

MARIA DROŹDŹ-HARA

STUDIA NAD WPŁYWEM ZANIECZYSZCZENIA SIARKĄ
NA PRZEMIANY GLEB UPRAWNYCH W SĄSIEDZTWIE KOPALNI
SIARKI

CZĘŚĆ I. NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY SKAŻONEJ SIARKĄ
— DOŚWIADCZENIA MODELOWE

Instytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej i Mikrobiologii Akademii Rolniczej
w Krakowie

Zagadnienia związane ze skażeniem gleb terenów przykopalnianych i przyfabrycznych stały się w ostatnich czasach bardzo aktualne i nabierają obecnie coraz większego znaczenia. Odnosi się to szczególnie do skażeń i zanieczyszczeń gleb uprawnych siarką i jej związkami.

Wpływ tlenków siarki na środowisko biologiczne jest stosunkowo lepiej poznany niż wpływ innych zanieczyszczeń; większość badań dotyczy działania SO_2 na roślinność leśną i uprawną w sąsiedztwie okręgów przemysłowych [1, 2, 3, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 17].

Szkodliwy wpływ nadmiernych stężeń tlenków siarki w atmosferze ujawnia się w mniejszym lub większym stopniu przez zakwaszenie gleby. Wskazują na to wyniki badań [2, 4, 5, 8, 10] przeprowadzone w sąsiedztwie okręgów przemysłowych. Badania te wykazały [10, 12, 13], że SO_2 dostający się do gleby wraz z opadami nie musi wpływać na obniżenie pH gleby, obecne bowiem w glebie sole wapnia i magnezu neutralizują jego właściwości zakwaszające.

G o r h a m [4] w Anglii, analizując przyczyny dużej kwasowości gleb w sąsiedztwie okręgów przemysłowych, przypisuje obecność wolnego kwasu siarkowego w glebie procesowi utleniania SO_2 , pochodzącego z zanieczyszczeń przemysłowych, do SO_3 .

Najbardziej groźne w skutkach w swoim bezpośrednim działaniu są zanieczyszczenia siarką elementarną i siarkowodorem, które obok SO_2 towarzyszą niektórym gałęziom przemysłu chemicznego, a przede wszystkim działalności górniczej związanej z eksploatacją złóż siarki.

Przenikająca do gleby siarka ulega mikrobiologicznemu utlenieniu, a powstający kwas siarkowy stopniowo zatruwa środowisko. Jony wo-

dorowe kwasu siarkowego w większym stężeniu wypierają kationy z sieci krystalicznej minerałów ilastych, tworząc siarczany, a z rozpuszczalnych węglanów wapnia powstają kwaśne węglany i gips [6]. Występujące w glebie wodorotlenki żelaza i glinu dają z kwasem siarkowym siarczany zdolne do kwaśnej hydrolizy, zwłaszcza przy wapnowaniu, co przyczynia się do wtórnego zakwaszenia gleby.

Zarówno w krajowej, jak i światowej literaturze gleboznawczej stosunkowo niewiele jest prac dotyczących zagadnienia długotrwałego oddziaływania siarki elementarnej na glebę, a zwłaszcza istoty zjawisk wtórnych wywołanych w glebie procesami przemian siarki. Fakt ten zdecydował o podjęciu szerszych badań nad wtórnymi zjawiskami spowodowanymi skażeniem gleby siarką.

CEL PRACY I METODYKA

Celem niniejszej pracy było stwierdzenie za pomocą doświadczenia modelowego z siarką i 5-letnich obserwacji terenowych oraz analiz chemicznych i mineralogicznych, w jakim stopniu zanieczyszczenie siarką elementarną i produktami jej przemian wpływa na zmianę właściwości chemicznych gleby. Chodziło o ustalenie, jakie zmiany w składzie chemicznym masy glebowej powodują kwasy mineralne powstające w procesie przemian siarki elementarnej.

