

STANISŁAW MERCIK

DZIAŁANIE POTASU I MAGNEZU W ZALEŻNOŚCI OD NIEKTÓRYCH  
WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH GLEB

Instytut Chemii i Chemii Rolnej SGGW-AR w Warszawie

Jak wynika z badań stacji chemiczno-rolniczych, przeważająca większość naszych gleb jest bardzo uboga w dostępne formy potasu i magnezu. Mimo to bardzo często w doświadczeniach polowych nie otrzymuje się zwyżek plonów roślin w wyniku nawożenia tymi składnikami. Z drugiej strony można wnioskować z wielu pozycji przytoczonej literatury, że efektywność nawożenia potasem i magnezem uzależniona jest nie tylko od zasobności gleb w te składniki, ale i od niektórych właściwości fizykochemicznych gleb. W związku z tym wydało się interesujące zbadanie, od jakich właściwości gleb może być uzależnione działanie nawozów potasowych i magnezowych. Ze względu na ograniczone możliwości prowadzenia doświadczeń polowych oraz ze względu na potrzebę wyeliminowania wpływu innych, nie badanych czynników na plonowanie roślin, badania prowadzono na wielu glebach w doświadczeniach wazonowych.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenia wazonowe prowadzono w latach: 1976 — z życią wielokwiatową na 15 glebach, 1977 — z jęczmieniem na 17 glebach i 1978 — ze szpinakiem na 14 glebach. Gleby te pobierano z terenu centralnej Polski wiosną każdego roku. Przed założeniem doświadczeń oznaczono w glebie pH i kwasowość hydrolityczną, a CaO zastosowano w dawkach obliczonych według tej kwasowości. W każdym roku doświadczenia prowadzono w wazonach typu Wagnera pojemności 8 kg gleby. Gleby te miały bardzo zróżnicowane właściwości fizykochemiczne i chemiczne (tab. 1—3).

Na każdej glebie i we wszystkich latach zastosowano 3 kombinacje nawozowe: CaNPMg, CaNPK i CaNPKMg w 4 powtórzeniach. Dawki potasu i magnezu były jednakowe na wszystkich glebach i pod wszystkie rośliny i wynosiły na wazon 0,5 g K w formie  $K_2SO_4$  oraz 0,2 g Mg w

formie  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ . Dawki fosforu pod wszystkie rośliny wynosiły na wazon 0,35 g  $P_2O_5$  w formie  $Ca(H_2PO_4)_2$ . Wszystkie te składniki oraz pożywkę mikroelementów zastosowano przedsewnie. Azotem nawożono rośliny pogłównie w ilości: 2 g N pod życicę (w 4 dawkach po 0,5 g pod każdy odrost), 0,8 g N pod jęczmień i 0,3 g N pod szpinak.

Życicę wielokwiatową podlewano do 80% maksymalnej kapilarnej pojemności wodnej gleby, natomiast jęczmień (odmiana Alsa) i szpinak (odmiana Olbrzym Zimowy) do 60%. Próbkę roślin do analiz pobierano: życicy w czasie zbioru każdego z czterech odrostów, jęczmienia w fazie strzelania w źdźbło i w pełnej dojrzałości (ziarno i słoma), a szpinak w czasie zbioru w fazie dojrzałości technicznej.

W materiale roślinnym oznaczano potas i magnez za pomocą absorpcji atomowej po spaleniu roślin w mieszaninie kwasów: azotowego, nadchlorowego i siarkowego. W próbach glebowych pobranych przed założeniem doświadczeń wazonowych oznaczano: skład mechaniczny metodą Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego, próchnice metodą Tiurina, kwasowość hydrolityczną i sumę zasad metodami Kappena, wymienny potas i magnez w 1 N octanie amonu o pH 7 za pomocą absorpcji atomowej.

#### WYNIKI

Doświadczenie z żywicą wielokwiatową. Gleby, na których prowadzono doświadczenia z życicą, miały bardzo zróżnicowane właściwości fizyczne i chemiczne (tab. 1). Zawierały one 8—36% części spławialnych, 0,90—2,80% próchnicy, ich pojemność sorpcyjna wahała się od 4,0 do 31,1 me, ilość K wymiennego od 4,7 do 55,4 mg, a Mg wymiennego od 2,0 do 22,2 mg. Właściwości te bardzo różnicowały wysokość plonów przy tym samym nawożeniu. Ze względu na dużą liczbę wyników przytoczono tylko sumaryczne plony życicy z 4 odrostów (tab. 1). Plony poszczególnych odrostów nie różniły się znacznie, a najsłabsze działanie potasu stwierdzono w pierwszym odroście (tab. 4). W następnych odrostach zwyczajki plonów w wyniku nawożenia tym składnikiem były coraz większe.

Otrzymano ścisłą zależność między wysokością plonów na kombinacjach bez potasu a zawartością K wymiennego w glebie (rys. 1). Współczynnik korelacji dla tych dwóch czynników wynosił  $r = 0,86$ . Otrzymano również istotną zależność między ilością potasu wymiennego w glebie a zwyczajką plonów pod wpływem nawożenia potasem, wyrażoną w procentach  $r = 0,68$  (rys. 2). Istotne zwyczajki plonów pod wpływem potasu otrzymano na wszystkich tych glebach, które zawierały do 15 mg K w 100 g gleby. Zwyczajki te były przeważnie tym większe, im mniej potasu wymiennego zawierała gleba. Zwyczajki plonów pod wpływem potasu były istotnie uzależnione od zawartości części spławialnych w glebie ( $r = 0,64$ ).

