

EUGENIUSZ GORLACH, TADEUSZ CURYŁO

## WPŁYW ODCZYNU GLEBY NA POBIERANIE POTASU, SODU, MAGNEZU I WAPNIA PRZEZ RÓŻNE GATUNKI ROŚLIN \*

Katedra Chemii Rolnej Akademii Rolniczej w Krakowie

### WSTĘP

Literatura na temat wpływu pH gleby i wapnowania, szczególnie na pobieranie przez rośliny potasu i magnezu, jest dość bogata [8, 9, 12, 15]. Jednakże z uwagi na rozbieżne wyniki zagadnienie to wymaga dalszych badań z uwzględnieniem zarówno czynnika glebowego, jak i roślinnego. Celem pracy było prześledzenie wpływu pH i innych fizykochemicznych właściwości gleby na absorpcję K, Na, Mg i Ca przez 7 gatunków roślin różniących się wrażliwością na kwaśny odczyn.

### MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w wazonach plastikowych napełnionych 2 kg powietrznie suchej gleby brunatnej wylugowanej (kwaśnej) zawierającej 38% części spławialnych ( $< 0,02$  mm) i 1,43% C-organicznego. Badania wykonano z 7 gatunkami roślin: w 1986 r. z życią trwałą odmiany Argona, kupkówką pospolitą odmiany Oberweihst i życią wielokwiatową odmiany Szelejewska. W 1987 r. uprawiano jako rośliny następcze słonecznik pastewny odmiany Wnijnmk 8883 po życicy trwałej, rzodkiew oleistą odmiany Tetra Poznańska po kupkówce i kukurydzę odmiany Kb-270 po życicy wielokwiatowej oraz z kolei jako trzecią roślinę żyto ozime odmiany Dańkowskie Złote po rzodkwi oleistej.

Schemat doświadczenia obejmował 7 obiektów ze zróżnicowanym pH gleby, w 5 powtórzeniach, w tym jeden wazon bez roślin do badania właściwości fizykochemicznych gleby (tab. 1). Dla zróżnicowania odczynu dodawano do gleby siarczanu glinu jako środka zakwaszającego lub

---

\* Praca wykonana w ramach CPBR — 3.18.

Tabela 1

Schemat doświadczenia i fizykochemiczne właściwości gleby po 20 tygodniach od założenia doświadczenia w wazonach bez roślin

Scheme of experiment and physico-chemical properties of soil after 20 weeks after setting of experiment in pots without plants

Objekt Object	Dawka — Dose $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ g/kg gleby — of soil		$\text{pH}_{\text{KCl}}$	Hw	Al-wym. Al-exch.	Hh	S	T	V %
	$\text{CaCO}_3$ wg $\text{H}_h$ $\text{CaCO}_3$ according to $\text{H}_h$								
1	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	4	3,9	1,54	1,36	5,5	5,3	10,8	49
2		2	4,0	1,17	1,06	5,3	5,5	10,8	51
3		1	4,1	0,83	0,80	5,0	5,6	10,6	53
4		0	4,3	0,63	0,57	4,6	6,0	10,6	57
5	$\text{CaCO}_3$	0,5	4,7	0,18	0,15	3,7	7,2	10,9	66
6		1,0	5,4	0,07	0,04	2,6	8,7	11,3	77
7		2,0	6,5	0	0	1,1	11,1	12,2	91

$\text{CaCO}_3$  jako zasady. Stosowano następujące nawożenie w przeliczeniu na wazon: 0,7 g N, 0,14 g P, 0,42 g K i 0,14 g Mg w dawce podzielonej (przed siewem oraz po zbiorze I i II pokosu) pod trawy w 1986 r. oraz w całości przed siewem 0,4 g N, 0,08 g P i 0,24 g K pod słonecznik, rzodkiew i kukurydzę oraz 0,4 g N, 0,08 g P i 0,16 g K pod żyto w 1987 r. Do wazonów bez roślin dodano taką samą ilość nawozów jak pod trawy. Do nawożenia użyto  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , KCl i  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

Siew traw wykonano 17 czerwca 1986 r., 11 dni po dodaniu do gleby siarczanu glinu i węglanu wapnia, słonecznik, rzodkiew i kukurydzę siano 18 maja, a żyto 11 sierpnia 1987 r. W czasie wegetacji roślin i w wazonach bez roślin utrzymywano wilgotność gleby na poziomie 50% maksymalnej pojemności wodnej. Zbierano trzy pokosy traw; słonecznik, rzodkiew i kukurydzę zbierano po 46, a żyto po 49 dniach wegetacji. Określono plon suchej masy części nadziemnych i korzeni oraz w materiale roślinnym, po zmineralizowaniu na sucho, oznaczono zawartość K, Na i Ca za pomocą spektrofotometru płomieniowego, a Mg i Ca w materiale roślinnym z doświadczeń w 1987 r. metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej w płomieniu acetylenowo-powietrzynym.

W próbkach glebowych pobranych po zbiorze roślin i z wazonów bez roślin oraz w glebie wyjściowej oznaczono pH potencjometrycznie, kwasowość hydrolityczną ( $\text{H}_h$ ) i sumę zasad wymiennych (S) — metodą Kappena, kwasowość wymienną (Hw) — metodą Daikuhary, glin wymienny — sposobem Sokołowa oraz zawartość wymiennych kationów (K, Na, Mg i Ca) w kompleksie sorpcyjnym — w wyciągu obojętnego octanu amonu.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Do badań użyto gleby pyłowo-ilastej o pH w KCl = 4,8. Dla uzyskania większego jej zakwaszenia dodano siarczanu glinu, natomiast zróżnicowania odczynu powyżej pH wyjściowego dokonano stosując węglan wapnia. Po 20 tygodniach od dodania siarczanu glinu lub węglanu wapnia oraz zastosowania  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , KCl i  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  pH gleby w wazonach bez roślin kształtowało się w granicach 3,9 - 6,5 (tab. 1).

