

HENRYK PONDEL, STANISŁAW GOSEK

WPŁYW POZIOMU NAWOŻENIA POTASOWEGO NA ZAWARTOŚĆ
POTASU W GLEBIE

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Według wskazań GUS w roku 1973/74 zużycie mineralnych nawozów potasowych w kraju wynosiło 73,7 kg K_2O na 1 ha użytków rolnych. Do ilości tej należy dodać około 40 kg K_2O wnoszonych z obornikiem średnio na 1 ha użytków ornych rocznie. Zużycie nawozów w skali kraju nie jest równomierne, w niektórych jednak jednostkach administracyjnych już obecnie wprowadza się do gleby dawkę potasu przekraczającą zapotrzebowanie roślin. Wynika to z założenia, że racjonalne stosowanie nawozów ma na celu nie tylko dostarczanie roślinom odpowiedniej ilości składników pokarmowych, lecz powinno przyczyniać się do stałego podnoszenia zasobności gleb jako podstawowego elementu jej żyzności. Ze względu jednak na coraz bardziej narastający problem oszczędnego gospodarowania surowcami każdy kilogram wysiewanego składnika nawozowego powinien dawać maksymalny efekt w zwyczajach plonu. Nie kontrolowana intensyfikacja nawożenia kryje w sobie również niebezpieczeństwo zakłócenia równowagi obiegu składników mineralnych w glebie, co w skrajnym przypadku może wpłynąć niekorzystnie na poziom i jakość plonu roślin oraz na eutrofizację wód glebowo-gruntowych i rzecznych. Mając na uwadze te przesłanki przeprowadzono badania, których celem było stwierdzenie wpływu wieloletniego zróżnicowanego nawożenia potasowego na zawartość kilku frakcji potasu w glebie.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w oparciu o wieloletnie doświadczenia założone przez Zakład Chemii Gleb i Nawożenia Roślin IUNG w dziewięciu własnych zakładach doświadczalnych w latach 1963-1965 [2, 3]. W doświadczeniach tych bada się reakcję roślin na poziom nawożenia potasowego bądź sprzężone działanie tego składnika ze zróżnicowanym działaniem fosforu. W schemacie ze wzrastającym nawożeniem potasowym uwzględniono pięć wariantów: K_0 , $K_{1/2}$, K_1 , K_2 , K_3 ($K_1=80$ kg K_2O/ha

Bilans potasu w glebach peletak doświadczalnych - Potassium balance in soils of experimental plots

Zakład doświadczalny Experimental station	Obiekt Treatment	Okres doświadczenia w latach Period of experiments in years	Łączna ilość K ₂ O w kg/ha Total amount of K ₂ O in kg/ha		Wzrost/+ lub ubytek/-/ potasu w glebie xx Increase/+ or decrease/-/ of potassium in soil xx		Uzyskany wzrost/+ lub ubytek/-/ zawartości potasu wymiennego (mg/100 g gleby) w warstwie: xxx Obtained exchangeable potassium increase/+ or decrease/-/ in mg/100 g of soil in layers: xxx		
			wniesiona z nawozami brought into soil with fertilizers	pobrana przez rośliny taken up by plants	kg K ₂ O/ha	mg K ₂ O/100 g w warstwie 0-40 cm mg K ₂ O/100 g in 0-40 cm layer	0-20 cm	21-40 cm	0-40 cm
Wierszno	K ₀	11	490 ^x	904	- 414	- 6,9	-	-	-
	K _{1/2}	1963-1973	930	933	- 3	- 0,05	+ 0,7	+ 1,2	+ 0,9
	K ₁		1370	999	+ 371	+ 6,2	+ 2,9	+ 3,5	+ 3,2
	K ₂		2130	1039	+ 1091	+ 18,2	+ 4,7	+ 7,5	+ 6,1
	K ₃		2890	1065	+ 1825	+ 30,4	+ 6,9	+ 9,4	+ 8,2
Wielichowo	K ₀	8	385	723	- 338	- 5,6	-	-	-
	K _{1/2}	1965-1973	765	808	- 43	- 0,7	0,0	+ 0,5	+ 0,2
	K ₁		1145	906	+ 239	+ 4,0	+ 2,0	+ 2,0	+ 2,0
	K ₂		1765	1049	+ 716	+ 11,9	+ 3,9	+ 4,2	+ 4,0
	K ₃		2385	1101	+ 1284	+ 21,4	+ 6,5	+ 9,0	+ 7,5
Baborówko	K ₀	12	280	1288	- 1008	- 16,8	-	-	-
	K _{1/2}	1962-1973	800	1380	- 580	- 9,6	+ 2,0	+ 2,4	+ 2,2
	K ₁		1320	1549	- 229	- 3,8	+ 2,0	+ 0,8	+ 1,4
	K ₂		2200	1808	+ 392	+ 6,5	+ 2,8	0,0	+ 1,4
	K ₃		3080	1844	+ 1236	+ 20,6	+ 5,2	- 0,8	+ 2,2
Topola-Błonie	K ₀	9	490	952	- 462	- 7,7	-	-	-
	K _{1/2}	1965-1973	870	1052	- 182	- 3,0	+ 1,5	0,0	+ 0,7
	K ₁		1250	1003	+ 247	+ 4,1	+ 3,0	+ 2,0	+ 2,5
	K ₂		1870	1199	+ 571	+ 11,2	+ 9,5	+ 0,5	+ 5,0
	K ₃		2490	1238	+ 1252	+ 20,6	+ 15,0	+ 2,0	+ 8,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Osabów	K ₀	10	525	1352	- 827	- 13,8	-	-	-
	K _{1/2}	1964-1973	945	1507	- 562	- 9,3	+ 4,0	+ 1,5	+ 2,7
	K ₁		1365	1623	- 258	- 4,3	+ 3,5	+ 3,5	+ 3,5
	K ₂		2105	1792	- 313	- 5,2	+ 7,0	+ 5,0	+ 6,0
	K ₃		2845	1741	+ 1104	+ 18,4	+ 9,0	+ 8,0	+ 8,5
Mażyszyn	K ₀	12	567	2016	- 1449	- 24,1	-	-	-
	K _{1/2}	1962-1973	1067	2224	- 1157	- 19,3	+ 0,5	+ 2,8	+ 1,6
	K ₁		1567	2488	- 921	- 15,3	+ 5,5	+ 4,4	+ 4,9
	K ₂		2467	2704	- 237	- 3,9	+ 3,5	+ 3,3	+ 3,4
	K ₃		3367	3098	+ 268	+ 4,5	+ 2,5	+ 5,8	+ 4,1
Dobrogostów	K ₀	9	210	1113	- 903	- 15,0	-	-	-
	K _{1/2}	1965-1973	590	1228	- 638	- 10,6	0,0	+ 2,0	+ 1,0
	K ₁		970	1262	- 292	- 4,8	- 4,0	- 0,8	- 2,4
	K ₂		1630	1239	+ 391	+ 6,5	+ 4,0	0,0	+ 2,0
	K ₃		2290	1270	+ 1020	+ 17,0	+ 3,6	- 2,0	+ 0,8
Antopol	K ₀	10	210	1690	- 1480	- 24,6	-	-	-
	K _{1/2}	1964-1973	630	1659	- 1029	- 17,1	+ 1,2	+ 2,0	+ 1,6
	K ₁		1150	1958	- 808	- 13,4	0,0	- 1,2	- 0,6
	K ₂		1790	2120	- 330	- 5,5	- 0,8	+ 0,8	0,0
	K ₃		2530	2518	+ 12	+ 0,2	- 0,8	+ 1,6	+ 0,4
Borusowa	K ₀	10	280	1735	- 1455	- 24,2	-	-	-
	K _{1/2}	1964-1973	700	1880	- 1180	- 19,6	- 1,6	- 0,8	- 1,2
	K ₁		1120	1923	- 803	- 13,4	- 1,6	- 0,8	- 1,2
	K ₂		1820	2041	- 221	- 3,7	+ 2,8	+ 0,4	+ 1,6
	K ₃		2520	2266	+ 254	+ 4,2	+ 2,8	+ 0,4	+ 1,4