Tabela 1

Wyniki doświadczeń wazonowych z życią wielokwiatową w 1976 r.  
Results of pot experiments with Italian rye-grass in 1976

Nr gleby Soil No.	Plon - Yield					Na 100 g gleby - Per 100 g of soil					
	suma z 4 odrostów w g s.m. na wazon przy nawożeniu sum of 4 regrowth in g of d.m. from pot at the ferti- lization with			zwyżka plonów w % pod wpływem yield increments in % under the effect of:		cząstek o $\phi$ w mm particles of mm in dia		próchnicy humus %	T me	mg wymien- nego mg of ex- changeable	
	CaNPMg	CaNPK	CaNPKMg	K	Mg	<0,02	<0,002			K	Mg
1	18,2	23,1	27,2	49x	18x	15	6	1,76	5,4	7,2	4,6
2	17,0	25,1	24,3	43x	0	15	8	0,95	4,0	4,7	5,4
3	18,2	18,1	25,4	40x	40x	15	4	1,35	5,0	4,7	2,3
4	15,2	20,3	22,6	49x	11x	10	5	0,90	3,0	7,7	2,4
5	20,4	24,8	25,4	25x	2	12	8	1,35	4,1	6,7	5,2
6	23,3	29,5	24,3	4	0	18	8	1,98	9,1	15,3	22,2
7	24,0	22,2	27,3	14x	23x	8	3	2,35	4,2	11,7	2,8
8	18,4	19,4	23,8	29x	23x	15	5	1,20	7,5	13,9	2,0
9	22,8	25,5	26,5	16x	4	16	7	1,30	4,9	12,4	6,0
10	26,4	27,2	27,7	5	2	23	10	2,15	20,1	13,5	13,2
11	27,8	23,0	28,8	4	3	23	9	1,92	9,3	21,7	6,0
12	25,8	26,3	27,3	6	4	19	6	2,65	19,7	18,7	13,6
13	25,4	27,0	26,5	4	0	26	9	2,15	9,2	21,8	6,4
14	29,7	28,8	28,3	0	0	26	8	2,80	18,3	41,4	8,0
15	33,2	33,1	32,9	0	0	36	9	2,74	31,1	55,4	19,5
NUR - LSD		1,96									
x - zwwyżki plonów istotne - significant yield increments, T - pojemność sorpcyjna - sorption capacity											

Tabela 2

Wyniki doświadczeń wazonowych z jęczmieniem w 1977 r.  
Results of pot experiments with barley in 1977

Nr gleby Soil No.	Plon - Yield					Na 100 g gleby - Per 100 g of soil					
	suma z 4 odrostów w g s.m. na wazon przy nawożeniu sum of 4 regrowth in g of d.m. from pot at the ferti- lization with			zwyżka plonów w % pod wpływem yield increments in % under the effect of:		cząstek o $\phi$ w mm particles of mm in dia		próchnicy humus %	T me	mg wymien- nego mg of ex- changeable	
	CaNPMg	CaNPK	CaNPKMg	K	Mg	<0,02	<0,002			K	Mg
1	13,6	22,2	26,8	97x	21x	5	3	0,90	4,0	5,2	1,2
2	14,0	26,6	26,3	88x	0	14	5	1,07	6,4	11,0	17,0
3	13,0	25,1	26,2	102x	4	13	3	0,98	5,0	4,8	7,0
4	16,1	25,2	30,7	91x	22x	10	4	1,15	4,7	5,2	0,7
5	16,1	27,4	29,0	80x	6	15	4	1,70	5,0	7,2	7,0
6	18,9	25,6	28,0	48x	9	10	3	1,37	4,6	6,7	2,4
7	20,0	31,2	34,6	73x	11x	10	4	1,70	5,8	7,8	2,0
8	18,2	27,4	28,7	58x	5	20	6	2,39	11,3	14,8	7,4
9	19,6	23,7	26,5	35x	12	25	10	1,65	7,0	13,5	1,7
10	19,4	26,6	25,9	33x	0	14	4	1,97	9,0	14,1	4,9
11	19,7	25,0	27,4	39x	19x	21	9	1,67	7,2	13,0	1,1
12	21,0	29,4	29,6	41x	1	18	6	1,42	5,8	11,3	7,6
13	21,9	28,1	28,3	23x	1	35	8	2,70	9,1	13,1	21,6
14	30,0	24,7	28,3	0	15x	17	5	2,45	10,5	29,3	2,0
15	30,6	30,7	34,5	13x	12x	21	10	1,90	7,6	20,5	4,2
16	28,0	31,2	31,9	14x	2	21	9	2,95	15,3	20,3	13,4
17	32,0	32,8	34,4	7	5	27	8	2,38	17,1	65,0	9,2
NUR - LSD		3,40									
x, T - jak w tabeli 1 - as in Table 1											

Tabela 3

Wyniki doświadczeń wazonowych ze szpinakiem w 1978 r.  
Results of pot experiments with spinach in 1978

Nr gleby Soil No.	Plon - Yield					Na 100 g gleby - Per 100 g of soil					
	suma z 4 odrostów w g s.m. na wazon przy nawożeniu sum of 4 regrowths in g of d.m. from pot at the fertilization with			zwyżka plonów w % pod wpływem yield increments in % under the effect of:		cząstek o $\varnothing$ w mm particles of mm in dia		próchnicy humus $\delta$	T me	mg wymiennego mg of exchangeable	
	CaNPMg	CaNPK	CaNPKMg	K	Mg	< 0,02	< 0,002			K	Mg
1	11,5	29,5	44,9	290x	52x	6	2	1,60	8,0	3,3	1,7
2	22,2	55,5	49,5	123x	0	15	5	0,99	4,9	5,6	5,2
3	27,6	61,5	60,1	118x	0	15	6	1,05	4,4	6,2	5,4
4	28,6	34,9	57,1	100x	64x	10	5	1,38	5,9	7,1	0,9
5	35,1	57,5	60,2	72x	5	14	7	2,46	12,1	9,1	8,4
6	33,4	56,1	54,4	63x	0	22	9	1,90	6,1	9,2	20,1
7	26,3	35,5	44,3	68x	25x	10	6	2,15	10,0	10,5	3,8
8	33,6	44,3	59,3	76x	34x	14	7	1,80	8,5	10,6	1,7
9	36,5	62,6	61,6	69x	0	10	5	1,65	7,1	8,6	4,9
10	49,6	72,2	71,4	44x	0	12	6	1,90	12,7	12,4	6,7
11	54,4	73,3	71,2	31x	0	22	9	2,55	20,4	13,9	5,6
12	54,3	76,8	72,7	34x	0	21	8	2,65	20,9	21,5	5,5
13	41,5	78,3	74,0	78x	0	19	6	2,13	15,3	19,5	5,2
14	69,5	59,7	77,0	11x	29x	23	10	2,69	22,8	36,7	2,5
NUR - LSE		5,95									
T - jak w tabeli 1 - as in Table 1											