Zróżnicowanie odczynu gleby znajduje odbicie w odpowiednich zmianach: kwasowości hydrolitycznej i wymiennej, glinu wymiennego, sumy zasad wymiennych i stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami (49 - 91%). W podobnych granicach wahały się wymienione wskaźniki kwasowości gleby w wazonach po zbiorze roślin testowych w pierwszym roku prowadzenia doświadczenia. Z biegiem trwania badań zmniejszyła się suma zasad wymiennych, a zwiększało zakwaszenie gleby (tab. 2). Po zbiorze żyta, trzeciej w kolejności uprawianej rośliny, największy relatywny spadek w stosunku do gleby wyjściowej w obrębie sumy zasad wymiennych odnosi się do potasu, następnie sodu, szczególnie na

Tabela 2

Fizykochemiczne właściwości gleby po zbiorze kulkówki i żyta  
Physico-chemical properties of soil after cocksfoot and rye harvest

Obiekt Object	pH <sub>KCl</sub>	Al-wym. Al-exch.  meq/100 g	H <sub>h</sub>	V %	Wymienne kationy — Exch. cations			
					K	Na	Mg	Ca
mg/100 g gleby — of soil								
Gleba wyjściowa — Initial soil								
	4,8	0,07	3,2	77	12,8	4,1	10,0	112,9
Gleba po zbiorze kulkówki — Soil after cocksfoot harvest								
1	4,0	1,50	5,7	50	4,2	3,1	10,8	76,9
2	4,1	0,87	4,8	56	4,6	2,7	11,5	87,6
3	4,2	0,43	4,5	60	4,5	2,4	11,5	97,4
4	4,3	0,28	4,1	63	4,8	2,6	12,0	100,5
5	5,0	0,07	2,8	75	4,8	2,9	11,2	126,8
6	5,7	0	2,0	83	5,2	3,5	11,1	155,2
7	6,7	0	0,8	94	4,7	4,5	8,6	207,6
Gleba po zbiorze żyta — Soil after rye harvest								
1	3,9	1,35	6,6	45	2,9	1,9	6,1	73,3
2	4,0	0,90	5,7	51	3,0	1,8	5,4	84,2
3	4,1	0,75	5,5	51	3,2	1,9	5,1	87,0
4	4,2	0,56	5,3	53	3,5	2,0	5,2	93,6
5	4,5	0,26	4,6	61	3,6	2,3	4,2	108,2
6	4,9	0,10	3,4	71	4,0	2,8	4,2	130,3
7	5,9	0	1,7	87	4,1	3,8	4,2	179,3

objektach z silnie kwaśnym odczynem, i magnezu na obiektach z wyższym pH gleby. W kompleksie sorpcyjnym gleby wyjściowej 32% stanowił  $H^+$ , 3%  $K^+$ , 2%  $Na^+$ , 8%  $Mg^+$  i 53%  $Ca^+$ . W glebie obiektu 1 (pH = 3,9) udział wymienionych kationów po zbiorze żyta wynosił: 60%  $H^+$ , 0,6%  $K^+$ , 0,7%  $Na^+$ , 4,7%  $Mg^{2+}$  i 34%  $Ca^{2+}$ . W miarę wzrostu pH udział  $H^+$  systematycznie się zmniejsza do 15% w obiekcie 7 (pH = 5,9), a zwiększa udział  $Ca^{2+}$  do 79%, przy niewielkich zmianach pozostałych kationów. Znaczne zmniejszenie zawartości K-wymiennego i Mg-wymiennego po zbiorze żyta w stosunku do zawartości w glebie wyjściowej wskazuje, że nawożenie potasowe i magnezowe zastosowane w doświadczeniu nie pokrywało ilości tych składników odprowadzonych z plonem.

Główną przyczyną ujemnego działania kwaśnego odczynu gleby na wzrost roślin jest obecność dużej ilości jonów  $Al^{3+}$ , który uważany jest za jeden z najbardziej toksycznych składników takich gleb [1, 4]. Bohn i wsp. [6] podają, że dopiero przy pH < 3,0 należy się liczyć ze szkodliwym działaniem jonów  $H^+$ . Toksyczne działanie manganu znajdującego się w glebach kwaśnych w formach rozpuszczalnych występuje rzadziej niż glinu, ponieważ rośliny wykazują dużą tolerancję w stosunku do tego mikroelementu. Rozpuszczalność glinu zmniejsza się ze wzrostem pH. W naszym doświadczeniu już przy pH 5,4 występują śladowe ilości Al-wymiennego.

Reakcja roślin na glin, a przez to i na kwaśny odczyn gleby, nie jest jednakowa. Zależy ona nie tylko od gatunku rośliny, ale również od odmiany, a także od innych właściwości gleby [2, 10, 11]. Najbardziej na kwaśny odczyn gleby reagował słonecznik, a następnie w kolejności: rzodkiew oleista, żyto i kukurydza (tab. 3). Najmniej wrażliwe okazały się trawy, zwłaszcza kupkówka pospolita (tab. 4). Foy i Brown [10] zaliczają rzodkiew i żyto do roślin średnio, a kukurydzę do mało wrażliwych na  $Al^{3+}$ . Nie znaleziono w literaturze odpowiednich danych dla pozostałych badanych gatunków roślin. W badaniach nad wrażliwością słonecznika na glin zwraca się uwagę na duże zróżnicowanie w tym względzie pomiędzy genotypami [11].

