
Z Zakładu Gleboznawstwa U. M. C. S. w Lublinie
Kierownik: Zast. Prof. Dr Inż. Bohdan Dobrzański

Bohdan DOBRZAŃSKI i Anna MYSZKA

Przykład sorpcyjnych własności gleb piaszczystych i pylastych.

Sorptive properties of the sandy and silty soils.

Znajomość sorpcyjnych własności gleb jest niezwykle ważna, dla wyjaśnienia skomplikowanych procesów i reakcji zachodzących w glebie, oraz dla oceny produkcyjnej wartości gleb ⁶⁾ ¹¹⁾.

Pod określeniem sorpcyjnych własności gleb rozumiemy zazwyczaj oznaczenie: sumy zaadsorbowanych kationów Ca^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ , K^+ , Na^+ oraz jonów wodorowych, zdolności buforowych i stopnia nasycenia gleb Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , czyli t. zw. kationami o charakterze zasadowym ¹⁰⁾.

Praca niniejsza traktuje właściwie o sorpcyjnych zdolnościach gleb uprawnych Zakładu Naukowo-Doświadczalnego Turka, należącego do Uniwersytetu M. C. S. w Lublinie.

Wyniki badań sorpcyjnych własności omawianych gleb znajdują się zestawione w tablicach I — VIII.

Gleby uprawne omawianego Zakładu można podzielić na dwie, zasadniczo różniące się pomiędzy sobą grupy. Część gleb to głębokie gleby piaszczyste (tablica I), mniej lub więcej zbielicowane. Pozostałe gleby uprawne omawianego terenu również znajdują się w pewnym stadium bielicowania, lecz należą do gleb niecałkowitych pylastych, podeślanych marglem. Skład mechaniczny tych ostatnich jest pylasty, lecz silnie spiaszczony (tablica II). Skład mechaniczny-granulometryczny oznaczyliśmy metodą areometryczną *C a s a g r a n d e* ²⁾.

Analiza składu mechanicznego badanych gleb wskazuje (tab. I i II) na małą zawartość cząstek ilu koloidalnego, co pozwala przypuszczać, że gleby te będą posiadać nieznaczne zdolności chłonne i słabo będą zatrzymywać składniki pokarmowe potrzebne dla roślin ⁵⁾ ¹³⁾.

Tablica III i IV podaje, jak daleko zostało posunięte bielicowanie w poszczególnych profilach glebowych i jak zmienia się odczyn gleb,

TABLICA I.
 Mechaniczny skład gleb piaszczystych.
 Mechanical composition of sandy soils.

Nr. profilu No of the profile	Głębokość Depth cm	Średnica cząstek glebowych w mm. Diameter of particles in mm.					
		1—0,1 ‰	0,1—0,05 ‰	0,05— 0,02 ‰	0,02— 0,006 ‰	0,006— 0,002 ‰	<0,002 ‰
I	0 — 20	76	5	9	3	1	6
I	20 — 45	79	4	8	2	4	3
I	45 — 130	79	7	6	3	3	2
II	0 — 20	73	6	13	4	0	4
II	20 — 60	74	6	13	5	1	1
II	60 — 100	91	2	3	2	0	2
II	100 — 150	86	5	4	4	0	1
III	0 — 30	73	3	8	5	4	7
III	30 — 100	69	14	9	3	3	2
IV	0 — 10	65	7	18	9	1	0
IV	10 — 40	65	6	18	9	2	0
IV	40 — 150	75	5	7	4	1	8
V	0 — 25	64	15	12	8	0	1
V	25 — 60	60	13	17	8	1	1
V	60 — 100	50	10	19	5	3	13
VI	0 — 30	80	5	8	3	3	1
VI	30 — 60	79	6	7	4	0	4
VI	60 — 100	74	6	9	6	3	2
VII	0 — 20	76	6	10	4	0	4
VII	20 — 40	72	9	8	7	2	2
VII	40 — 150	71	11	11	4	2	1
IX	0 — 30	65	15	5	7	5	3
IX	30 — 60	72	5	12	6	3	2
IX	60 — 120	69	7	13	6	3	2
XIII	0 — 25	45	10	23	12	3	7
XIII	25 — 75	54	9	16	5	2	14
XIII	75 — 150	98	1	0	1	0	0

T A B L I C A II.