Tabela 4

Plony życicy wielokwiatowej w g s.m. na wazon  
Srednie z wszystkich gleb  
Italian ryegrass yields in g of dry matter from pot  
Means for all soils

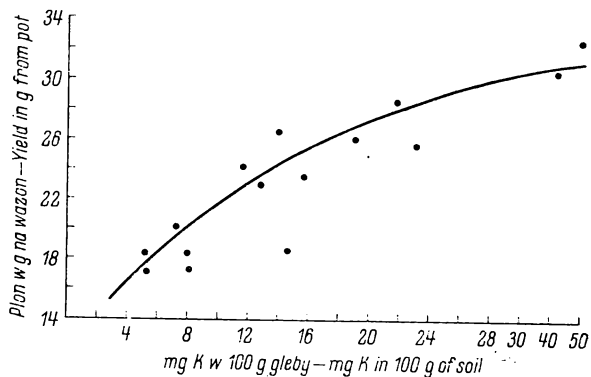
Nawożenie Fertilization	Odrosty - Regrowths				Suma Sum
	1	2	3	4	
CaNP Mg	5,8	6,0	6,3	5,0	23,1
CaNP K	5,9	6,6	7,4	6,0	25,9
CaNP MgK	6,0	6,8	7,5	6,3	26,6

Im gleba zawierała więcej części spławialnych, tym mniejsze otrzymano zwyżki plonów. Nie stwierdzono natomiast istotnej zależności między zwyżką plonów pod wpływem potasu a zawartością ilu koloidalnego w glebie

Efektywność nawożenia potasem uzależniona była również od zawartości próchnicy w glebie ( $r = 0,71$ ). Otrzymano tym większe zwyżki plonów, im mniej próchnicy zawierała gleba. Efektywność ta zależała również od pojemności sorpcyjnej gleb ( $r = 0,65$ ) i była tym większa, im mniejsza była pojemność sorpcyjna gleb.

Plony życicy na glebach nie nawożonych magnezem zależały od ilości Mg wymiennego w glebie ( $r = 0,80$ ) i były tym wyższe, im mniej magnezu zawierała gleba. Efektywność nawożenia magnezem była już wy-

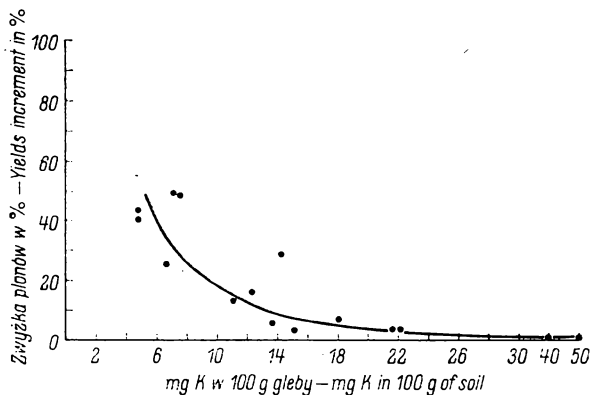
rażnie mniej uzależniona od ilości Mg wymiennego ( $r = 0,56$ ). Istotne przyrosty plonów w wyniku nawożenia magnezem otrzymano tylko na tych glebach, na których zawartość tego składnika w glebie nie przekraczała



Rys. 1. Zależność między plonem życicy na glebach nie nawożonych potasem (suma z czterech odrostów w g/wazon) a zawartością K wymiennego w glebie (mg K na 100 g gleby). Rok 1976

Relationship between the Italian ryegrass yields on soils not fertilized with potassium (sum of regrowths in g from pot) and the exchangeable K content in soil (mg K per 100 g of soil), 1976

5 mg Mg w 100 g gleby. Efektywność nawożenia magnezem nie była natomiast uzależniona od właściwości fizykochemicznych gleb. Żadne z badanych właściwości (procent części spławialnych, pojemność sorpcyjna gleb, zawartość próchnicy) nie dawały istotnych współczynników korelacji z procentową przyrostką plonów.

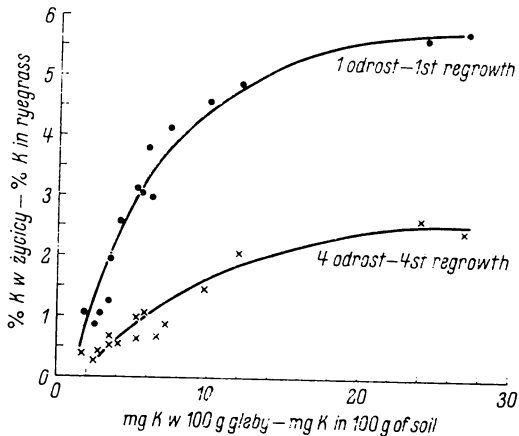


Rys. 2. Zależność między przyrostką plonów życicy pod wpływem potasu a zawartością K wymiennego w glebie. Rok 1976

Relationship between the Italian ryegrass yield increments under the potassium effect and the exchangeable K content in soil, 1976

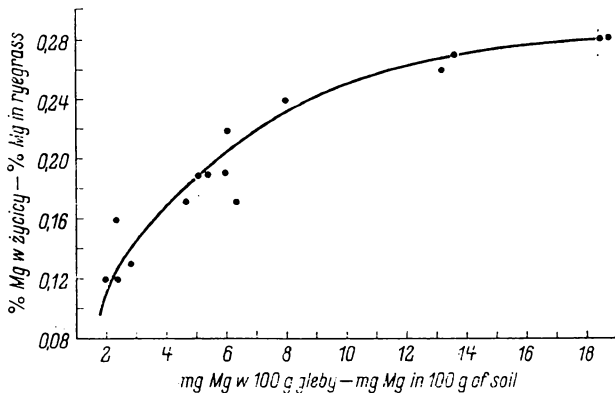
Właściwości te wywierały natomiast istotny wpływ na wysokość plonów przy nawożeniu wszystkimi składnikami pokarmowymi — CaNPKMg. Współczynniki korelacji tych zależności były następujące: dla zawartości części spławialnych  $r = 0,78$ , dla zawartości próchnicy  $r = 0,74$  i dla pojemności sorpcyjnej  $r = 0,79$ . Tylko zawartość iltu koloidalnego w glebie nie wywierała istotnego wpływu ani na wysokość plonu, ani na zwyczajki plonów pod wpływem potasu lub magnezu.