Plon słonecznika zwiększał się w miarę wzrostu pH do wartości 5,3 i stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami w 83%, a plon rzodkwi do pH 4,7 i stopnia wysycenia zasadami w 66%. Dalszy wzrost pH powyżej 5,3 dla słonecznika i 4,7 dla rzodkwi nie miał już istotnego wpływu ani na plon części nadziemnych, ani korzeni tych roślin. Jeżeli plon na obiekcie z pH 3,9 przyjąć za 100, to plon części nadziemnych słonecznika na obiekcie z pH 5,3 wyraża się liczbą 247, a rzodkwi na obiekcie z pH 4,7 liczbą 132. Odpowiednie wartości dla korzeni są większe i wynoszą 628 i 142. Jest to zgodne z danymi literatury stwierdzającymi, że obecność jonów  $Al^{3+}$  w glebie hamuje w pierwszej kolejności rozwój systemu korzeniowego [1]. Można to szczególnie wyraźnie obser-

Tabela 3

Plony suchej masy słonecznika, rzodkwi, kukurydzy i żyta (w g/wazon) oraz pH gleby po zbiorze roślin  
 Yields of dry mass of sunflower, radish, maize and rye (in g/pot) and pH of soil after plant harvest

Obiekt Object	pH <sub>KCl</sub>	Słonecznik Sunflower		Rzodkiew Radish		Kukurydza Maize		pH <sub>KCl</sub>	Żyto Rye	
		cz. nadz. tops	korzenie roots	cz. nadz. tops	korzenie roots	cz. nadz. tops	korzenie roots		cz. nadz. tops	korzenie roots
1	3,9	7,6	0,76	12,6	1,26	13,4	3,88	3,9	9,8	2,01
2	4,0	10,6	1,54	14,1	1,72	15,9	6,65	4,0	9,6	2,61
3	4,1	13,6	2,11	14,8	1,84	17,0	5,65	4,1	10,7	3,56
4	4,2	14,7	2,02	15,1	1,89	17,8	7,75	4,2	9,8	3,13
5	4,7	16,1	3,06	16,6	1,79	18,0	7,75	4,5	10,2	4,10
6	5,3	18,8	4,77	17,1	1,66	17,1	5,98	4,9	10,1	4,50
7	6,4	18,3	4,99	16,1	1,58	15,2	3,70	5,9	10,6	5,26
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub>		1,34	0,64	1,28	– *	1,50	1,41		– *	0,97

\* Różnice nieistotne – not significant

wować w przypadku żyta (tab. 3). W miarę wzrostu pH od 3,9 do 5,9 zwiększyła się masa korzeni z 2,01 do 5,26 g/wazon, natomiast odczyn gleby i zawartość Al-wymiennego nie miały w tym stadium wegetacji większego wpływu na plon części nadziemnych.

Kukurydza plonowała nieco słabiej przy pH 3,9 i 6,4. Zróżnicowanie w plonie zarówno części nadziemnych, jak i korzeni w zakresie pH 4,0 - 5,3 i stopnia wysycenia gleby zasadami od 51 do 77% jest niewielkie i mieści się w granicach przedziału ufnosci. Na podstawie wyników omawianego doświadczenia trudno jest wyjaśnić przyczynę zmniejszenia plonowania kukurydzy po zwapnowaniu gleby dawką węgla wapnia według 2 Hh. Podobne zjawisko obserwowano w innych badaniach [13].

Mało jest badań nad wymaganiami co do pH gleby różnych gatunków traw [14]. Najczęściej zalicza się je do roślin średnio wrażliwych na kwaśny odczyn, dla których optymalne pH mieści się w granicach 5,6 - 6,5 [5]. Badane gatunki traw (życica trwała i wielokwiatowa oraz kupkówka) reagowały w stosunkowo niewielkim stopniu na zmianę pH od 4,0 do 6,7 (tab. 4). W przypadku życicy trwałej i życicy wielokwiatowej obserwuje się jedynie pewną tendencję wzrostu plonu wraz ze wzrostem pH gleby. Jeżeli przyjąć sumę trzech pokosów na obiekcie z pH 4,0 za 100, to plon na obiekcie z pH 6,7 wyraża się liczbą 112 dla życicy trwałej i liczbą 113 dla życicy wielokwiatowej. Zróżnicowanie w plonie części nadziemnych kupkówki, jak i w plonie korzeni wszystkich trzech gatunków traw jest statystycznie nie udowodnione.

Pośród czterech badanych kationów tylko zawartość wapnia we wszystkich testowanych roślinach jest ściśle zależna od odczynu gleby

Tabela 4

Plony suchej masy części nadziemnych (suma trzech pokosów) i korzeni traw w g/wazon oraz pH gleby po zbiorze roślin

Yields of dry mass of tops (total three cuts) and roots of grasses in g/pot and soil pH after vegetation

Obiekt Object	pH <sub>KCl</sub>	<i>Lolium perenne</i>		<i>Dactylis glomerata</i>		<i>Lolium multiflorum</i>	
		cz. nadz. tops	korzenie roots	cz. nadz. tops	korzenie roots	cz. nadz. tops	korzenie roots
1	4,0	21,6	9,1	18,2	8,0	23,6	12,3
2	4,1	21,6	9,3	20,3	8,8	24,0	12,5
3	4,2	22,9	9,8	11,3	7,1	25,2	13,4
4	4,3	22,4	9,4	21,0	7,7	24,2	15,5
5	5,0	22,0	10,2	19,0	6,7	23,1	15,0
6	5,7	23,3	11,8	18,5	5,9	25,0	14,3
7	6,7	24,1	11,2	18,8	6,2	26,6	15,5
NIR <sub>0,05</sub> - LSD <sub>0,05</sub>		0,9	*	- *	- *	1,0	- *

\* Różnice nieistotne -- not significant.