^x K₂O wniesiony z obornikiem - potassium brought into soil with farmyard manure

^{xx} Wyliczenia teoretyczne przy uwzględnieniu warstwy gleby 0-40 cm o masie 6000000 kg/ha
theoretic calculations at consideration of the soil layer thickness of 0-40 cm having the soil bulk of 6000000 kg per ha

^{xxx} Wg danych tabeli 2, 3, 4 - w stosunku do obiektu kontrolnego /K₀/ - according to Tables Nos 2, 3, 4 - in relation to control treatment /K₀/

w postaci soli potasowej). W zależności od czasu trwania doświadczenia na wszystkie obiekty zastosowano dwa lub trzy razy obornik, w którym dodatkowo wprowadzano do gleby odpowiednią ilość K_2O (tab. 1). Jesienią 1973 r. po zbiorze roślin pobrano za pomocą laski średnie próby gleby z poszczególnych wariantów doświadczenia z głębokości 0-20 cm oraz z około 21-40 cm. W próbkach glebowych oznaczono następujące frakcje potasu:

— potas rozpuszczalny w 1 N HNO_3 według metody stosowanej przez Reitemeiera [6],

— potas rozpuszczalny w 2 N HCl według metody Miłczewskiej [5],

— potas wymienny w 1 N roztworze octanu amonu,

— potas przyswajalny według metody Egnera-Riehma.

Ekstrahowanie gleby 1 N roztworem kwasu azotowego jest jedną z metod pozwalającą na określenie ilości potasu, jaka może dość łatwo przechodzić z formy trudno rozpuszczalnej do formy wymiennej. Do roztworu 2 N kwasu solnego przechodzi potas wymienny oraz nieznaczna ilość potasu niewymiennego.

WYNIKI BADAŃ

Spośród 9 obiektów doświadczalnych dwa reprezentują gleby brunatne wytworzone z piasków gliniastych (Wierzbno, Wielichowo), jeden — brunatną glebę lessową (Antopol), jeden — małą brunatną (Borusowa) oraz pięć — gleby wytworzone z glin. W ostatniej grupie rodzajowej przeważają gleby pseudobielicowe lekkie (Grabów, Topola-Błonie, Małyszyn). Obiekt doświadczalny w Baborówku zlokalizowano na glebie brunatnej lekkiej, a w Dobrogostowie na glebie ciężkiej typu czarne ziemie.