Wyniki oznaczeń K i Mg w poszczególnych odrostach życicy wskazywały na istotną zależność między tymi wartościami a zawartością wymiennych form potasu i magnezu w glebie (rys. 3 i 4). Odpowiednie



Rys. 3. Zależność między zawartością K w pierwszym i czwartym odroście życicy a ilością K wymiennego w glebach. Rok 1976

Relationship between the K content in the 1st and 4th regrowth of Italian ryegrass and the exchangeable K content in soil, 1976



Rys. 4. Zależność między zawartością Mg w pierwszym odroście życicy a ilością Mg wymiennego w 100 g gleby. Rok 1976

Relationship between the Mg content in the 1st regrowth of Italian ryegrass and the exchangeable Mg content in 100 g of soil, 1976

współczynniki korelacji wynosiły dla zawartości K: w pierwszym odroście 0,86, a w czwartym — 0,74, natomiast dla zawartości Mg w pierwszym odroście 0,88, a w czwartym — 0,73.

Średnie zawartości potasu i magnezu w roślinie w poszczególnych odrostach i na poszczególnych kombinacjach (ze wszystkich gleb) wskazują, że zawartość potasu w roślinie malała od pierwszego do ostatniego odrostu (tab. 5). Była ona zawsze wyższa na kombinacjach nawożonych niż na nie nawożonych tym składnikiem i nie zależała od nawożenia mag-

Tabela 5

Zawartość potasu i magnezu w s.m. życicy wielokwiatowej  
Średnie z wszystkich gleb  
Potassium and magnesium content in the Italian rye-grass dry matter  
Means for all soils

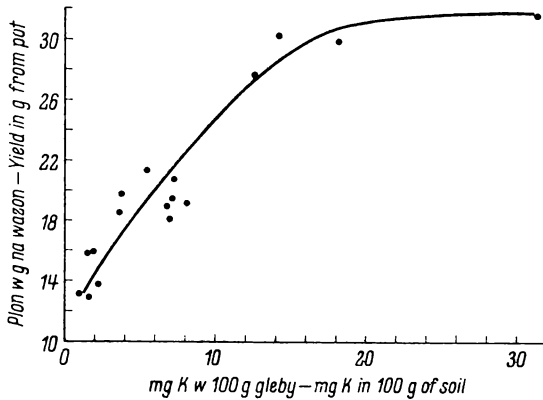
Nawożenie Fertilization	Procent K w odroście K per cent in regrowth				Procent Mg w odroście Mg per cent in regrowth			
	1	2	3	4	1	2	3	4
CaNP Mg	2,0	2,3	1,8	1,1	0,25	0,41	0,48	0,46
CaNP K	4,8	3,6	2,5	1,1	0,18	0,26	0,34	0,32
CaNP MgK	5,8	3,7	2,5	1,5	0,21	0,33	0,43	0,39

nezem. Zawartość magnezu w życicy wyraźnie wzrastała od pierwszego do czwartego odrostu i pod wpływem nawożenia magnezem, natomiast malała pod wpływem nawożenia potasem.

Doświadczenie z jęczmieniem. Gleby, na których w roku 1977 prowadzono doświadczenia wazonowe z jęczmieniem, zawierały 5—35% części spławialnych, 0,90—2,95% próchnicy, 4,8—65,0 mg K wymiennego i 0,7—21,6 mg Mg wymiennego. Ich pojemność sorpcyjna wahała się w granicach od 4,0 do 17,1 me.

W doświadczeniach z jęczmieniem otrzymano ścisłą zależność między zawartością wymiennego potasu w glebie a plonem jęczmienia nie nawożonego tym składnikiem  $r = 0,78$  (rys. 5). Zależność między K w glebie a zwyżką plonów pod wpływem tego składnika była nieco gorsza, ale również istotna  $r = 0,66$  (rys. 6). Istotne zwyżki plonów pod wpływem potasu otrzymano nawet na glebach bardzo zasobnych w potas wymienny — do 20 mg K w 100 g gleby. Na glebach najbardziej ubogich w potas plony jęczmienia były nawet dwukrotnie wyższe na glebach nawożonych niż na nie nawożonych potasem. Zwyżki plonów w wyniku nawożenia potasem uzależnione były od niektórych właściwości fizykochemicznych gleb. Najwyższą zależność otrzymano dla procentowej zawartości próchnicy ( $r = 0,80$ ). Im mniejsza była zawartość próchnicy w glebie, tym zwyżki plonów pod wpływem potasu były większe. Zwyżki te zmniejszały się również w miarę zwiększania zawartości w glebie części spła-

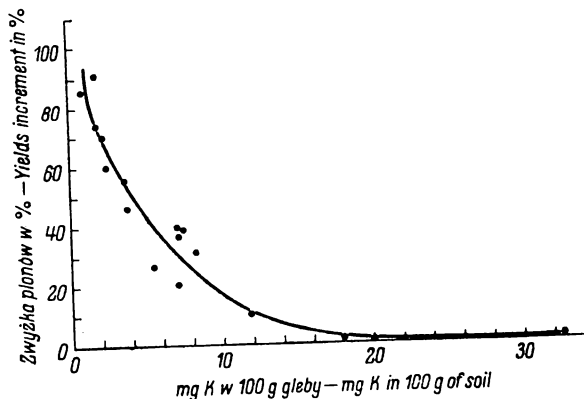
wialnych ( $r = 0,65$ ) oraz w miarę zwiększania pojemności sorpcyjnej ( $r = 0,65$ ). Efektywność nawożenia potasem nie była natomiast uzależniona od ilości cząstek iłu koloidalnego.



Rys. 5. Zależność między plonem jęczmienia na glebach nie nawożonych potasem a zawartością K wymiennego w glebie. Rok 1977

Relationship between the barley yield on soils not fertilized with potassium and the exchangeable K content in soil, 1977

Plony jęczmienia na glebach nie nawożonych magnezem były uzależnione w największym stopniu od zawartości tego składnika w glebie. W miarę zwiększania się ilości Mg wymiennego plony jęczmienia wzrastały ( $r = 0,72$ ). Działanie magnezu na plonowanie było istotnie uzależnione od ilości Mg wymiennego ( $r = 0,79$ ). Istotne przyrosty plonów pod wpływem magnezu otrzymano przeważnie na glebach zawierających do 2 mg



Rys. 6. Zależność między zwyżką plonów jęczmienia (w procentach) pod wpływem potasu a zawartością K wymiennego w glebie. Rok 1977.