Mechaniczny skład gleb pylastych.
Mechanical composition of silty soils.

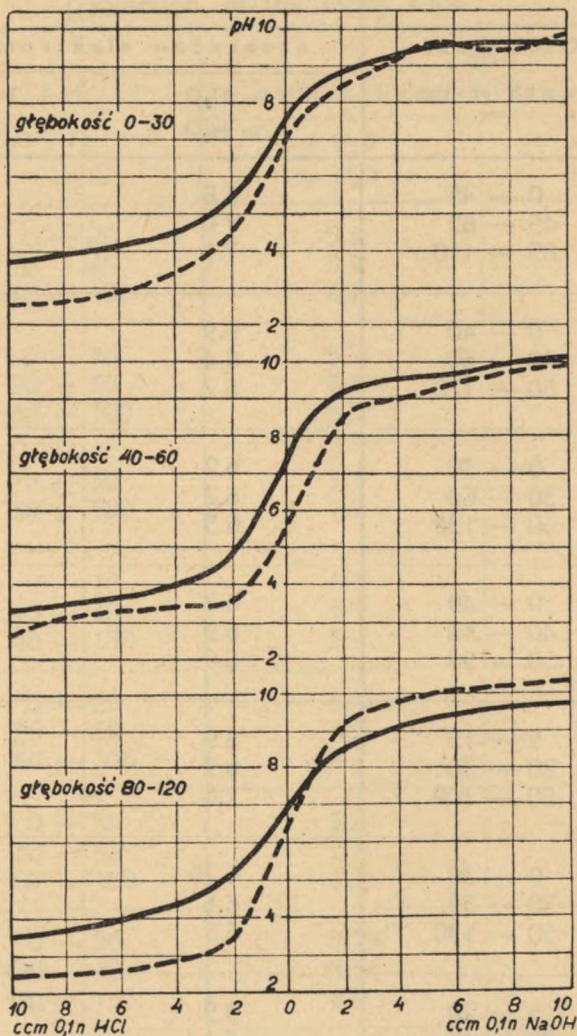
Nr profilu No of the profile	Głębokość Depth w cm	Średnica cząstek glebowych w mm. Diameter of particles in mm.						
		1 — 0,1 %	0,1 — 0,05 %	0,05 — 0,02 %	0,02 — 0,006 %	0,006 — 0,002 %	< 0,002 %	
X X X	0 — 45	27	14	35	14	6	4	
	45 — 85	16	13	36	18	6	11	
	85 — 110	17	13	36	12	7	15	
XI XI XI	0 — 40	27	9	36	18	4	6	
	40 — 60	26	8	37	19	7	3	
	60 — 120	21	10	27	14	8	20	
XIV XIV XIV	0 — 40	34	9	32	14	3	8	
	40 — 50	27	13	31	17	5	7	
	50 — 90	23	11	34	12	3	17	
XV XV XV	5 — 15	36	8	26	20	5	5	
	20 — 30	30	11	30	16	5	8	
	80 — 100	50	10	16	8	2	12	
XVII XVII XVII	5 — 20	33	7	33	21	1	5	
	30 — 45	29	10	32	16	4	9	
	80 — 110	15	11	41	16	4	13	
XIX XIX	5 — 20	27	8	36	14	4	11	
	30 — 45	29	12	31	11	5	12	

TABLICA III.
Odczyn gleb piaszczystych.
Reaction of the sandy soils.