Analizy i oznaczenia laboratoryjne wykonano następującymi metodami: skład mechaniczny metodą Bouyoucosa-Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego; pH gleby w H_2O i KCl potencjometrycznie przy użyciu elektrody szklanej i kalomelowej; kwasowość wymienną według Daiku-hary; glin ruchomy metodą Sokołowa w wyciągu 1 N KCl; kwasowość i sumę zasad wymiennych według Mehlicha; Ca, Mg — kompleksometrycznie, Na i K — fotopłomieniowo; siarkę całkowitą przez wyprażanie z $KClO_3$ metodą Ajdinjana; S- SO_4 nefelometrycznie według metody Buttersa i Chenery'ego; wolny kwas siarkowy metodą opracowaną i stosowaną w Instytucie Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH; żelazo ruchome w wyciągu 0,05 N H_2SO_4 według Gereia; żelazo wolne metodą Aquilery i Jacksona kolorymetrycznie przy użyciu cytrynianu sodu jako środka redukcyjnego; wolną krzemionkę i wolny glin oznaczono w wyciągu 0,5 N NaOH według metody Fostera; węgiel organiczny — zmodyfikowaną metodą Tiurina; N ogółem metodą Kjeldahla; frakcję ilastą $< 10 \mu$ [16] do badań mineralogicznych wydzielono przez sedymentację; analizę DTA¹ — aparatem marki Derivatograph, produkcji węgierskiej, F. Paulik, J. Paulik i E. Erdey, przy wzmocnieniu 1/3, usuwając substancję organiczną wodą utlenioną; stratę żarową przez prażenie w tempe-

¹ Wykonana przez dr B. Oszaeką w Instytucie Mineralogii i Petrografii AGH w Krakowie.

raturze 960°; analizę części ziemistych gleby wykonano w stopach z NaOH w tyglu srebrnym, oznaczając SiO₂ wagowo, a Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO i MgO kompleksometrycznie.

SCHEMAT I PRZEBIEG DOŚWIADCZENIA

Celem uchwycenia zmian dokonujących się w glebie pod wpływem nadmiernych ilości siarki założono doświadczenie modelowe. Cylindry szklane o ϕ 6 cm i pojemności 1 l wypełniono glebą, tworząc sztuczny profil dwuczłonowy miąższości 30 cm, składający się z 10-centymetrowej warstwy pobranej z poziomu próchnicznego i 20-centymetrowej warstwy zalegającego tuż pod nim poziomu podpróchnicznego, jak w układzie naturalnym poziomów. Odważka gleby we wszystkich cylindrach wynosiła 1200 g powietrznie suchej masy. Skład mechaniczny gleby użytej do doświadczenia stanowił piasek gliniasty lekki. Doświadczenie założono w 5 powtórzeniach każdej kombinacji, stosując zróżnicowaną ilość siarki według następującego schematu:

- 1 — gleba + 7,2 g siarki elementarnej sproszkowanej na każdy cylinder + 1 g świeżej gleby zanieczyszczonej siarką, pobranej na polu górniczym D (kolumna — cała dawka siarki),
- 2 — gleba + 3,6 g siarki elementarnej sproszkowanej + 1 g świeżej gleby zanieczyszczonej siarką (kolumna — 1/2 dawki siarki),
- 3 — gleba + 1 g świeżej gleby zanieczyszczonej siarką (kolumna kontrolna).

Nadmienić należy, że zastosowana dawka siarki 7,2 g odpowiada maksymalnej ilości siarki spotykanej na polach górniczych.

Do każdego cylindra na powierzchnię gleby kombinacji 1 i 2 dodano jednorazowo siarkę elementarną. Prócz tego do kombinacji 1, 2 i 3 dodano po 1 g świeżej gleby zanieczyszczonej siarką celem wprowadzenia odpowiednich bakterii.

W odstępie jednego miesiąca systematycznie przemywano kolumny wodą redestylowaną, zbierając przesącz do objętości 250 ml w kolbach miarowych; w sumie uzyskano 2750 ml przesączu z każdego cylindra. Otrzymane przesącze wodne każdorazowo analizowano według metod podanych przy analizie materiału glebowego.

