт агротехники, удобрения и почвоведения в Пулавах

Резюме

Исследования проводились на микроделянках площадью 1 м², наполненных песчаной почвой (А₁ — слабосуглинистый песок, (В), С — рыхлый песок).

Цель исследований состояла в установлении влияния уровня удобрения калием с учетом удобрения кальцием, магнием и кальцием совместно с магнием (доломит) на формирование статических (формы калия) и динамических (активность калия — AR_0^K , энергия свободного обмена — ΔF) показателей обеспеченности растений калием. Рассматривалось тоже влияние уровня удобрения калием и показателей обеспеченности на урожай, содержание и вынос калия растениями.

Исследования были проведены в годах 1975-1977 с учетом следующих вариантов: К₀, К₁, К₂, К₃, К₁Са, К₂Са, К₃Са, К₁Мg, К₂Мg, К₃Мg, К₁Д (доломит), К₂Д, К₃Д. Под возделываемые растения вносили следующие дозы калия (кг К₂О на га): кукуруза — К₁=100, К₂=200, К₃=300; рожь — К₁=50, К₂=100, К₃=150; овес — К₁=80, К₂=160, К₃=240. Доза кальция и доломита была установлена согласно количеству эквивалентному 1.0 гидролитической кислотности, а магния согласно количеству этого элемента вносимому в почву с доломитом.

Возрастающие дозы калия повышали в почве содержание исследованных фракций калия и показатель активности калийного иона (AR_c^K) а снижали энергию свободного обмена (ΔF).

При отсутствии либо слишком низком уровне удобрения калием растения усваивали этот элемент из резервной формы. Удобрение кальцием, магнием,

а также доломитом не влияло на формирование содержания фракций калия в почве. Эти мероприятия уменьшали однако доступность калия для растений (падение AR_0^K и рост ΔF). Благоприятное влияние калийного удобрения на урожай растений, практически лишь единичной дозы — K_1 , обнаруживалось на овсе и кукурузе (1977 г.), следовательно после значительного уже обеднения почвы калием. Указывает это на то, что даже в случае легких почв, не слишком богатых доступным калием (10,5 мг на 100 г), возможно выращивание растений при отрицательном балансе калия удобрений без угрозы сильного падения урожая. Урожаи растений (за исключением овса) не коррелировали с количеством фракций калия в почве и динамическими показателями обеспеченности растений этим элементом (AR_0^K и ΔF). Установлена однако тесная связь между дозой калия и его содержанием в растениях. Количество усвоенного калия растениями (исключение составляет кукуруза выращиваемая в 1977 г.) оказывало зависимость от содержания в почве фракций калия и динамических показателей. Усвояемость калия растениями лучше коррелировала с показателями динамики (AR_0^K — $r=0,7877$, ΔF — $r=0,78$) чем с содержанием калия усвояемого ($r=0,54$) и обменного ($r=0,66$). Удобрение кальцием, магнием а особенно доломитом повышало усвоение калия растениями.

H. TERELAK

POTASSIUM FERTILIZATION EFFECT ON THE FORMATION OF STATICAL AND DYNAMICAL INDICES OF THIS ELEMENT IN SANDY SOIL

Institute of Soil Science and Cultivation of Plants at Puławy

Summary

The respective investigations were carried out on microplots with the area of 1 m², filled up with sandy soil (A₁ — coarse loamy sand, (B) and C — loose sand).

The aim of the investigations was to determine the potassium fertilization effect, taking into account the calcium, magnesium and calcio-magnesium (dolomite) fertilization, on the formation of statical (potassium forms) and dynamical indices (activity ratio — AR_0^K , free exchange energy — ΔF) of the potassium supply of plants. Also the effect of the potassium fertilization level and that of plant supply indices on yields and the content and uptake of potassium by plants were analyzed.

The investigations were carried out in the period 1975–1977. The following treatments were applied: K₀, K₁, K₂, K₃, K₁Ca, K₂Ca, K₃Ca, K₁Mg, K₂Mg, K₃Mg, K₁D (dolomite), K₂D, K₃D. The potassium rates (kg K₂O per hectare) applied for the crops cultivated were as follows: maize — K₁=100, K₂=200, K₃=300; rye — K₁=50, K₂=100, K₃=150; oats — K₁=80, K₂=160, K₃=240. The rates of calcium and dolomite were established on the basis of the hydrolytic acidity value, those of magnesium — on the base of the amount of this element introduced into soil with dolomite.

Increasing potassium rates led to an increase of the content of potassium fractions investigated and of the activity ratio (AR_0^K) as well as to a decrease of the free exchange energy (ΔF).

At a lack or too low potassium fertilization this element was taken up by plants from the reserve form. The calcium, magnesium and dolomite fertilization

did not exert any influence on the formation of the content of potassium fractions in soil. However, these measures decreased the potassium availability to plants (a decrease of AR^K and an increase of ΔF). The favourable effect of the potassium fertilization, and particularly of the K_1 rate, on yields of crops, occurred most clearly in case of oats and maize (1977), i.e. after a considerable soil exhaustion of potassium. It proves that even in case of light soils, not particularly abundant in potassium (10.5 mg per 100 g), the cultivation of crops is possible at a negative balance of the potassium fertilization without any risk of significant drop of yields. The yields of crops (except for oats) did not correlate with the amount of potassium fractions in soil and dynamical indices of supply of plants with this element (AR_0^K and ΔF). On the other hand, a close relationship between the rate of potassium and its content in plants has been proved. The amount of potassium taken up by plants (except for maize cultivated in 1977) depended on the content of potassium fractions in soil and on dynamical indices. The potassium uptake by plants correlated more closely with dynamical indices ($AR_0^K - r=0.79$, $\Delta F - r=0.78$) than with the content of available ($r=0.54$) and exchangeable potassium ($r=0.66$). The calcium and magnesium, and particularly dolomite fertilization, led to an increase of intensity of the potassium uptake by plants.

Dr Henryk Terelak
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa
Puławy, Osada Pałacowa