Potas w glebach piaskowych. W glebach wytworzonych z piasku równoległe do wzrostu dawki nawozów potasowych zwiększa się ich zasobność w potas i to zarówno w poziomie ornopróchnicznym na głębokości 0-20 cm, jak też w warstwie podpróchnicznej (tab. 2). Wskaźnik wzrostu zawartości potasu wyliczony z różnicy między ilością tego składnika na obiektach K_3 i K_0 jest dość wysoki. Mierzony formą potasu wymiennego wynosi on łącznie dla dwóch badanych poziomów ok. 8 mg $K_2O/100$ g gleby. Przy uwzględnieniu potasu ekstrahowanego 1 N HNO_3 i 2 N HCl wskaźnik ten jest nieco wyższy, natomiast w zakresie potasu przyswajalnego (według metody Egnera-Riehma) wartość jego ulega nieznacznemu obniżeniu. Przedstawiony wskaźnik wzrostu zawartości potasu wymiennego nie uwzględnia zubożenia na obiektach kontrolnych, stąd rzeczywista jego wartość powinna być odpowiednio niższa. Faktycznie zaistniałe zmiany trudne są do ustalenia ze względu na brak wyników analiz wyjściowych prób glebowych. Intensywne nawożenie pota-

Tabela 2

Potas w glebach piaskowych - Potassium content in the soils developed from sand

Obiekt Treatment	Głębokość Depth cm	Procent frakcji o średnicy w mm % of fractions in mm		pH ln KCl pH ln KCl	mg K ₂ O w 100 g gleby ekstrahowanej mg K ₂ O in 100 g of soil extracted				Procent jonów K w kompleksie sorpcyjnym K ions as % of sorption capacity	Stosunek wymiennych form Mg:K m.e. Ratio of exchangeable forms Mg:K m.e.
		< 0,02	< 0,002		1n HNO ₃ 1N HNO ₃	2n HCl 2N HCl	1n CH ₃ COONH ₄ 1N CH ₃ COONH ₄	metoda Egnera- Riehma according to Egner-Riehman's method		
		3	4	5	6	7	8	9		
ZD Wierzbno, woj. Gorzów Wlkp.										
K ₀	0-20	7	3	4,6	19	6,1	4,6	4,6	2,6	100 : 200
K _{1/2}		6	3	4,6	19	6,4	5,3	4,6	3,0	100 : 275
K ₁		6	2	4,7	24	8,9	7,5	7,8	4,8	100 : 320
K ₂		7	3	4,7	25	11,1	9,3	9,2	4,9	100 : 285
K ₃		8	3	4,6	29	13,2	11,5	10,1	5,8	100 : 343
K ₀	21-40	5	2	4,6	17	5,7	3,8	4,0	3,5	100 : 400
K _{1/2}		4	2	4,8	16	5,4	5,0	4,0	4,7	100 : 333
K ₁		5	2	5,2	21	8,5	7,3	8,4	6,8	100 : 300
K ₂		8	3	4,7	37	13,6	11,3	12,8	7,6	100 : 240
K ₃		8	2	4,5	32	15,4	13,3	12,8	8,5	100 : 343
ZD Wielichowo, woj. Poznań										
K ₀	0-20	8	3	5,1	32	8,7	7,5	6,0	3,1	100 : 76
K _{1/2}		9	4	4,9	35	9,5	7,5	4,3	3,2	100 : 84
K ₁		9	4	4,6	35	11,3	9,5	6,0	4,8	100 : 105
K ₂		9	3	4,8	37	15,0	11,4	8,2	4,4	100 : 129
K ₃		9	4	4,9	42	18,9	14,0	10,6	5,4	100 : 167
K ₀	20-40	11	4	6,0	32	6,2	6,0	5,0	3,3	100 : 93
K _{1/2}		12	4	6,4	32	8,0	6,5	4,0	3,9	100 : 93
K ₁		12	5	5,6	37	9,1	8,0	5,8	5,0	100 : 113
K ₂		11	4	5,7	38	12,0	10,2	9,6	6,4	100 : 208
K ₃		11	4	6,3	40	17,5	15,0	11,6	7,4	100 : 229

sowe prowadziło do powstawania strat potasu w drodze wymywania. Mimo to nagromadzenie się w glebie wymiennych form potasu było dość znaczne, czego dowodem jest również udział tego pierwiastka w kompleksie sorpcyjnym. W glebach obiektów K_3 w porównaniu do K_0 wzrósł on z 3 do ponad 5% w poziomach próchnicznych, natomiast w warstwie podpróchnicznej z ok. 3,5 do ok. 8%.

Ilościowej oceny strat potasu w warunkach wieloletniego intensywnego nawożenia można dokonać z pewnym przybliżeniem w oparciu o bilans K. Z przedstawionych danych wynika (tab. 1), że na glebach piaszkowych dawka potasu w ilości 80 kg na 1 ha zabezpieczała potrzeby roślin oraz w istotny sposób wpływała na wzrost zawartości wymiennych jego form w glebie do głębokości 40 cm. Nadmierne ilości wprowadzone do gleby z dwoma kolejno wzrastającymi dawkami (K_2 , K_3) w części zatrzymywane były przez kompleks sorpcyjny, w części zaś ulegały przemieszczaniu do warstw głębszych. Według przybliżonej oceny przy systematycznym stosowaniu nawozów potasowych w ilości 240 kg K_2O na 1 ha po około 10 latach w warstwie 0-40 cm (licząc ciężar właściwy gleby 1,5) powinno się nagromadzić średnio około 25 mg $K_2O/100$ g gleby. Analiza wykazała wzrost o około 8 mg $K_2O/100$ g gleby, co w tym wariancie doświadczenia stanowi zaledwie jedną trzecią część potasu nie wykorzystanego przez rośliny. Przy założeniu wyczerpywania się gleb na obiektach kontrolnych wartości te należałoby odpowiednio zmniejszyć.

Wyniki analiz wskazują, że część potasu nawozowego przechodzi w formy trudno wymienne, ekstrahowane do roztworu 1 N HNO_3 . Stąd też przy dokonywaniu bilansu w oparciu o tę frakcję potasu szacowane wielkości strat tego składnika okazałyby się nieco niższe (tab. 2).