Nr. profilu No of the profile	Głębokość Depth in cm.	pH oznaczono elektrometrycznie	
		w H ₂ O in H ₂ O	w n/1 KCl in n/1 KCl
I	0 — 20	5.9	4.7
I	20 — 45	5.9	4.8
I	45 — 130	6.2	5.8
II	0 — 20	5.7	4.3
II	20 — 60	5.5	4.7
II	60 — 100	5.5	4.7
III	0 — 30	7.1	6.2
III	30 — 100	7.5	7.0
IV	0 — 10	6.5	5.1
IV	10 — 40	6.3	5.7
IV	40 — 150	5.8	4.8
V	0 — 25	6.4	5.1
V	25 — 60	6.3	6.1
V	60 — 100	6.1	—
VI	0 — 30	5.8	4.7
VI	30 — 60	5.5	4.3
VI	60 — 100	5.7	4.85
VII	0 — 20	5.75	4.7
VII	20 — 40	5.5	4.6
VII	40 — 150	5.8	5.6
VIII	0 — 30	5.65	4.5
VIII	30 — 100	5.9	4.6
VIII	100 — 250	6.8	5.2
IX	0 — 30	6.8	6.1
IX	30 — 60	7.0	6.8
IX	60 — 120	7.3	6.8
XIII	0 — 25	6.3	6.0
XIII	25 — 75	6.1	5.4
XIII	75 — 150	6.4	6.3

TABLICA IV.
Odczyn gleb pylastych.
Reaction of silty soils.

Nr. profilu No of the profile	Głębokość Depth in cm.	pH oznaczono elektrometrycznie	
		w H ₂ O in H ₂ O	w n/1 KCl in n/1 KCl
X	0 — 45	6.8	5.9
X	45 — 85	7.0	6.35
X	85 — 110	7.1	6.0
XI	0 — 40	6.9	6.2
XI	40 — 60	6.4	5.9
XI	60 — 120	6.7	5.4
XII	0 — 30	6.2	5.5
XII	30 — 60	6.2	5.25
XII	60 — 130	6.3	5.55
XIV	0 — 40	6.7	6.1
XIV	40 — 50	6.9	6.0
XIV	50 — 90	6.9	5.4
XV	5 — 15	6.9	6.1
XV	20 — 30	6.9	6.3
XV	80 — 100	7.0	6.0
XVI	0 — 30	6.75	5.7
XVI	30 — 50	6.8	6.0
XVI	50 — 130	6.5	5.5
XVII	5 — 20	5.9	4.8
XVII	30 — 45	6.1	5.3
XVII	80 — 110	6.0	4.9
XVIII	0 — 20	6.9	6.0
XVIII	20 — 50	7.4	6.5
XVIII	50 — 80	6.0	5.3
XIX	5 — 20	7.5	6.3
XIX	30 — 45	7.2	6.7



Rys. 1. Własności buforowe profilów glebowych VII i X. Linia ciągła oznacza własności buforowe gleby pylastej (Nr X), linia przerywana przedstawia buforowe zdolności profilu gleby piaszczystej (Nr VII).

Fig. 1. Buffer properties of soil profiles VII and X. The continuous line denotes buffer properties of the silty soil (No X). The interrupted one buffer properties of the sandy soil profile (No VII).

wraz ze zmianą głębokości. pH oznaczono metodą elektrometryczną, przy zachowaniu stosunku gleby do cieczy 1:2,5.

Nasylenie badanych gleb jonami wodorowymi, jak również kationami Ca^{++} , NH_4^+ , K^+ , Mg^{++} i Na^+ poznajemy na podstawie danych zestawianych w tablicy V i VI. Całkowitą kwasowość wymienną (X) oznaczyliśmy metodą Daikuhary³⁾, przy zastosowaniu następującej formuły¹²⁾:

$$X = 2 \left(J_1 + \frac{A_1}{1-K} \right)$$

X — całkowita kwasowość wymienna (na 100 g gleby)