Relationship between the barley yield increment in % under the potassium effect and the exchangeable K content in soil, 1977

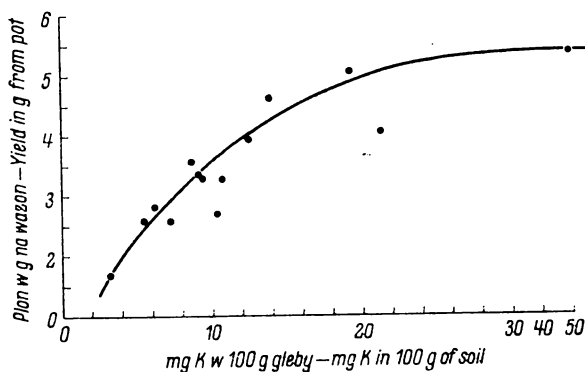


Mg w 100 g gleby. Zwyczki te nie były uzależnione od badanych właściwości gleb. Żadna z tych właściwości (zawartość próchnicy, części spławialnych, ładu koloidalnego, pojemność sorpcyjna) nie dawały istotnie wysokich współczynników korelacji z procentową zwyżką plonów spowodowaną nawożeniem magnezem.

Wysokość plonów jęczmienia przy nawożeniu wszystkimi składnikami pokarmowymi (CaNPKMg) nie była uzależniona od badanych właściwości fizykochemicznych gleb.

Otrzymano ścisłą zależność między zawartością potasu wymiennego w glebie a zawartością tego składnika w jęczmieniu w fazie strzelania w źdźbło ( $r = 0,82$ ). Zwiększające się ilości K wymiennego w glebie od 4,8 do 65,0 podwyższyły zawartość K w roślinie z 0,68 do 3,43% (rys. 9). Średnie z wszystkich gleb zawartości K w jęczmieniu przy nawożeniu CaNPMg, CaNPK i CaNPMgK wynosiły odpowiednio: 1,21, 1,96, 1,99. Wynika z tego, że zawartość K w roślinie wzrastała pod wpływem nawożenia potasem, ale nie zależała od nawożenia magnezem.

Zawartość magnezu w jęczmieniu nie była uzależniona od ilości Mg wymiennego w glebie. Współczynnik korelacji był nieistotny. Średnia zawartość Mg w kombinacjach CaNPMg, CaNPK, CaNPMgK wynosiła odpowiednio: 0,19, 0,17, 0,20.



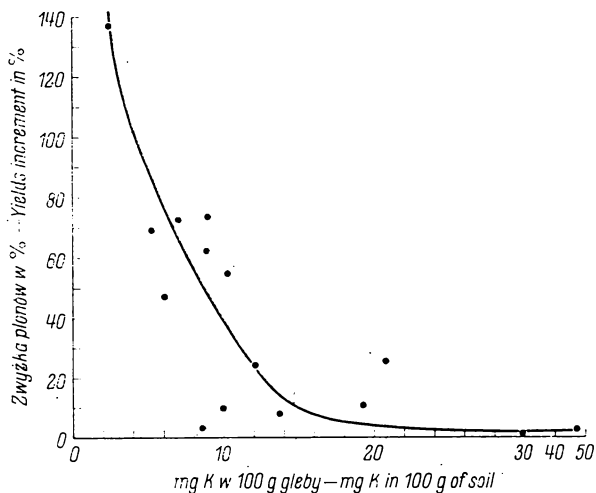
Rys. 7. Zależność między plonem szpinaku na glebach nie nawożonych potasem a zawartością K wymiennego w glebach. Rok 1978

Relationship between the spinach yield on soils not fertilized with potassium and the exchangeable K content in soil, 1978

Doświadczenie ze szpinakiem. Gleby, na których prowadzono to doświadczenie, miały pojemność sorpcyjną 4,4—22,8 me. i zawierały: 6—23% części spławialnych, 0,99—2,69% próchnicy, 3,3—36,7 mg K wymiennego oraz 0,9—20,1 mg Mg wymiennego.

Plony szpinaku na kombinacji nie nawożonej potasem były bardzo uzależnione od ilości K wymiennego ( $r = 0,87$ ) i wzrastały wraz ze zwiększeniem tego składnika w glebie (rys. 7). Zwyczki plonów szpinaku pod

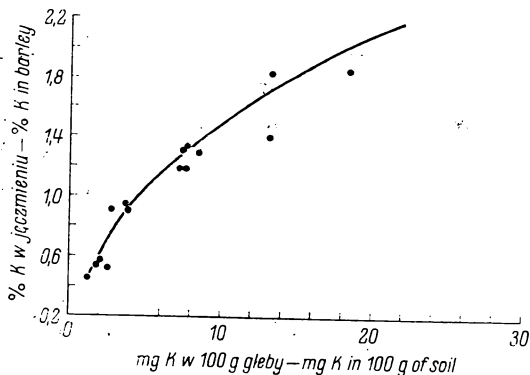
wpływem potasu były znacznie większe niż zwyczajki jęczmienia i życie. Zwyczajki te były tym większe, im mniej było K w glebie (rys. 8) i były istotne ( $r = 0,54$ ) nawet na glebach bardzo zasobnych w potas (tab. 3).



Rys. 8. Zależność między zwyczajką plonów szpinaku pod wpływem potasu (w procentach) a zawartością K wymiennego w glebie. Rok 1978

Relationship between the spinach yield increment under the potassium effect (in %) and the exchangeable K content in soil, 1978

Na glebach zawierających około 15 mg K w glebie nawożenie potasem zwiększało plony o 80%, a na glebach zawierających 20 mg K w 100 g gleby — o około 30%. Działanie potasu było w małym stopniu uzależnione od pojemności sorpcyjnej ( $r = 0,54$ ) i nie zależało od zawartości próchnicy ani od zawartości części spławialnych.