Dla ogółu gleb piaszkowych notuje się niską wartość stosunku wymiennej formy magnezu do wymiennego potasu. Jest to wynikiem słabej zasobności tych gleb w magnez wymienny. Mimo dużego gatunkowego podobieństwa omawianych gleb piaszkowych stwierdza się zasadniczą różnicę w proporcji wymiennych jonów Mg:K. Dla poziomu akumulacyjnego obiektu K_0 gleb z Wielichowa stosunek Mg:K=100:76, natomiast dla analogicznego wariantu gleb z Wierzbna kształtuje się on na poziomie 100:200. Wzrastające nawożenie potasowe wpływa w zasadniczy sposób na zmniejszenie wartości stosunku Mg:K, co z punktu potrzeb żywienia roślin jest zjawiskiem niekorzystnym.

Potas w glebach wytworzonych z glin (tab. 3). W pięciu doświadczeniach na glebach wytworzonych z glin w wyniku wieloletniego stosowania zróżnicowanych dawek nawozów potasowych nastąpił również wzrost zasobności gleb w potas odpowiednio do stosowanej dawki. Wyniki badań wskazują jednak, że wzrost zawartości K mierzony różnicą zawartości badanych jego frakcji w glebach obiektów K_3 i K_0 dla poszczególnych zakładów kształtuje się odmiennie. Częścio-

Tabela 3

Potas w glebach wytworzonych z glin - Potassium content in the soils developed from loams

Objekt Treatment	Głębokość Depth cm	Procent frakcji o średnicy w mm % of fractions in mm		pH ln KCl pH 1N KCl	mg K ₂ O w 100 g gleby ekstrahowanej mg K ₂ O in 100 g of soil extracted				Procent jonów K w kompleksie sorpcyjnym K ions as % of sorption capacity	Stosunek wymiennych form Mg:K m.e. Ratio of exchangeable forms Mg:K m.e.
		< 0,02	< 0,002		1n HNO ₃ 1N HNO ₃	2n HCl 2N HCl	1n CH ₃ COONH ₄ 1 N CH ₃ COONH ₄	metoda Egnera-Riehma according to Egner- Riehm's method		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ZD Baborówko, woj. Poznań										
K ₀	0-20	13	5	5,9	46	11,2	9,2	6,6	3,5	100 : 74
K _{1/2}		13	5	5,5	49	13,6	11,2	8,2	4,6	100 : 120
K ₁		14	5	6,1	49	14,0	11,2	9,4	4,1	100 : 133
K ₂		14	5	6,4	46	14,0	12,0	8,8	4,6	100 : 132
K ₃		13	5	5,5	46	15,9	14,4	10,6	6,3	100 : 124
K ₀	21-40	13	5	6,2	40	7,3	6,0	3,4	2,2	100 : 49
K _{1/2}		19	9	6,7	59	10,2	8,4	5,0	1,6	100 : 43
K ₁		15	7	5,9	46	8,7	6,8	4,0	2,8	100 : 52
K ₂		16	7	5,6	51	8,0	6,0	3,4	2,4	100 : 39
K ₃		13	4	6,0	35	6,2	5,2	4,0	2,9	100 : 44
ZD Topola-Błonie, woj. Płock										
K ₀	0-20	16	6	5,8	43	10,5	8,0	6,0	2,6	100 : 63
K _{1/2}		14	6	6,0	49	13,6	9,5	7,6	2,9	100 : 54
K ₁		15	6	5,9	51	14,4	11,0	8,8	3,9	100 : 92
K ₂		15	6	5,8	n.o.	n.o.	17,5	14,4	6,0	100 : 119
K ₃		15	6	5,8	66	28,0	23,0	20,2	7,7	100 : 181
K ₀	21-40	26	15	4,8	61	9,0	9,5	5,0	1,9	100 : 23
K _{1/2}		25	16	5,3	69	8,2	9,5	4,6	1,8	100 : 20
K ₁		28	18	6,1	69	13,0	11,5	5,0	1,8	100 : 21
K ₂		28	16	6,2	n.o.	n.o.	10,0	5,8	1,8	100 : 23
K ₃		24	15	5,2	66	10,1	11,5	6,8	2,3	100 : 26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ZD Grabów, woj. Radom										
K ₀	0-20	15	3	5,5	40	7,4	6,0	4,2	2,1	100 : 130
K _{1/2}		15	4	5,8	43	12,4	10,0	6,6	3,3	100 : 175
K ₁		15	4	5,7	46	12,0	9,5	6,2	3,2	100 : 143
K ₂		17	4	6,1	46	14,5	13,0	10,4	4,5	100 : 254
K ₃		15	4	5,7	49	18,2	15,0	10,8	5,6	100 : 320
K ₀	21-40	16	4	5,1	40	9,0	6,0	6,4	3,7	100 : 162
K _{1/2}		18	5	5,1	40	9,8	7,5	6,8	4,3	100 : 200
K ₁		15	5	5,0	38	12,0	9,5	9,0	6,0	100 : 250
K ₂		13	5	4,9	44	12,0	11,0	9,2	5,8	100 : 192
K ₃		19	6	5,3	56	18,6	14,0	13,6	7,1	100 : 214
ZD Makuszyn, woj. Gorzów Wlkp.										
K ₀	0-20	16	6	6,2	n.o.	n.o.	16,5	11,7	5,6	100 : 75
K _{1/2}		16	6	6,1	n.o.	n.o.	17,0	12,7	5,9	100 : 78
K ₁		16	5	6,2	n.o.	n.o.	22,0	17,4	7,3	100 : 107
K ₂		16	5	6,2	n.o.	n.o.	20,0	15,0	7,0	100 : 93
K ₃		17	6	6,2	n.o.	n.o.	19,0	12,5	6,8	100 : 93
K ₀	21-40	15	5	5,4	n.o.	n.o.	7,2	4,8	4,7	100 : 136
K _{1/2}		18	7	5,4	n.o.	n.o.	10,0	7,6	5,0	100 : 131
K ₁		22	10	5,6	n.o.	n.o.	11,6	8,5	4,7	100 : 109
K ₂		17	5	5,5	n.o.	n.o.	10,5	7,2	5,4	100 : 137
K ₃		18	6	5,5	n.o.	n.o.	13,0	9,9	5,5	100 : 117
ZD Debrogostów, woj. Wrocław										
K ₀	0-20	35	12	6,4	95	26,0	24,8	16,2	3,6	100 : 102
K _{1/2}		36	12	6,6	106	27,4	24,8	17,2	3,5	100 : 104
K ₁		37	13	6,5	100	24,5	20,8	13,2	3,0	100 : 92
K ₂		37	12	6,4	111	31,4	28,8	21,1	4,0	100 : 117
K ₃		37	14	6,6	109	30,2	28,4	20,9	4,1	100 : 114
K ₀	21-40	37	13	6,9	69	12,0	11,6	6,7	1,9	100 : 54
K _{1/2}		39	13	6,8	82	14,3	13,6	7,6	2,1	100 : 62
K ₁		35	12	6,8	76	12,5	10,8	6,2	1,8	100 : 52
K ₂		39	12	7,0	76	12,1	11,6	6,4	1,9	100 : 57
K ₃		40	12	6,9	76	12,1	9,6	6,5	1,7	100 : 49