J_1 — wynik pierwszego miareczkowania w cm^3 0,1 n NaOH

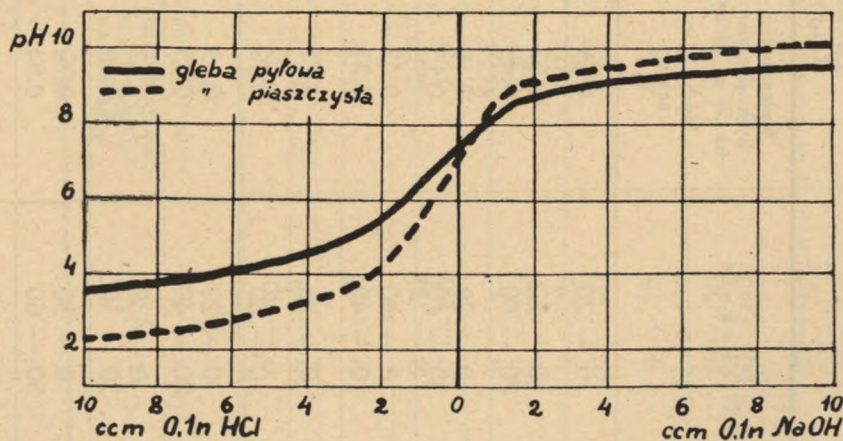
J_2 — wynik drugiego miareczkowania w cm^3 0,1 n NaOH

$$A_1 = J_2 - \frac{J_1}{2}$$

J — współczynnik 0,85

Kwasowość hydrolityczną (y_1) oznaczyliśmy metodą Kappena⁷⁾, przy użyciu octanu sodowego, jako środka hydrolizującego. Całkowitą kwasowość hydrolityczną (H) obliczono przyjmując: $H = 3y_1$. Z liczb ilustrujących kwasowość wymienną, a szczególnie z kwasowości hydrolitycznej, wynika nasycenie kompleksu sorpcyjnego badanych gleb jonami wodorowymi.

Prócz jonów H znajduje się zazwyczaj w kompleksach sorpcyjnych pewna ilość zaadsorbowanych kationów o zasadowym charakterze, a więc Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , NH_4^+ i inne. Sumę tych kationów (S) oznaczyliśmy powszechnie stosowaną metodą Kappena⁸⁾. Dane liczbowe obrazujące nasycenie gleb kationami o charakterze zasadowym znajdują się na tablicy V i VI.



Rys. 2. Własności buforowe warstw próchnicznych gleby piaszczystej i pylastej.

Fig. 2. Buffer properties of the humus layers of silty and sandy soils.

TABLICA V.
Zakwaszenie gleb piaszczystych.
Acidity of sandy soils.

Nr. profilu No of the profile	Głębokość Depth cm.	Kwasowość hydrolytyczna na 50 g gleby Hydrolytic acidity y_1	Na 100 g gleby w milirównoważnikach — M. e. / 100 g		Suma kationów wymien- nych o charakterze zasadowym. The sum of exchan- geable iones. S
			Całkowita kwasowość hydrolytyczna Total hydrolytic acidity $X = 3 y_1$	Całkowita kwasowość wymyenna Total exchangeable acidity X	
I	0 — 20	0.21	0.63	—	4.12
II	0 — 20	0.62	1.86	0.17	3.75
II	20 — 60	0.43	1.29	0.26	2.92
III	0 — 30	0.16	0.48	—	3.81
III	30 — 100	0.13	0.39	—	2.16
IV	0 — 40	0.43	1.29	0.17	4.08
IV	10 — 40	0.27	0.81	0.05	2.51
V	0 — 25	0.21	0.63	—	5.22
VI	0 — 30	0.59	1.77	—	3.68
VII	0 — 20	0.59	1.77	0.17	3.25
VII	20 — 40	0.25	0.75	0.48	2.16
VIII	0 — 30	0.69	2.07	—	6.25
VIII	30 — 100	0.59	1.77	—	1.17
IX	0 — 30	0.27	0.81	0.13	7.67
IX	30 — 60	0.54	1.62	0.06	4.16
XIII	0 — 25	0.27	0.81	1.13	5.91
XIII	24 — 75	0.27	0.81	0.11	9.33