Tabela 5

Średnia ważona (z 3 pokosów) zawartość Ca, Mg, K i Na w częściach nadziemnych i korzeniach traw w % suchej masy

Weighted mean (for 3 cuts) content of Ca, Mg, K and Na in tops and roots of grasses in percent of dry mass

Obiekt Object	pH <sub>KCl</sub>	Części nadziemne — Tops				Korzenie — Roots			
		Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
<i>Lolium perenne</i>									
1	4,0	0,24	0,43	2,92	0,38	0,17	0,13	0,43	0,10
2	4,1	0,33	0,49	3,03	0,23	0,15	0,11	0,32	0,08
3	4,2	0,40	0,49	2,86	0,21	0,19	0,11	0,31	0,07
4	4,3	0,48	0,53	2,87	0,16	0,19	0,11	0,31	0,06
5	5,0	0,59	0,52	2,88	0,16	0,32	0,11	0,30	0,06
6	5,7	0,69	0,49	2,62	0,15	0,30	0,13	0,33	0,06
7	6,7	0,80	0,44	2,48	0,14	0,40	0,13	0,32	0,06
<i>Dactylis glomerata</i>									
1	4,0	0,20	0,39	3,38	0,33	0,11	0,16	0,48	0,16
2	4,1	0,30	0,43	3,29	0,28	0,11	0,16	0,48	0,12
3	4,2	0,39	0,46	3,41	0,25	0,16	0,18	0,61	0,13
4	4,3	0,43	0,46	3,17	0,16	0,16	0,18	0,61	0,12
5	5,0	0,55	0,50	3,39	0,17	0,25	0,19	0,61	0,12
6	5,7	0,68	0,50	3,42	0,18	0,34	0,20	0,64	0,12
7	6,7	0,79	0,48	3,22	0,17	0,50	0,19	0,62	0,12
<i>Lolium multiflorum</i>									
1	4,0	0,30	0,39	2,73	0,32	0,12	0,10	0,24	0,08
2	4,1	0,40	0,43	2,73	0,22	0,10	0,10	0,22	0,07
3	4,2	0,50	0,44	2,58	0,17	0,18	0,10	0,23	0,06
4	4,3	0,55	0,45	2,67	0,13	0,09	0,11	0,22	0,06
5	5,0	0,68	0,45	2,81	0,13	0,13	0,12	0,24	0,06
6	5,7	0,77	0,42	2,66	0,12	0,12	0,12	0,20	0,05
7	6,7	0,91	0,39	2,45	0,12	0,26	0,13	0,23	0,06

(tab. 5 i 6). Jak należało oczekiwać, w miarę wzrostu pH zwiększa się koncentracja Ca w częściach nadziemnych i korzeniach oraz pobranie z plonem niezależnie od tego, jak odczyn gleby oddziaływał na plonowanie roślin (rys. 1 - 3).

Najbardziej zwiększała się wraz ze wzrostem pH absorpcja wapnia przez żyto, najmniej wpływał odczyn na pobieranie Ca przez kukurydzę. Należy zaznaczyć, że wpływ pH gleby na plonowanie obu tych roślin był niewielki (tab. 3). Jeśli przyjąć pobranie Ca na obiekcie z pH 3,9 za 100, to jego ilość pobrana na obiektach z najwyższym w warunkach doświadczenia pH (5,9 - 6,4) wyraża się liczbą 420 dla żyta i 197 dla kukurydzy.

Wpływ odczynu gleby na zawartość magnezu w roślinach był niewielki (tab. 5 i 6). Na ogół najmniej tego składnika zawierały rośliny

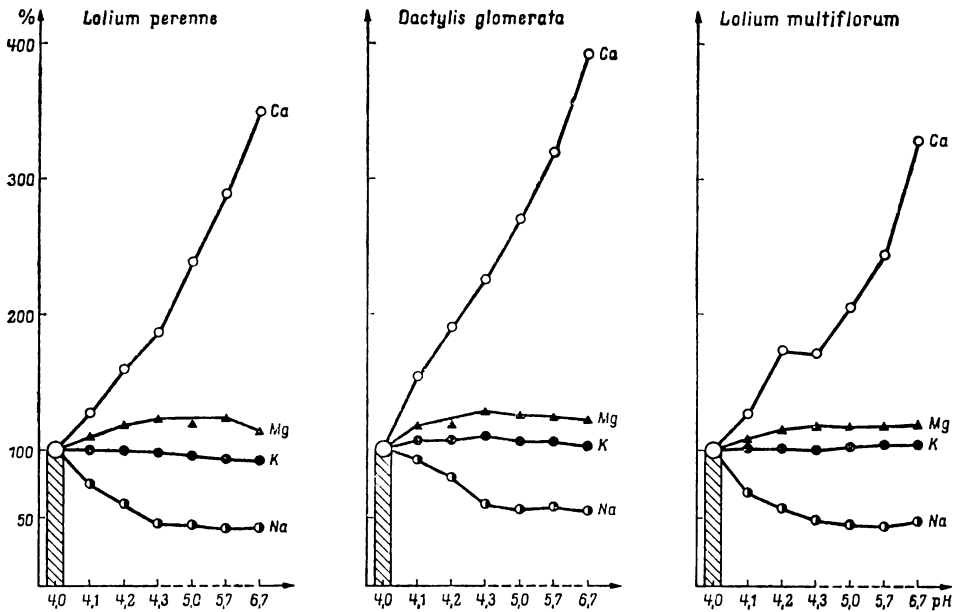
Tabela 6

Zawartość Ca, Mg, K i Na w słoneczniku, rzodkwi, kukurydzy i życie w % suchej masy  
 Content of Ca, Mg, K and Na in percent of dry mass of sunflower, radish, maize and rye