wym wyjaśnieniem tych różnic jest fakt, że w badanych punktach doświadczalnych prowadzone są wieloletnie doświadczenia o odmiennych układach płodozmianowych, decydujących o stopniu wykorzystania potasu przez rośliny. Największy wzrost zawartości potasu równoległe do dawki nawozów stwierdza się w poziomie akumulacyjnym gleby lekkiej wytworzonej z gliny w Topoli-Błoniu. Przy zastosowaniu najwyższego poziomu nawożenia po 9 latach ilość potasu wymiennego wzrosła w porównaniu z obiektem nie nawożonym o 15 mg, a potasu rozpuszczalnego w 1 N HNO₃ o 24 mg na 100 g gleby (tab. 3). Różnice we wzroście zawartości tych frakcji potasu świadczą, że pewna ilość potasu z nawozów przechodzi w formy trudniej dostępne. Wynikiem intensywnego nawożenia jest wyraźny wzrost procentowego udziału jonów K w kompleksie sorpcyjnym gleby oraz malejąca wartość stosunku wymiennych jonów Mg : K.

W glebie tej zróżnicowane nawożenie potasowe nie wpłynęło w większym stopniu na zmiany zawartości analizowanych frakcji potasu w warstwie na głębokości 21-40 cm. Świadczy to w pewnej mierze o znikomym przemieszczaniu się w głąb potasu z nawozów w glebach o bardziej związłym składzie mechanicznym (głina lekka).

Kolejnym punktem doświadczalnym, gdzie stwierdzono wyraźne nagromadzenie się potasu pod wpływem nawożenia, była gleba lekka wytworzona z gliny w Grabowie (tab. 3). Ze względu na jej głębsze spłaszczenie powierzchniowych poziomów (do około 50 cm) nastąpił wzrost zawartości potasu równoległe do wprowadzanej dawki nawozów na dwóch badanych głębokościach. Świadczy to o przemieszczeniu się części potasu nawozowego w głąb profilu poniżej warstwy ornopróchnicznej. Wraz ze wzrostem zawartości potasu wymiennego zwiększa się procentowy udział jonów K w kompleksie sorpcyjnym gleb oraz obniża się wartość stosunku wymiennych form Mg : K. W doświadczeniu tym nawet przy ujemnym bilansie potasu w przedziale dawek K_{1/2}-K₂ w porównaniu do obiektu K₀ następował wzrost potasu wymiennego (tab. 1). Nadmierne ilości tego składnika przy dawce K₃ (wyliczone z różnicy ilości dodanej do gleby i pobranej przez rośliny) mierzone wzrostem zawartości potasu wymiennego nie zostały odnalezione w około 50%. Ponieważ uzyskane wartości trudniej wymiennych frakcji potasu były tylko nieznacznie wyższe i to wyłącznie w glebie na głębokości 21-40 cm, należy sądzić, że przy najwyższej dawce nawozów część potasu uległa przemieszczeniu do warstw poniżej 40 cm.

Podobnym pod względem glebowym obiektem do punktu doświadczalnego w Grabowie był Małyszyn. W doświadczeniu tym na dwóch badanych głębokościach następował wzrost zawartości potasu wymiennego i przyswajalnego równoległe do zastosowanej dawki. Ze względu na bardzo duże pobranie potasu przez rośliny nadmierne ilości tego skład-

nika wystąpiły tylko na obiektach z najwyższą dawką K (tab. 1). W ilości równoważnej zostały one odnalezione w formie potasu wymiennego.