TABLICA VI.
Zakwaszenie gleb pylastych.
Acidity of silty soils

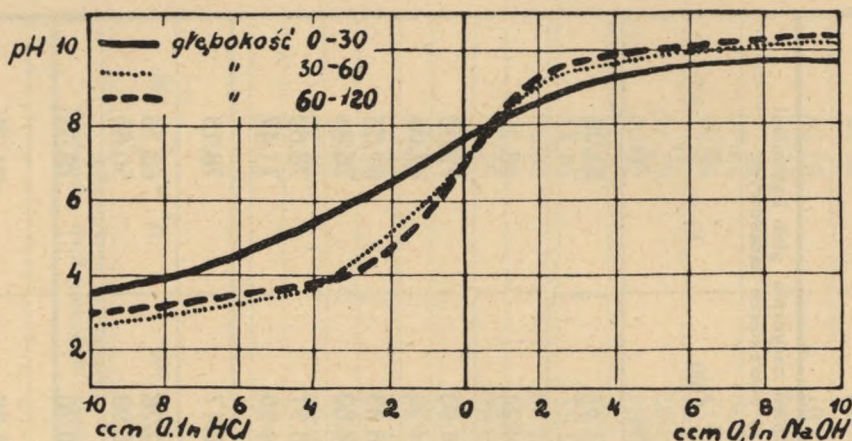
Nr. profilu No of the profile	Głębokość Depth cm.	Kwasowość hydrolityczna na 50 g gleby Hydrolytic acidity y'	Na 100 g. gleby w milirównoważnikach — M. e. / 100 g.		
			Całkowita kwasowość hydrolityczna Total hydrolytic acidity H = 3y'	Całkowita kwasowość wymylna Total exchangeable acidity X	Suma kationów wymylnych o charak- terze zasadowym The sum of exchan- geable iones S
X	0 — 45	0.23	0.96	—	8.91
X	45 — 85	0.27	0.81	—	9.67
XI	0 — 40	0.16	0.48	—	7.69
XII	0 — 30	0.38	1.14	0.08	6.41
XII	30 — 60	0.26	0.78	0.12	11.33
XIV	0 — 40	0.28	0.84	—	8.33
XIV	40 — 50	0.27	0.81	—	5.83
XV	5 — 15	0.27	0.81	0.11	6.50
XV	20 — 30	0.27	0.81	0.09	4.41
XVI	5 — 15	0.37	1.11	—	8.18
XVII	5 — 20	0.49	1.47	0.16	6.83
XVII	30 — 45	0.70	2.10	0.04	4.67
XVIII	5 — 15	0.27	0.81	—	6.44
XIX	5 — 11	0.16	0.48	—	10.91
XIX	30 — 45	0.16	0.48	—	11.91

T A B L I C A VII.
 Pojemność sorpcyjna gleb piaszczystych.
 Sorptive capacity of sandy soils.

Nr. profilu No of the profile	Głębokość w cm. Depth in cm.	Na 100 g. gleby w milirównoważnikach M. e. / 100 g.		Stożenie nasycenia gleb kationami o charakterze zasadowym	
		Pojemność sorpcyjna hydrolytyczna Sorptive capacity $T = 3y_1 + S$	Maksymalna pojemność sorpcyjna hydrolytyczna Maximal sorptive hydro- lytic capacity $T_1 = 6.5 y_1 + S$	$V = \frac{S}{T} \cdot 100$ %	$V_1 = \frac{S}{T_1} \cdot 100$ %
I	0 — 20	4.75	5.48	86.73	77.19
II	0 — 20	5.61	7.78	66.84	48.20
II	20 — 60	5.21	5.67	56.04	53.26
III	0 — 30	4.29	4.85	88.81	78.55
III	30 — 100	2.55	3.00	84.70	72.00
IV	0 — 10	5.37	6.87	75.97	59.38
IV	10 — 40	3.22	4.26	75.60	58.92
V	0 — 25	5.85	6.58	89.23	79.33
VI	0 — 30	5.45	7.51	67.52	49.13
VII	0 — 20	5.02	7.08	64.74	46.04
VII	20 — 40	2.91	3.78	74.22	57.15
VIII	0 — 30	8.32	10.73	75.12	58.24
VIII	30 — 100	2.94	5.00	39.79	23.40
IX	0 — 30	8.48	9.42	90.44	81.42
IX	30 — 60	5.78	7.67	73.87	67.57
XIII	0 — 25	6.72	7.66	87.94	77.15
XIII	15 — 75	10.14	11.08	92.02	84.21

T A B L I C A VIII.
 Pojemność sorpcyjna gleb pylastych.
 Sorptive capacity of silty soils.