Obiekt	pH <sub>KCl</sub>	Części nadziemne — Tops				Korzenie — Roots			
		Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
Słonecznik — Sunflower									
1	3,9	1,59	0,50	2,85	0,03	0,29	0,27	1,71	0,17
2	4,0	1,52	0,64	2,06	0,02	0,29	0,35	1,14	0,12
3	4,1	1,56	0,65	1,59	0,02	0,33	0,35	0,78	0,11
4	4,2	1,68	0,64	1,49	0,02	0,36	0,35	0,79	0,10
5	4,7	1,90	0,71	1,38	0,03	0,62	0,37	0,75	0,11
6	5,3	1,90	0,62	1,03	0,02	0,68	0,31	0,61	0,09
7	6,4	2,10	0,60	1,18	0,03	0,80	0,33	0,54	0,08
Rzodkiew — Radish									
1	3,9	1,15	0,34	1,91	0,17	0,48	0,12	1,13	0,11
2	4,0	1,45	0,40	1,62	0,09	0,58	0,14	1,07	0,06
3	4,1	1,51	0,42	1,49	0,07	0,72	0,16	1,03	0,05
4	4,2	1,93	0,45	1,52	0,08	0,79	0,16	0,98	0,06
5	4,7	2,04	0,44	1,40	0,08	1,53	0,20	0,88	0,07
6	5,3	2,24	0,43	1,41	0,07	1,63	0,18	0,89	0,06
7	6,4	2,36	0,35	1,43	0,07	1,97	0,15	0,88	0,06
Kukurydza — Maize									
1	3,9	0,73	0,43	1,95	0,01	0,59	0,46	0,61	0,10
2	4,0	0,76	0,47	1,48	0,01	0,50	0,29	0,38	0,07
3	4,1	0,75	0,48	1,52	0,01	0,60	0,31	0,37	0,07
4	4,2	0,72	0,45	1,39	0,01	0,56	0,25	0,38	0,06
5	4,7	0,90	0,51	1,40	0,01	0,75	0,25	0,37	0,05
6	5,3	1,03	0,54	1,35	0,01	0,97	0,29	0,46	0,06
7	6,4	1,19	0,53	1,52	0,02	1,33	0,33	0,60	0,07
Żyto — Rye									
1	3,9	0,39	0,30	1,52	0,01	0,13	0,14	0,71	0,06
2	4,0	0,59	0,36	1,43	0,01	0,24	0,16	0,75	0,05
3	4,1	0,72	0,40	1,25	0,01	0,29	0,12	0,60	0,04
4	4,2	0,82	0,40	1,26	0,01	0,31	0,11	0,70	0,04
5	4,5	1,15	0,46	1,24	0,02	0,48	0,12	0,62	0,03
6	4,9	1,31	0,48	1,18	0,02	0,59	0,14	0,60	0,03
7	5,9	1,31	0,41	1,15	0,02	0,64	0,13	0,50	0,03

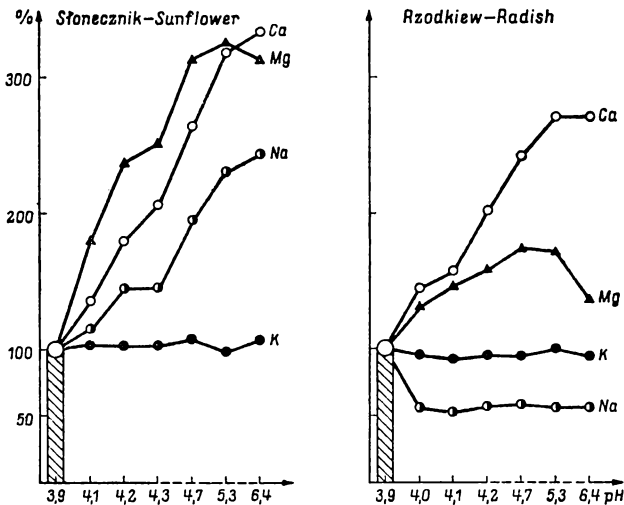
z najniższym pH (3,9 - 4,0) i największą zawartością Al-wymennego. Można też zauważyć spadek jego zawartości w większości badanych gatunków pod wpływem najwyższej stosowanej w doświadczeniu dawki CaCO<sub>3</sub> (według 2 Hh). Uzyskane wyniki potwierdzają dane literatury o możliwości antagonistycznego oddziaływania jonów Al<sup>3+</sup> i Ca<sup>2+</sup> na absorpcję Mg przez rośliny oraz zwiększenia przyswajalności magnezu na glebach kwaśnych po zastosowaniu średnich dawek wapna [3, 7, 12, 13].





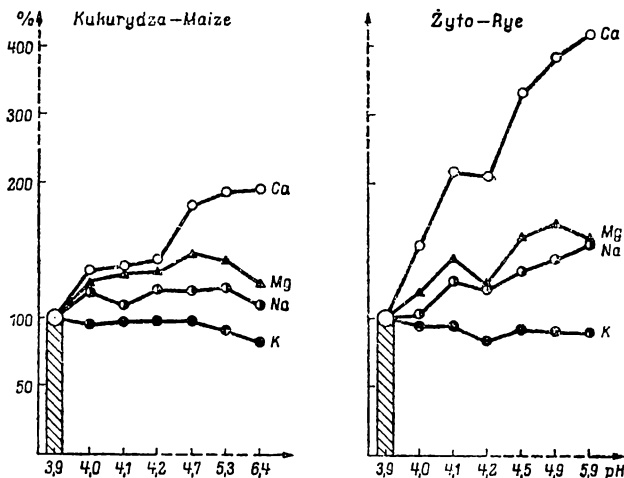
Rys. 1. Pobranie K, Na, Mg i Ca przez *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* i *Lolium multiflorum* w liczbach względnych zależnie od pH gleby