Brak jest wyraźnych prawidłowości w nagromadzaniu się potasu w glebie lekkiej wytworzonej z glin w Baborówku. Istotny (w porównaniu do obiektu kontrolnego) wzrost zawartości potasu rozpuszczalnego w 2 N HCl, 1 N octanie amonu i mleczenie wapnia pod wpływem wyższych dawek nawozów potasowych nastąpił tylko w warstwie orno-próchnicznej. W doświadczeniu tym już 80-kilogramowa dawka K_2O z pewnym nadmiarem zabezpieczała potrzeby roślin. Intensywne nawożenie wpływało na wzrost nadmiernych ilości potasu, który tylko w nieznacznym stopniu został odnaleziony w formie wymiennej.

Spośród badanych gleb gliniastych gleba Dobrogostowa odznacza się zdecydowanie wyższą zawartością frakcji $<0,02$ mm. Stąd też brak większego zróżnicowania w zawartości potasu ekstrahowanego octanem amonu i metodą Egnera-Riehma na tle wzrastającego nawożenia jest prawdopodobnie spowodowany przechodzeniem nie wykorzystanego przez rośliny potasu nawozowego w formy trudniej wymienne. Częściowym dowodem tego jest większa wartość wskaźnika gromadzenia się potasu ekstrahowanego 1 N HNO_3 niż jego form wymiennych. Przyjęta metoda wyliczeń bilansowych pozwoliła na odnalezienie nieznaczonej części potasu nawozowego tylko w warstwie 0-20 cm.

Potas w glebie wytworzonej z lessu (tab. 4). Wzrastające dawki nawozów potasowych na glebie lessowej w Antopolu nie wpłynęły na kumulację badanych form potasu nawet w poziomie orno-próchnicznym.

Bez względu na zastosowaną dawkę zawartość potasu wymiennego kształtowała się na poziomie ok. 9 mg K_2O na 100 g gleby. Stwierdzony nieznacznym wzrost ilości potasu rozpuszczalnego w 1 N HNO_3 daje pewną podstawę do wnioskowania o przechodzeniu części potasu nawozowego we frakcję trudniej wymienną. Brak w tym zakresie logicznych związków częściowo wyjaśnia fakt, że w przypadku doświadczenia na glebie lessowej wystąpiło bardzo duże pobranie potasu przez rośliny. Tylko najwyższa dawka nawozów praktycznie równoważyła pobranie tego składnika. Przy niższych poziomach nawożenia oraz na obiekcie kontrolnym rośliny pobrały odpowiednio wysokie ilości K z rezerw glebowych.

Potas w glebie madowej. Wskaźnik wzrostu zawartości potasu w glebie madowej w Borusowej mierzony różnicą badanych frakcji na obiektach K_3 i K_0 jest najwyższy w przypadkach potasu rozpuszczalnego w 1 N HNO_3 i w 2 N HCl. Różnice w zawartości potasu wymiennego są znikome i wynoszą zaledwie 2 mg/100 g gleby w warstwie 0-20 cm. W doświadczeniu tym, podobnie jak w Antopolu i Małyszynie, rośliny pobrały duże ilości z rezerw glebowych. Dopiero najwyższa dawka z pewną nadwyżką równoważyła pobranie (tab. 4).

Potas w glebie lessowej oraz w madzie
Potassium content in the soil developed from loess and in alluvial soil

Objekt Treatment	Głębokość Depth cm	Procent frakcji o średnicy w mm % of fractions in mm		pH ln KCl	mg K ₂ O w 100 g gleby ekstrahowanej mg K ₂ O in 100 g of soil extracted				Procent jonów K w kompleksie sorpcyjnym K ions as % of sorption capacity	Stosunek wymiennych form Mg:K m.e. Ratio of exchangeable forms Mg:K m.e.
		< 0,02	< 0,002	ln KCl	ln HNO ₃ 1N HNO ₃	2n HCl 2N HCl	ln CH ₃ COONH ₄ 1N CH ₃ COONH ₄	metodą Egnera-Riehma according to Egner- Riehm's method		
ZD Antopol, woj. Lublin - Gleba wytworzona z lessu - Soil developed from loess										
K ₀	0-20	33	8	6,8	54	8,4	9,2	6,5	1,8	100 : 74
K _{1/2}		34	8	7,1	61	12,4	10,4	7,0	1,9	100 : 76
K ₁		34	9	6,9	61	10,9	9,2	5,2	1,7	100 : 67
K ₂		35	9	7,0	64	11,3	8,4	4,6	1,5	100 : 67
K ₃		34	8	7,0	61	10,2	8,4	5,2	1,6	100 : 67
K ₀	21-40	40	13	6,7	96	9,6	9,6	5,8	1,9	100 : 56
K _{1/2}		36	11	6,8	81	12,4	11,6	7,2	2,3	100 : 68
K ₁		36	11	6,9	79	9,5	8,4	4,2	1,6	100 : 69
K ₂		43	16	6,7	93	9,6	10,4	4,4	1,5	100 : 58
K ₃		35	13	6,7	88	11,3	11,2	5,6	1,8	100 : 61
ZD Borusowa, woj. Tarnów - Mada - Alluvial soil										
K ₀	0-20	35	14	7,1	74	12,5	9,6	5,1	1,1	100 : 16
K _{1/2}		32	12	7,3	76	13,2	8,0	5,6	1,0	100 : 16
K ₁		33	12	7,3	80	13,2	8,0	5,0	0,9	100 : 14
K ₂		34	14	7,5	87	18,0	12,4	8,8	1,6	100 : 21
K ₃		31	13	7,4	90	18,5	11,6	7,1	1,5	100 : 20
K ₀	21-40	31	11	7,7	74	10,7	8,4	4,7	0,9	100 : 15
K _{1/2}		33	12	7,5	71	11,8	7,6	4,6	0,8	100 : 15
K ₁		33	13	7,7	74	12,5	7,6	4,8	0,8	100 : 13
K ₂		33	13	7,5	77	12,9	8,8	5,0	1,0	100 : 17
K ₃		31	12	7,5	82	14,0	9,2	5,8	1,1	100 : 14