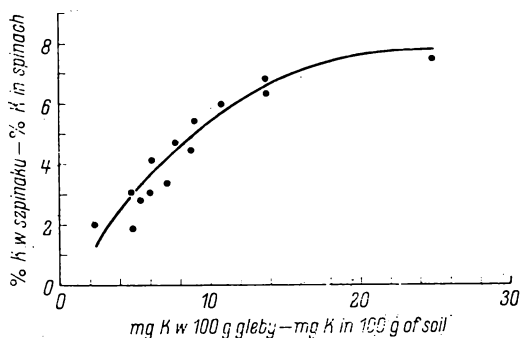


Rys. 9. Zależność między zawartością K w jęczmieniu a ilością K wymiennego w glebach. Rok 1977

Relationship between the K content in barley and the exchangeable K content in soil, 1977

Wysokość plonów szpinaku na kombinacji nie nawożonej magnezem nie była uzależniona od ilości Mg wymiennego. Współczynnik korelacji był nieistotny. Nawożenie magnezem istotnie zwiększało plony, ale tylko na glebach bardzo ubogich w ten składnik — do 4 mg Mg w 100 g gleby. Zwyżki plonów pod wpływem magnezu były mało uzależnione od ilości Mg wymiennego w glebie ( $r = 0,55$ ) i nie zależały od żadnych z badanych właściwości fizykochemicznych gleb. Plony szpinaku przy zastosowaniu wszystkich składników pokarmowych (CaNPMgK) wyraźnie wzrastały na glebach z większą pojemnością sorpcyjną ( $r = 0,75$ ). Zawartość próchnicy oraz części spławialnych wywierały mniejszy wpływ na plonowanie szpinaku ( $r = 0,55$ ) niż pojemność sorpcyjna.

Otrzymano ścisłą zależność między zawartością wymiennego potasu w glebie a procentową zawartością K w roślinie  $r = 0,88$  (rys. 10). Średnie zawartości potasu w szpinaku ze wszystkich gleb przy nawożeniu CaNPMg, CaNPK i CaNPMgK wynosiły odpowiednio: 4,54, 8,33 i 8,29%. Zawartość K w roślinie wyraźnie wzrastała pod wpływem nawożenia tym składnikiem, ale nie zależała od nawożenia magnezem.



Rys. 10. Zależność między zawartością K w szpinaku a ilością K wymiennego w glebach. Rok 1978

Relationship between the K content in spinach and the exchangeable K content in soil, 1978

Zawartość Mg w roślinie również wyraźnie zwiększała się na glebach z wyższą zawartością Mg wymiennego ( $r = 0,75$ ). Średnie zawartości magnezu w szpinaku dla wszystkich roślin wynosiły: 1,11% na CaNPMg, 0,61% na CaNPK i 0,84% na CaNPMgK. Wynika z tego, że nawożenie magnezem zwiększało, a potasem zmniejszało zawartość tego składnika w roślinie.

#### DYSKUSJA

Zależności między działaniem nawozów potasowych i magnezowych a zasobnością gleb w te składniki oparto o ilość wymiennego K i Mg w glebie. Jak wynika z innych badań [9, 10] oraz dokonanego z tej okazji przeglądu literatury, metody te dobrze określają potrzeby nawożenia.

Działanie potasu i magnezu badano przy dostatecznym zaopatrzeniu roślin w pozostałe składniki pokarmowe oraz przy podobnym na wszystkich glebach zakwaszeniu i wilgotności. Duże zróżnicowanie tych czynników na poszczególnych glebach mogłoby wywierać wpływ na działanie potasu i magnezu. Na przykład podaje się [5, 7], że zdolność zaopatrzenia roślin w potas w dużym stopniu uzależniona jest od ilości i szybkości przenikania K w glebie do systemu korzeniowego, a to zależy nie tylko od ilości K dostępnego, ale i od wilgotności gleb. Jak podaje N e m e t h i G r i m m e [13], działanie potasu na glebach bogatych w illit może być uzależnione od odczynu. Na przykład na glebach o  $\text{pH} < 5$  część ujemnych ładunków sorbujących kationy, w tym również K, jest blokowana przez  $\text{Al}^{3+}$  lub  $\text{Al}(\text{OH})^+_2$ , przez co zmniejsza się zdolność sorbowania potasu i w konsekwencji zwiększa się jego wymywanie. Z tego powodu S c h a c h t s c h a b e l i K o s t e r podają [16], że informacje o ilości K obecnie przyswajalnego w oparciu o określone liczby graniczne poprawić można przez znajomość stopnia zakwaszenia gleb.

Wysokość plonów wszystkich trzech roślin (życicy, jęczmienia i szpinaku) na kombinacjach nawożonych tym składnikiem była ściśle uzależniona od ilości K wymiennego w glebie. Potwierdzają to dość wysokie współczynniki korelacji dla tych wartości, wynoszące dla poszczególnych roślin od  $r = 0,78$  do  $r = 0,87$ . Zwyczki plonów pod wpływem potasu były już mniej uzależnione od zasobności gleb w K wymienny ( $r = 0,54$  do  $r = 0,68$ ). Wyniki kilkudziesięciu doświadczeń polowych w RFN [8] z działaniem bardzo wysokich dawek potasu nie wykazały zależności między ilością K wymiennego w glebie a zwyczają plonów. Z uprawianych roślin szpinak najbardziej reagował na nawożenie potasem. Nawet na glebach zawierających około 15 mg K w 100 g gleby nawożenie potasem zwiększało plony o około 80%, a na glebach jeszcze bardziej zasobnych (20 mg K) przyrost plonów dochodził do 30%. Natomiast najgorzej działał potas przy uprawie życicy. Plony tej rośliny nie zwiększały się, jeżeli w glebie było więcej niż 6 mg K w 100 g gleby. Wynika z tego, że życica ma znacznie większą zdolność pobierania trudniej dostępnych form potasu niż szpinak. Wniosek ten można potwierdzić również tym, że ilość pobranego potasu przez rośliny była znacznie większa u życicy niż u szpinaku. Duże zwyczki plonów lucerny przy stosowaniu bardzo wysokich dawek potasu otrzymali również F o r s t e r i i n. [2].