Fig. 1. Uptake of K, Na, Mg and Ca by *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* and *Lolium multiflorum* in relative numbers as related to soil pH



Rys. 2. Pobranie K, Na, Mg i Ca przez słonecznik i rzodkiew w liczbach względnych zależnie od pH gleby

Fig. 2. Uptake of K, Na, Mg and Ca by sunflower and radish in relative numbers as related to soil pH



Rys. 3. Pobranie K, Na, Mg i Ca przez kukurydzę i żyto w liczbach względnych zależnie od pH gleby

Fig. 3. Uptake of K, Na, Mg and Ca by maize and rye in relative numbers as related to soil pH

Interesująco przedstawia się ocena wpływu odczynu gleby na pobieranie magnezu przez różne gatunki roślin, jeżeli dokona się jej na podstawie ilości Mg pobranego z plonem. Największe zróżnicowanie w tym względzie wystąpiło między trawami i słonecznikiem (rys. 1 - 3). Ilość magnezu pobranego przez trawy zwiększa się w miarę wzrostu pH od 4,0 do 4,3, czyli tylko w obrębie tych obiektów, w których dla zakwaszenia gleby dodawano siarczanu glinu (tab. 1), i następnie utrzymuje się na jednakowym poziomie. Pobranie Mg przez słonecznik zwiększa się w znacznie szerszym zakresie pH (od 3,9 do 5,3) i w stopniu o wiele większym niż pobranie przez trawy. Ilość pobranego Mg przez trawy na obiekcie z pH 4,3 jest średnio około 25% większa niż na obiekcie z pH 4,0, natomiast pobranie Mg przez słonecznik na obiekcie z pH 5,3 przewyższa ponad 3-krotnie ilość pobraną z plonem na obiekcie z pH 3,9.

Pozostałe gatunki roślin testowych zajmują miejsce pośrednie między trawami a słonecznikiem. Największe pobranie Mg z plonem, występujące na obiektach zwapnowanych według 0,5 lub 1,0 Hh, przewyższa pobranie na obiekcie o pH 3,9 o 50% w przypadku kukurydzy, 72% — żyta i 75% — rzodkwi. Zwapnowanie gleby według 2 Hh na ogół zmniejsza pobranie magnezu w stosunku do największej pobranej ilości. Najbardziej zmniejszyła się na tym obiekcie ilość pobranego Mg przez rzodkiew i kukurydżę. Obie te rośliny zareagowały też na zwapnowanie gleby według 2 Hh zmniejszeniem plonu. Również w innym naszym doświadczeniu [13] obserwowano spadek plonu kukurydzy i rzodkwi oraz zmniejszenie zawartości Mg w roślinach na glebie zwapnowanej dawką wapna według 2 Hh.

Wyniki badań dotyczące wpływu odczynu gleby na pobieranie potasu są rozbieżne. Barber [1] uważa, że wpływ pH na pobieranie potasu obejmuje antagonistyczne działanie jonów  $Al^{3+}$ ,  $H^+$ ,  $Ca^{2+}$  i  $Mg^{2+}$ . Jednakże mało jest danych, które wskazywałyby na to, że zmieniająca się koncentracja któregoś z tych kationów wpływa na pobieranie  $K^+$  przez rośliny. Na przykład Clark [7] stwierdził, że wzrastające stężenie  $Ca^{2+}$  w pożywce od 0 do 25,4 mmol/l miało bardzo mały wpływ na zawartość K w 21-dniowej kukurydzy, pomimo tego że koncentracja wapnia w roślinach zwiększyła się od 0,4 do 1,8%. Kamprath i Foy [wg 3] podają, że pod wpływem wapnowania pobranie potasu przez rośliny, zależnie od formy i zawartości K w glebie, może ulec zwiększeniu, zmniejszeniu lub pozostać na nie zmienionym poziomie. W doświadczeniach Mercika [15], przeprowadzonych na glebie lekkiej, pobranie K przez owies, niezależnie od dawki nawozu potasowego, zwiększało się wraz ze wzrostem pH. Obserwowane niekiedy zmniejszenie przyswajalności potasu pod wpływem wapnowania należy przypisać według Bohna i wsp. [6] zwiększaniu wiązania potasu w formę niewymienną przez minerały ilaste.

W naszych doświadczeniach zawartość potasu była na ogół ujemnie skorelowana z wielkością plonu. Skutkiem tego, w odróżnieniu od działania na pobranie Ca i Mg, zróżnicowane pH gleby nie miało większego wpływu na pobranie potasu przez wszystkie testowe rośliny (rys. 1 - 3). Jedynie w przypadku kukurydzy, która zareagowała zmniejszeniem plonu na obiekcie zwapnowanym według 2 Hh, obniżyło się również na tym obiekcie pobranie K, podobnie zresztą jak i Mg i Na. Zmniejszenie ilości K pobranego z plonem na obiekcie z pH 6,4 (gleba zwapnowana według 2 Hh) wynosi około 20% w stosunku do obiektu z pH 3,9.