DYSKUSJA

W przeprowadzonych badaniach — z powodu braku odniesienia do prób wyjściowych — rozpatrywano kształtowanie się zawartości potasu na tle obiektów nie nawożonych, gdzie nastąpiło znaczne wyczerpanie K z rezerw glebowych. Rozumowanie takie nie jest całkowicie prawidłowe. Zakładając bowiem dla uproszczenia możliwość wykorzystania przez rośliny głównie wymiennych form potasu glebowego, przynajmniej w glebach poletek kontrolnych powinno nastąpić skrajne jego wyczerpanie, co w rzeczywistości nie miało miejsca. Wynika to stąd, że całkowite zasoby potasu glebowego są bardzo duże. W środowisku glebowym zachodzą ciągle procesy uwalniania się potasu z form trudno wymiennych w wymienne oraz odwrotnie — pewna ilość potasu z roztworu glebowego bądź wymiennego może ulec retrogradacji. Skomplikowany mechanizm tych reakcji uzależniony jest głównie od jakościowego i ilościowego składu minerałów glebowych.

Nawet najstaranniej prowadzone doświadczenie polowe nie jest w pełni kontrolowanym obiektem służącym do całkowitego rozwiązania postawionego celu badań. Stąd też nie wszystkie otrzymane wyniki można interpretować jednoznacznie w prawidłowy sposób. Samo pobieranie reprezentatywnych prób glebowych nastęrcza w praktyce dość znacznych trudności. Należy przy tym wyjaśnić, że w metodyce podano sposób pobrania prób na określonej głębokości, co jest całkowicie zgodne tylko dla poziomu 0-20 cm. Pobranie prób z warstwy głębszej napotyka trudności, w przypadku bowiem gleb o większej miąższości warstwy ornopróchniczej dokładne odmierzanie powodować może łączenie materiału glebowego dwóch poziomów. Aby tego uniknąć, próby z „podglebia” gleb brunatnych i pseudobielicowych pobierano z poziomów podpróchnicznych zalegających często poniżej 20 cm. Wyraźny wzrost zawartości potasu równoległe do poziomu nawożenia stwierdzono głównie w glebach piaskowych. Tłumaczyć to można tym, że w glebach o ubogim mineralnym kompleksie sorpcyjnym istnieje mała możliwość przechodzenia potasu we frakcję trudno wymienną. W takich układach wprowadzony do gleby potas z nawozów nie wykorzystany przez rośliny przechodzi głównie w formę wymienną oraz przemieszczany jest do warstw głębszych.

Również w bardziej spiaszczonych poziomach gleb lekkich wytworzonych z glin stwierdza się wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia potasem na kumulację form tego składnika odpowiednio do zastosowanej dawki. W oparciu o ustalone rozpoznanie badanych zjawisk w odniesieniu do warstw „podglebia” można sądzić, że wzrost zawartości potasu w glebie równoległe do zastosowanej dawki nawozów idzie w parze ze stratami tego pierwiastka wskutek wymycia. Niezbyt precyzyjną, względną ocenę tych strat starano się określić w oparciu o bilans potasu (tab. 1).

Istnieje domniemanie, że w glebach o dużej zawartości części spławial-

nych (gleba gliniasta ciężka, gleba lessowa i mada) nadmierne ilości potasu nie pobrane przez rośliny przechodzą we frakcję trudno wymienną, nie dającą się identyfikować przyjętymi metodami chemicznymi. Zebrane dane nie pozwalają jednak na zupełne wykluczenie możliwości strat tego składnika dodanego w nawozach w drodze wymycia.

W naszym kraju były i są nadal prowadzone inne nieliczne wieloletnie doświadczenia polowe, w których bada się oddziaływanie zróżnicowanych dawek nawozów mineralnych nie tylko na plonowanie roślin, ale również na właściwości chemiczne gleb, a w tym na zawartość potasu przyswajalnego dla roślin [1]. Wyniki tych badań oparte głównie o wieloletnie doświadczenia w technikach rolniczych pozwalają stwierdzić, że pomijanie nawożenia potasowego w ciągu 8 lat nie powodowało spadku zawartości potasu przyswajalnego w stosunku do stanu wyjściowego. Nieznaczne obniżenie nastąpiło tylko w glebach o wysokiej wyjściowej zawartości potasu. Uzyskane dane informują również, że wpływ stosowania mineralnych nawozów potasowych (dawki 80, 160, 240 kg K_2O /ha) uwidacznia się na ogół przy systematycznym stosowaniu dawek powyżej 80 kg K_2O /ha rocznie. Po pięciu latach stosowania nawożenia potasowego zawartość potasu w glebach stabilizuje się i nie ulega tak szybkim zmianom jak w pierwszych.

Wpływ długoletniego nawożenia i zmianowania na zawartość potasu w glebie był przedmiotem badań Mercika na polu doświadczalnym w Skierniewicach [4]. W wyniku badań nad pobraniem potasu z plonem roślin oraz nad zmianami zawartości potasu wymiennego w glebie autor ten stwierdził dość znaczny niedobór potasu wniesionego do gleby w nawozach, co tłumaczy wymyciem tego składnika w głąb profilu.