U żadnej z badanych roślin działanie potasu nie było uzależnione od ilości ilitu koloidalnego ( $< 2\mu$ ) w glebie. Brak wpływu ilości ilitu koloidalnego na działanie potasu mógł być wynikiem stosunkowo małego zróżnicowania badanych gleb pod tym względem. Natomiast w przypadku jęczmienia i życicy zwyczki plonów pod wpływem potasu zależały od ilości cząstek spławialnych. Pod wpływem potasu otrzymano tym mniejsze zwyczki plonów, im cząstek tych było więcej. Również inni autorzy [1, 11, 12] otrzymali tym gorsze działanie potasu, im więcej było w glebie ko-

loidów, w szczególności mineralnych. Podaje się nawet [15], że trafność ustalania potrzeb nawożenia może być poprawiona w oparciu o znajomość ilości illitu w glebie.

Z ilością koloidów glebowych ściśle związana jest pojemność sorpcyjna gleb. Z tego powodu działanie potasu było u nas tym słabsze, im większa była pojemność sorpcyjna gleb. Podobne zależności podają również inni autorzy [3, 12] podkreślając jednakże, że ważniejsza jest informacja o pojemności mineralnego niż organicznego kompleksu sorpcyjnego. Kompleks sorpcyjny organiczny słabiej wiąże potas niż mineralny i przypuszczalnie dlatego mniej jest w literaturze informacji, z których wynikałoby, że istnieje ścisła zależność między ilością próchnicy w glebie a działaniem nawozów potasowych. W niniejszych badaniach przy uprawie życicy i jęczmienia zwyżki plonów były istotnie uzależnione od ilości próchnicy, będąc tym mniejsze, im więcej próchnicy zawierała gleba.

Jak wynika z badań [10, 17] i obserwacji, w początkowym okresie wzrostu roślin widać wyraźne objawy braku magnezu, które w okresie późniejszym zanikają, wskutek czego nie obserwuje się ograniczającego wpływu braku Mg na plonowanie. W tych badaniach objawy braku magnezu obserwowano tylko na jęczmieniu. Objawy te obserwowano prawie na wszystkich glebach. Istotne obniżenie plonów w wyniku braku magnezu otrzymano jednak tylko na tych glebach, które zawierały do 2 mg Mg przy uprawie jęczmienia i do 4—5 mg Mg w 100 g gleby przy uprawie rajgrasu i szpinaku. Współczynniki korelacji między zwyżką plonów pod wpływem magnezu a zasobnością gleb w Mg wymienny były istotne dla wszystkich roślin, najmniejsza jednak zależność występowała u życicy. Roślina ta wykazała więc największe możliwości pobierania Mg z trudno dostępnych form.

Dane literatury wykazują, że działanie magnezu zależy nie tylko od zawartości tego składnika w glebie, ale od wilgotności gleb [4], odczynu gleby [4], zawartości próchnicy [17], od zaopatrzenia roślin w inne składniki pokarmowe, a szczególnie potas [6, 14], od zawartości koloidów mineralnych i pojemności sorpcyjnej [6, 17] oraz innych czynników. W tych badaniach w zasadzie u żadnej z badanych roślin zwyżki plonów pod wpływem magnezu nie były uzależnione od oznaczanych właściwości fizycznych gleb, takich jak skład mechaniczny, pojemność sorpcyjna, zawartość próchnicy i pH. Natomiast wysokość plonów roślin nawożonych wszystkimi składnikami pokarmowymi, a szczególnie życicy, uzależniona była od niektórych właściwości gleb. Plony życicy były tym większe, im więcej było w glebie próchnicy ( $r = 0,74$ ), cząstek spławialnych ( $r = 0,78$ ) oraz im większa była pojemność sorpcyjna ( $r = 0,79$ ).

Zawartość potasu we wszystkich roślinach wyraźnie wzrastała w miarę zwiększania się ilości K wymiennego w glebie i pod wpływem nawożenia potasem, natomiast nie zależała od nawożenia magnezem. Zawartość magnezu w roślinach przeważnie wzrastała pod wpływem nawożenia

magnezem, mniej uzależniona była od ilości Mg wymiennego w glebie i była zawsze niższa na obiektach nawozowych niż na nie nawożonych potasem. Wynika z tego, że potas działał antagonistycznie na pobieranie magnezu, ale magnez nie działał antagonistycznie na pobieranie potasu.

#### WNIOSKI

Trzyletnie doświadczenia wazonowe z życią wielokwiatową, jęczmieniem i szpinakiem na kilkudziesięciu glebach o zróżnicowanym nawożeniu potasem i magnezem pozwalają na następujące uogólnienia.

1. Istotne zwwyżki plonów pod wpływem nawożenia potasem i magnezem otrzymano przy niższych ilościach K i Mg wymiennego w glebie przy uprawie jęczmienia niż przy uprawie życicy i szpinaku.

2. Wysokość plonów wszystkich roślin na glebach nie nawożonych potasem wyraźnie wzrastała w miarę zwiększania się ilości K wymiennego w glebie. Zwyzki plonów pod wpływem tego składnika były tym większe, im mniej było w glebie potasu wymiennego.

3. Działanie potasu było przeważnie tym lepsze, im mniej było w glebie części spławialnych i próchnicy i im mniejsza była pojemność sorpcyjna gleb.

4. Wysokość plonów wszystkich roślin na obiektach nie nawożonych magnezem wyraźnie wzrastała na glebach o wyższych ilościach Mg wymiennego.

5. Zwyzki plonów pod wpływem magnezu przeważnie były większe na glebach uboższych w magnez, ale uzależnienie ich od właściwości fizycznych gleb było niewielkie.

6. Potas działał antagonistycznie na pobieranie magnezu, ale magnez nie działał antagonistycznie na pobieranie potasu.

#### LITERATURA

- [1] Burkard N., Amberger A.: Einfluss der Kaliumdüngung auf die Verfügbarkeit des Kaliums in K-fixierenden Böden im Verlaufe der Vegetationszeit. Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 141, 2, 1978, 167—179.
- [2] Forster H., Koch K. i in.: Die Kaliumkonzentration der Bodenlösung in ihrer Bedeutung für den Ertrag und den Gehalt in organischen Stickstoffverbindungen bei Luzerne. Bodenkultur 23, 1, 1972, 10—17.
- [3] Graham E. R., Silva C. G.: Labile pools and distribution coefficients for soil calcium, magnesium and potassium determined with exchange equilibria and radioisotopes. Soil Sci. 128, 1, 1979, 17—22.
- [4] Grimme H.: Magnesium diffusion in soil at different water and magnesium contents. Z. Pfl. Ernähr. Bodenk. 174, 1, 1973, 9—19.
- [5] Grimme H., Braunscheig L. C.: Interaction of K concentration in the soil solution and soil water content on K diffusion. Z. Pfl. Ernähr. Bodenk. 137, 1974, 147—158.