Wpływ pH na zawartość sodu w roślinach wyraźnie zaznaczył się tylko u życie i kupkówki. Zawartość sodu w tych trawach wyraźnie obniża się wraz ze wzrostem pH do wartości 4,3 i przy dalszym wzroście pH utrzymuje się na jednakowym poziomie. U pozostałych roślin zawartość sodu kształtuje się na bardzo niskim poziomie i w odróżnieniu od traw — korzenie zawierają go więcej niż części nadziemne. W odróżnieniu od absorpcji Ca i Mg przez rośliny, pobranie Na z plonem w zależności od pH gleby nie wykazuje określonego kierunku zmian. Pobranie tego składnika przez słonecznik i w mniejszym stopniu przez żyto zwiększa się w miarę wzrostu pH. W przypadku traw — podobnie jak zawartość w roślinach — pobrana jego ilość zmniejszała się ze wzrostem pH do 4,3 i następnie nie ulegała zmianie, stanowiąc około 50% ilości pobranej na obiekcie z pH 4,0. Podobnie jak trawy również rzodkiew zareagowała zmniejszeniem pobrania Na, ale tylko po wzroście pH z 3,9 do 4,0. Natomiast na pobranie sodu przez kukurydzę odczyn nie miał większego wpływu.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. W warunkach przeprowadzonego doświadczenia ze zróżnicowanym odczynem gleby w granicach pH 3,9 - 6,7 wrażliwość na kwaśny odczyn 7 badanych roślin układała się w następującej kolejności: słonecznik > > rzodkiew oleista > żyto > kukurydza > życica wielokwiatowa > życica trwała > kupkówka pospolita.

2. Wyniki badań potwierdziły możliwość antagonistycznego działania jonów  $Al^{3+}$  i  $Ca^{2+}$  na pobieranie magnezu przez rośliny. Jednakże wpływ pH gleby, a zatem i antagonistycznego działania, szczególnie jonów  $Al^{3+}$ , na absorpcję magnezu zależał od gatunku rośliny. Był on tym większy, im roślina była wrażliwsza na kwaśny odczyn gleby.

3. Pobranie potasu z plonem badanych gatunków roślin nie zależało od odczynu gleby. Świadczy to o selektywnym pobieraniu  $K^+$  w warunkach bardzo dużego zróżnicowania stężeń innych kationów. Wprawdzie stwierdzono w niektórych roślinach zmniejszenie zawartości potasu w miarę wzrostu pH, ale było to powiązane z równoczesnym zwiększeniem się plonu, a więc z „efektem rozcieńczenia” potasu.

4. Absorpcja wapnia przez wszystkie badane gatunki roślin była ściśle zależna od pH. W miarę wzrostu pH i ilości Ca-wymiennego w kompleksie sorpcyjnym gleby zwiększała się zarówno zawartość Ca w roślinach, jak i jego ilość pobrana z plonem.

5. Wpływ pH gleby na pobieranie sodu przez rośliny wyraźnie zaznaczył się tylko u traw. W miarę wzrostu dawki siarczanu glinu dodawanego do gleby dla zwiększenia jej kwasowości zwiększało się pobranie sodu przez wszystkie trzy badane gatunki traw.

## LITERATURA

- [1] Barber S. A. Soil nutrient bioavailability. John Wiley a. Sons, Inc., 1984.
- [2] Barszczak T., Barszczak Z. Wpływ zakwaszenia gleby na plon i skład chemiczny jęczmienia jarego zależnie od dawki azotu i odmiany. Roczn. Nauk Rol., A-104, 1981 s. 79 - 93.
- [3] Bergmann W., Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1983.
- [4] Blasl S., Bachler W. pH-bedingte Pflanzentoxizität und Kalkwirkung. Die Bodenkultur 1982, 33 s. 16 - 40.
- [5] Boguszewski W. Wapnowanie gleb. PWRiL, Warszawa 1980.
- [6] Bohn H., Mc Neal B. L., O'Connor G. A. Soil Chemistry. J. Wiley a. Sons, Inc., New York 1979.
- [7] Clark R. B. Effect of aluminium on growth and mineral elements of Al-tolerant and Al-intolerant corn. Plant and Soil 47, 1977, 47 s. 653 - 662.
- [8] Diest van A. Soil and plant factors affecting potassium availability. Potash Review, Subject 1, No. 4, 1987, 4th Siute s. 6 - 7.
- [9] Edmeades D. C., Wheeler D. M., Crouchley G. Effect of liming on

- soil magnesium on some soil in New Zealand. Com. in Soil Sci. Plant Anal. 1985, 16/7 s. 727 - 739.
- [10] Foy C. D., Brown J. C. Toxic factors in acid soils. II. Differential aluminium tolerance of plant species. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 1964, 28 s. 27 - 32.
- [11] Foy C. D., Orellana R. G., Schwartz J. W., Fleming A. L. Responses of sunflower genotypes to aluminium in acid soil and nutrient solution. Agron. J. 1974, 66 s. 293 - 296.
- [12] Głębowski H. Wpływ zróżnicowanego wapnowania gleby i nawożenia magnezem na plonowanie i skład chemiczny jęczmienia i gryki. Mat. Symp. nt. Rola nawożenia w podniesieniu produktywności i żyzności gleb. cz. I, Olsztyn 1988 s. 213 - 223.
- [13] Gorlach E., Gorlach K. Porównanie działania  $\text{CaCO}_3$  i  $\text{MgCO}_3$  oraz nawożenia wapniowo-magnezowego na wzrost i skład chemiczny kilku gatunków roślin. Cz. I. Plon suchej masy i zawartość niektórych makroelementów. Roczn. Glebozn. 1983, 34, 4 s. 29 - 43.
- [14] Gorlach E., Gorlach K., Stępień S. Wpływ wapnowania i magnezowania na wzrost życicy wielokwiatowej oraz zawartość mikroelementów w roślinach i ich form rozpuszczalnych w glebie. Acta Agr. et Silv., ser. Agricult. 1980, 19 s. 31 - 47.
- [15] Mercik S. Wpływ odczynu gleby na plonowanie roślin i na efektywność nawożenia potasem. Roczn. Glebozn. 1987, 38, 2 s. 11 - 123.