WNIOSKI

1. Wieloletnie stosowanie zróżnicowanych dawek nawozów potasowych wpłynęło na zwiększenie zawartości potasu odpowiednio do poziomu wnoszonego składnika głównie na glebach piaskowych oraz w lekkich glebach wytworzonych z glin. Wpływ nawożenia potasem na poziom tego składnika stwierdzono zarówno w warstwie ornopróchnicznej, jak też w „podglebiu”.

2. Intensywne nawożenie potasowe gleb piaskowych, przy niezbyt dużym pobraniu tego pierwiastka przez rośliny, wpływa w radykalny sposób na wzrost potasu wymiennego w kompleksie sorpcyjnym. Decyduje to o zachwianiu równowagi jonów Mg:K.

3. W glebach o większej zawartości części spławialnych (gleba gliniasta ciężka, lessowa i madowa) wskaźnik wzrostu zawartości potasu mierzony różnicą frakcji K obiektów nawożonych i kontrolnych jest niewielki. Osiąga on wyższą wartość dla potasu ekstrahowanego w 1 N HNO_3 .

4. Na podstawie bilansu potasu za okres prowadzenia doświadczeń na

glebach piaskowych i niektórych lekkich wytworzonych z glin stwierdzono, że znaczna część potasu wprowadzona do gleby, a niepobrana przez rośliny nie została odnaleziona w formie potasu wymienego w warstwie do 40 cm.

LITERATURA

- [1] Adamus M. i in.: Zmiany zasobności gleb pod wpływem nawożenia w świetle wieloletnich doświadczeń. IUNG, 1972, S(17), Puławy 40-41.
- [2] Boguszewski W., Gosek S., Grześkiewicz H.: Wyniki doświadczeń z wysokimi dawkami fosforu i potasu w zakładach doświadczalnych IUNG. Cz. I. Pam. puł. 1971, 42, 55-78.
- [3] Boguszewski W., Gosek S.: Wyniki doświadczeń z wysokimi dawkami fosforu i potasu w zakładach doświadczalnych IUNG, Cz. III, Pam, puł. 1976, 66, 90-104.
- [4] Mercik S.: Studia nad zależnością między zasobnością gleby w potas a efektywnością nawożenia tym składnikiem. Zesz. nauk. SGGW Warsz. Rozp. nauk. 1971, 13, 50-55.
- [5] Miłczewa M.: Wyniki badań metod określania zasobu potasu w glebach. Międzyn. czas. rol. 1965, 2, 93.
- [6] Reitemeier R. F. i in.: Release of nonexchangeable potassium by greenhouse. Neubauer and laboratory methods. Soil Sc. Am. Proc. 1947, 12, 158-162.

Х. ПОНДЕЛЬ, С. ГОСЕК

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ КАЛИЙНОГО УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ КАЛИЯ В ПОЧВЕ

Институт агротехники, удобрения и почвоведения в Пулавах

Резюме

Целью работ являлось исследование многолетнего влияния количественно дифференцированного внесения калийных удобрений на содержание калия в нескольких видах почв опытных станции локализованных в разных почвенно-климатических районах. В схеме опыта учтено 5 вариантов: K_0 , $K_{1/2}$, K_1 , K_2 и K_3 ($K_1=80$ кг K_2O на га в виде хлористого калия).

Констатируется что многолетнее дифференцированное удобрение способствовало повышению содержания калия в главном в песчаных почвах и в лёгких почвах образованных из суглинков. Влияние калийного удобрения на уровень этого элемента проявилось как в пахотноперегнойном горизонте так и в слое почвы на глубине 21—40 см.

В почвах с высшим содержанием илистой фракции (тяжело суглинистая почва, аллювиальная пойменная почва) показатель роста содержания калия, измеряемый по разнице фракции К объектов удобряемых и контрольных, в общем невелик. Высшие значения этого показателя были получены лишь для калия извлекаемого 1 н HNO_3 .

На основании баланса калия за период ведения опытов на песчаных почвах и некоторых лёгких образованных из глин установлено, что заметная часть калия внесенная в почву, но не использованная растениями, не была обнаружена в форме обменного калия в слое до 40 см.

H. PONDEL, S. GOSEK

EFFECT OF THE POTASSIUM FERTILIZATION LEVEL ON THE POTASSIUM CONTENT IN SOIL

Institute of Soil Science and Cultivation of Plants at Puławy

S u m m a r y

The aim of the present work was to study the effect of longterm differentiated potassium fertilization on the potassium content in several kinds of soils of the Experimental Stations situated in different soil and climate regions. In the experiment scheme 5 treatments have been applied, viz.: K_0 , $K_{1/2}$, K_1 , K_2 and K_3 ($K_1=80$ kg K_2O in the form of potassium chloride per hectare).

It has been found that the differentiated potassium fertilization, applied for many years, led to an increase of the potassium content, mainly in sandy soils, as well as in light soils developed from loams. The potassium fertilization effect on the K level was visible both in the humous arable layer and in subsoil to the depth of 40 cm.

In soils with a greater content of clayey particles (heavy loamy soil, loess and alluvial soil) the index of increment of the potassium content, measured by the K fraction difference of fertilization and control treatments, was negligible. It reached higher values for potassium extracted in 1 N HNO_3 .

It has been found, on the basis of the potassium balance for the period of experiments on sandy and some light soils developed from loams, that a considerable part of potassium brought into soil and not taken by plants was not found in the form of exchangeable potassium in the layer of 40 cm.

Doc. dr hab. Henryk Pondeł
Instytut Uprawy,
Nawożenia
† Gleboznawstwa
Puławy, Osada Patacowa