Nr. profilu No of the profile	Głębokość w cm. Depth in cm.	Na 100 g. gleby w milirownoważnikach M. e. / 100 g.		Stoień nasycenia gleb kationami o charakterze zasadowym.	
		Pojemność sorpcyjna hydrolytyczna Sorptive hydrolytic capacity $T = 3y_1 + S$	Maksymalna pojemność sorpcyjna hydrolytyczna Maximal sorptive hydro- lytic capacity $T_1 = 6.5 y_1 + S$	$V = \frac{S}{T} \cdot 100$ o/o	$V_1 = \frac{S}{T_1} \cdot 100$ o/o
X	0 — 45	9.87	10.99	90.27	81.08
X	45 — 85	10.48	11.42	92.27	74.77
XI	0 — 40	8.17	8.73	94.24	88.20
XII	0 — 30	7.55	8.88	84.90	72.05
XII	30 — 60	12.11	13.02	93.55	87.01
XIV	0 — 40	9.17	10.15	90.83	82.06
XIV	40 — 50	6.64	7.59	87.80	76.81
XV	5 — 15	7.31	8.26	88.91	78.69
XV	20 — 30	5.22	6.17	84.50	71.47
XVI	5 — 15	9.29	10.59	88.17	78.18
XVII	5 — 20	8.30	10.02	82.28	68.16
XVII	30 — 44	6.77	9.22	68.98	50.65
XVIII	5 — 15	7.25	8.20	90.20	78.53
XIX	5 — 11	11.39	11.95	95.78	91.29
XIX	30 — 45	12.39	12.95	96.20	91.97



Rys. 3. Własności buforowe poziomów genetycznych profilu glebowego.

Fig. 3. Buffer properties of the soil profiles genetic levels.

O pojemności hydrolitycznej sorpcyjnej i o stopniu nasycenia kationami o charakterze zasadowym badanych gleb, pouczają dane zestawione w tablicy VII i VIII. Z przytoczonych danych wynika, że gleby pylaste wykazują większą pojemność sorpcyjną, aniżeli gleby piaszczyste. Z literatury wiadomo, że pojemność sorpcyjna gleb nie jest własnością stałą i zależy od szeregu czynników, a między innymi od pH i współczynnika K^{11}):
$$K = \frac{Si O_2}{Al_2 O_3 + Fe_2 O_3}$$

Gleby pylaste są w wyższym stopniu wysyczone kationami Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , NH_4^+ , Na^+ , niż gleby piaszczyste, uboższe i bardziej kwaśne (tablica VII i VIII).

Własności buforowe gleb, czyli zdolność gleb do przeciwstawiania się w zmianie odczynu, zależą od pojemności sorpcyjnej wymiennej kompleksu sorpcyjnego, stopnia nasycenia kationami Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ i zawartości w glebie węglanów¹⁰). Zależność własności buforowych gleby od wymienionych własności uwydatnia równanie sorpcji Vagelera¹⁴):

$$y = \frac{X \cdot S}{X + q \cdot S}$$

gdzie: S — suma kationów wymiennych Ca^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ , K^+ , Na^+ (o charakterze zasadowym), w milirównoważnikach,

X — ilość kationów wprowadzonych do roztworu glebowego, w milirównoważnikach,

q — współczynnik, (gleby kwaśne wykazują duże własności buforowe przy $q < 1$),

y — ilość kationów wypartych z kompleksu sorpcyjnego do roztworu glebowego, w milirównoważnikach.

Większość zbadanych przez nas próbek glebowych wykazuje słabe własności buforowe, a szczególnie gleby piaszczyste, o małej zawartości ilu koloidalnego (Rys. 1 i 2). Wahania odczynu przy glebach piaszczystych leżą w granicach pH 2,5 — 10,5, a przy glebach pylastych pH 3,5 do pH 9,5 (Rys. 1). Śledząc własności buforowe w poszczególnych poziomach genetycznych badanych profilów glebowych, stwierdziliśmy największe zdolności buforowe w poziomach próchnicznych (Rys. 3).