3. ГОРЛЯХ, Т. ЦУРЫЛО

### ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИИ ПОЧВЫ НА УСВАИВАНИЕ КАЛИЯ, НАТРИЯ, МАГНИЯ И КАЛЬЦИЯ РАЗНЫМИ ВИДАМИ РАСТЕНИЙ

Кафедра агрохимии Сельскохозяйственной академии в Кракове

#### Резюме

Соответствующие исследования проводились в сосудах с пылевато-илистой почвой с рН КС 4,8. Для регулирования реакции к почве прибавляли сульфат алюминия как закисляющего средства или  $\text{CaCO}_3$  как алкализирующего средства (Таблица 1). Исследования охватывали 7 видов растений с разной восприимчивостью к кислой реакции почвы: в 1986 г. плевел многолетний сорта Аргона, ежа сборная сорта Обервейст и плевел многоцветковый сорта Шелеевский, а в 1987 г. возделывали в качестве последующих культур кормовой подсолнечник сорта Вниимк 8885 после плевела многолетнего, редьку масличную сорта Тетра Познаньска после ежи сборной и кукурузу сорта КБ-270 после плевела многоцветкового. В качестве третьей культуры возделывали озимую рожь сорта Даныковске Злотэ после масличной редьки. Собирали три укоса злаковых трав; уборка подсолнечника, редьки и кукурузы проводилась после 46 дней, а ржи после 49 дней роста.

Восприимчивость 7 исследуемых растений к кислой реакции можно было упорядочить в следующей очередности: подсолнечник > масличная редька > рожь < кукуруза > плевел многоцветковый > плевел многолетний > ежа сборная (таблицы 3, 4). Результаты исследования подтвердили возможность антагонистического действия ионов  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  на усваивание магния растениями. Однако влияние рН почвы, а следовательно и антагонистического действия особенно ионов  $\text{Al}^{3+}$  на усваивание магния зависели от вида растения. Оно было тем сильнее, чем более восприимчивым было данное растение к кислой реакции почвы (рисунки 1-3).

Усваивание калия растениями не зависело от реакции почвы. Установлено, правда, в некоторых растениях снижение содержания калия по мере роста pH, однако это было связано с одновременной прибавкой урожая, а следовательно и с т.наз. разбавлением калия (таблицы 5, 6). Усваивание кальция всеми исследуемыми видами растений было тесно связано со значением pH. По мере роста pH и количества обменного Ca в сорбционном комплексе почвы (таблица 2) повышалось как содержание Ca в растениях, так и его количество вынесенное с урожаем. Влияние pH почвы на усваивание натрия исследуемыми растениями обозначалось заметно только у злаковых трав. По мере повышения дозы сульфата алюминия прибавляемого к почве для повышения ее кислотности, повышалось усваивание натрия всеми тремя исследуемыми видами злаков.

E. GORLACH, T. CURYŁO

## EFFECT OF SOIL REACTION ON THE POTASSIUM, SODIUM, MAGNESIUM AND CALCIUM UPTAKE BY VARIOUS PLANT SPECIES

Department of Agricultural Chemistry, Agricultural University of Cracow

### Summary

The respective investigations were carried out in pots with clayey very fine sandy soil of  $pH_{KCl}$  4.8. To differentiate the pH value aluminium sulphate as an acidifying or  $CaCO_3$  as an alkalifying factor was added to soil (Table 1). The investigations comprised 7 plant species with different susceptibility to the acid reaction of soil: in 1986 — perennial ryegrass of the Argona variety, cocksfoot of the Oberweihst variety and Italian ryegrass of the Szelejewska variety, while in 1987 fodder sunflower of the Wnijnk 8883 variety as an aftercrop of the perennial ryegrass, oil radish of the Tetra Poznańska variety after cocksfoot and maize of the Kb-270 variety after Italian ryegrass were cultivated. As the third crop came winter rye of the Dańkowskie Złote variety cultivated after oil radish. Three cuts of grasses were harvested; the harvest of sunflower, radish and maize took place after 46 and that of rye after 49 days of growth.

The susceptibility of the 7 crops under study to the acid reaction of soil could be arranged in the following sequence: sunflower > oil radish > rye > maize > Italian ryegrass > perennial ryegrass > cocksfoot (Tables 3, 4). The investigations confirmed the possibility of an antagonistic effect of  $Al^{3+}$  and  $Ca^{2+}$  ions on the magnesium uptake by plants. Still the effect of soil pH and consequently the antagonistic effect particularly of  $Al^{3+}$  ions on the magnesium uptake depended on the plant species. It was the stronger the more susceptible was the given plant to the acid reaction (Figures 1 - 3).

The potassium uptake by plants did not depend on the soil pH. It has been proved, true, that in some plants the potassium content decreased along with increasing pH value, but it was connected with a simultaneous growth of the crop yield and consequently with the so-called potassium dilution effect (Tables 5, 6). The calcium uptake by all the crops investigated was closely correlated with the pH value. Along with increase of the pH value and of the content of exchangeable Ca in the sorption complex of soil (Table 2) increased both Ca content in plants and its amount carried out with the yield. The effect of soil pH on the sodium uptake by the plants under study was distinctly marked in the

grasses only. Along with increasing aluminium sulphate dose added to soil to increase its acidity increased the sodium uptake by all three grass species investigated.

*Prof. dr Eugentusz Gorlach*  
*Katedra Chemii Rolnej*  
*Akademia Rolnicza w Krakowie*  
*31-120 Kraków, Mickiewicza 21*

*Praca wpłynęła do redakcji w sierpniu 1989 r.*