- [6] Key J. L., Kurtz L. T. i in.: Influence of ratio of exchangeable calcium, magnesium on yield and composition of soybeans and corn. Soil Sci. 93, 1962, 4, 265—270.
- [7] Mengel K., Brauschweig L. C.: The effect of soil moisture upon the availability of potassium and its influence on the growth of young plants *Zea May L.* Soil Sci. 114, 1972, 2, 142—148.
- [8] Mengel K.: Die Factoren der Kaliverfügbarkeit und deren Bedeutung für die Ertragsbildung. Sonderh. Landw. Forsch. 31, 1975, 1, 45—58.
- [9] Mercik S., Gutynska B.: Ocena metod badania potrzeb nawożenia potasem. Roczn. glebozn. 34, 1983, 3.
- [10] Mercik S., Gozliński H., Gutynska B.: Ocena metod badania potrzeb nawożenia magnezem. Roczn. glebozn. 34, 1983, 1—2, 147—159.
- [11] Munn D. A., McLean E. O.: Soil potassium relationship as indicated by solution equilibrations and plant uptake. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39, 1975, 6, 1072—1076.
- [12] Nemeth K., Forster H.: Beziehungen zwischen Ertrag und K-Entzug von Ackerbohnen *Vicia faba* sowie verschiedenen K-Fractionen von Boden. Sonderh. Landw. Forsch. 27, 1976, 11, 111—119.
- [13] Nemeth K., Grimme H.: Effect of soil pH on the relationship between K concentration in the saturation extract and K saturation of soil. Soil Sci. 145, 1972, 5, 349—354.
- [14] Nemeth K., Grimme H.: Einfluss einer Düngung and die Aufnahme nicht gedüngter Nährstoffe im Gefassversuch. Z. Pfl. Ernähr. Bodenk. 137, 1974, 203—213
- [15] Richter D.: Probleme der Charakterisierung des pflanzenverfügbaren Kaliums in Ackerboden. Arch. f. Acker. Pflbau. 19, 1975, 7, 475—485.
- [16] Schachtschabel P., Koster W.: Vergleich verschiedener Extraktionsmethoden zur Bestimmung der Kalium-Verfügbarkeit in Böden. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 141, 1978, 1, 43—55.
- [17] Wichmann W., Finck A., Pflanzenanalytische Kennwerte zur Beurteilung der Mg-Versorgung von Hafer und Mais in Schleswig-Holstein. Landw. Forsch. 30, 1977, 4, 298—302.

С. МЕРЦИК

## ДЕЙСТВИЕ КАЛИЯ И МАГНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Институт химии и агрохимии, Варшавская сельскохозяйственная академия

### Резюме

Проведены были вегетационные (сосудные) опыты в 1976 г. с райграсом многоцветковым на 15 почвах, в 1977 г. с ячменем на 17 почвах и в 1978 г. со щпинатом на 14 почвах. На каждой из них применяли следующие удобрительные варианты: CaNPMg, CANPK и CaNPMgK, определяли величину урожая, а также содержание K и Mg, в растении. В почвах определяли: обменные формы K и Mg, содержащие гумуса, механический состав, pH и ёмкость поглощения. Полученные результаты дают обоснование для следующих обобщений.

Существенные прибавки урожаев под влиянием удобрения калием и магнием были получены в условиях пониженных количеств K и Mg в почве, в культурах ячменя, чем в культурах райграса многоцветкового и щпината. В вариантах без удобрения калием величина

урожаев всех растений отчетливо повышалась с ростом количества обменного К в почве. Прибавки урожая в последствии внесения калия были тем выше, чем меньше было наличие в почве обменного калия. Действие калия проявлялось тем сильнее, чем ниже было содержание илистой части почвы и перегноя и чем меньшая была ёмкость поглощения почв. В вариантах без удобрения магнием урожаи всех растений отчетливо повышались на почвах с высшими количествами обменного Mg. Прибавки урожая в последствии внесения магния преимущественно были выше на почвах более бедных магнием, но почти не обнаруживали зависимости от физических свойств почвы. Калий оказывал антагонистическое действие на усвоение растениями магния, но магний не проявлял антагонистического действия на поступление калия.

S. MERCİK

POTASSIUM AND MAGNESIUM EFFECT DEPENDING ON  
SOME PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

Department of General and Agricultural  
Chemistry, Agricultural University of  
Warsaw

Summary

Pot experiments with Italian ryegrass on 15 soil types in 1976, with barley on 17 soil types in 1977 and with spinach on 14 soil types in 1978 were carried out. On each soil three treatments: CaNPMg, CaNPK and CaNPMgK, were applied as well as yields and the K and Mg content in plants were investigated. Exchangeable K and Mg forms, humus content, mechanical composition, pH value and sorption capacity in soils were determined. The results obtained allow to conclude as follows.

Significant yield increments under the potassium and magnesium fertilization effect were obtained at lower exchangeable K and Mg amounts in soil in the cultivation of barley than in that of Italian ryegrass and spinach. The yield of all crops under study on soils not fertilized with K distinctly increased along with increasing exchangeable K amounts in soil. Yield increments under the potassium effect were the higher, the less exchangeable potassium amounts were in soil. The potassium effect was usually the better, the less were clay content and humus in soil and the less was the soil sorption capacity. The yield magnitude of all plants on soils not fertilized with Mg distinctly increased on soils with higher exchangeable Mg content. Yield increments under the magnesium effect are mostly higher on soils poorer in magnesium, but depended only slightly on physical properties of soils. Potassium showed an antagonistic effect on the magnesium uptake, but magnesium was not antagonistic effect to the potassium uptake.

*Doc. dr hab. Stanisław Mercik*  
*Instytut Chemii i*  
*Chemii Rolnej AR*  
*Warszawa, ul. Rakowiecka 26*