Badania buforowych własności gleb przeprowadzono metodą Arrheniusa ¹⁾.

Na zasadzie przeprowadzonych badań nad sorpcyjnymi własnościami gleb piaszczystych i pylastych, można wysnuć następujące wnioski:

1. gleby piaszczyste posiadają słabsze zdolności sorpcyjne, od gleb pylastych,

2. nasycenie kationami Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ jest w glebach piaszczystych mniejsze,

3. własności buforowe obu rodzaj gleb, a szczególnie gleb piaszczystych są słabe,

4. na gleby piaszczyste i pylaste zbadanego terenu, nie należy stosować mineralnych nawozów t. zw. fizjologicznie kwaśnych, a pierwszeństwo oddać nawozom zawierającym wapń ⁴⁾, ⁹⁾.

PIŚMIENNICTWO.

1. Arrhenius O., Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig 1926.
2. Casagrande A., Die Areometer-Methode zur Bestimmung der Kornverteilung von Böden und anderen Materialien. Berlin Verlag von J. Springer 1934.
3. Daikuhara, Über saure Mineralböden. Bul. Imp. Centr. Agr. Exper. Stat. Verhandl. d. II. Kom. d. Internat. Bodenk. Gesel. T. B. 1927.
4. Dawydow G. K., Okieslitielno - wostanowitielnyje usłowia podzolistych poczw w swiazi s ich izwiestkowaniem. Poczwowiedienije. N—10 Moskwa 1946
5. Dobrzański B., Rola frakcji koloidalnej w szecerku zbielicowanym przy magazynowaniu składników pokarmowych dla roślin. Annales Univ. M. Skłodowska. Vol. II. N. 1. Sectio E. Lublin 1948.
6. Gorbunow N. I., Pogłotitielnaja sposobnost poczw i jejo priroda. Moskwa 1948.
7. Kappen H., Bodenazidität und Fruchtbarkeitzustand. Handbuch der Bodenlehre. Band VIII. Berlin 1931.
8. Maksimow A., Sorbcja i kwasowość gleb. Warszawa 1937.
9. Mattson S., Effects of excessive liming on leached, acid soils. Kungl. Lantbrukshögskolans Annaler. Vol. 13. Uppsala 1946.
10. Musierowicz A. i Sobieszczńska J., Badania nad kompleksem adsorbcyjnym gleb p łoninowych pasma gór Baby Ludowej (Karpaty Wschodnie). Odbitka z Roczników Gleboznawczych T. 1. Warszawa 1939.
11. Musierowicz A., Adsorbcyjne własności gleb. Warszawa 1947.
12. Musierowicz A., O kwasowości i wapnowaniu gleb. Warszawa 1947.
13. Tjulín A. F., O pierspektiwach dalniejszowo rozwitja koloidno-chimiczekowo izuczenija poczw. Poczwowiedienije. N. 10. Moskwa 1946.
14. Vageler P., Der Kationen - und Wasserhaushalt des Mineralbodens. Berlin 1932.

S U M M A R Y.

The author of this paper presents the results of his studies on sorptive properties of the soil of the Turka Experimental Station. These studies were conducted to determine the sum of sorbed exchangeable cations, the amount of hydrogen ions, the degree of saturation, and the sorptive capacity of the soil. The mechanical composition, and pH in KCl and in water have been also determined. All the results are shown on Tables I—VIII.

Our studies revealed that the plough-soils of the Experimental Station can be divided into two parts, one consisting of sandy soils, the other of silty soils. The sorptive power of both kinds of soils is fundamentally not great, but the sandy soils are particularly little adsorptive.

The determination of the sorptive properties of the soils belonging to the Experimental Station plays an important part in conducting field experiments and in solving problems of fertilization. The examination of the sorptive properties of soils enables us to determine what kind of fertilizer and in what season of the year should be supplied. The Knowledge of the sorptive properties is needed to make use of the soil in a rational and most economical way.