SKŁAD CHEMICZNY PRZESĄCZY WODNYCH

Analiza składu chemicznego roztworów uzyskanych w trakcie doświadczenia pozwoliła na wydzielenie trzech faz charakteryzujących przebieg i przemiany badanych składników i procesów chemicznych zachodzących w kolumnach. Po upływie jednego miesiąca nastąpiło znaczne zróżnicowanie pod względem składu chemicznego poszczególnych porcji przesączu otrzymanych z odpowiednich kolumn. Gwałtownie obniżało:

się pH przesączu uzyskanego z kolumny z wyższą dawką siarki, uzyskując wartość 2,6, a z 1/2 dawki siarki — 4,3 (tab. 1).

Niewątpliwie na taki odczyn wpłynęła siarka elementarna, która w wyniku procesu chemicznego i mikrobiologicznego utlenienia daje kwas siarkowy oraz łatwo hydrolizujące sole glinu i żelaza zakwaszające środowisko. Odczyn przesączy kolejnych porcji stopniowo stawał się kwaśniejszy, osiągając najniższe wartości po upływie 6 miesięcy doświadczenia.

W pierwszej fazie doświadczenia (do dwóch miesięcy) do roztworu przechodziły duże ilości CaO i MgO, po czym zawartość ich malała w ciągu pięciu miesięcy. Zawartość wapnia w przesączu dla kolumny z wyższą dawką siarki wynosiła 10,23 m. e. na 250 ml (tab. 1). Mimo bardzo kwaśnego odczynu środowiska ilość wapnia i magnezu w przesączach wodnych otrzymanych z gleb zanieczyszczonych jest kilkakrotnie większa od ich zawartości w przesączach gleby kontrolnej. Zróżnicowanie to w ostatnich miesiącach doświadczenia stopniowo zanika i po upływie 11 miesięcy ilości wapnia stwierdzone dla kolumny z całą dawką siarki są zbliżone do ich zawartości w przesączu z gleby kontrolnej; wynoszą one 0,3 m.e. na 250 ml. Świadczy to o osiągnięciu pewnej stabilizacji układu gleba-roztwór zawierający wolny H_2SO_4 (tab. 1).

W drugiej fazie doświadczenia do roztworu przechodzą duże ilości glinu i żelaza. Może to wynikać:

- z obecności Al i Fe już jako form wolnych,
- z wyparcia Al i Fe z sieci przestrzennej minerałów ilastych.

Glin i żelazo występują w przesączu już w drugim miesiącu doświadczenia w kolumnie gleb skażonych siarką (tab. 1). We wszystkich kolejnych porcjach przesączu zawartość glinu jest większa od zawartości żelaza. Największe ilości tych składników występują w okresie od czwartego do siódmego miesiąca trwania doświadczenia, a znacznie maleją po upływie 11 miesięcy doświadczenia. W tym samym okresie obok dużych ilości glinu i żelaza stwierdzono w przesączu największą zawartość krzemionki i węgla organicznego.

Nieznacne ilości siarczanów stwierdzono już w pierwszych trzech miesiącach doświadczenia (tab. 1). Maksimum ich występowania przypadała na miesiące 4-6. Między 6 a 9 miesiącem zawartość tego składnika w roztworze nieznacznie malała, a w dwóch ostatnich utrzymywała się na stałym poziomie, lecz o wiele mniejszym niż w poprzednim okresie. Wolny kwas siarkowy pojawił się w czwartej porcji i występował do końca doświadczenia w mniej więcej jednakowych ilościach. Wysokość dawki siarki wpłynęła najbardziej na zróżnicowanie zawartości w roztworach siarczanów, wolnego H_2SO_4 , glinu i żelaza. Mniejsze zróżnicowanie w zależności od dawki siarki stwierdzono w ilościach wapnia i magnezu w badanych przesączach. Po zakończeniu doświadczenia w wyniku oddziaływania na glebę siarki elementarnej i produktów jej przemian stwier-

Zawartość niektórych składników w wyciągach wodnych uzyskanych w doświadczeniu modelowym
Content of some components in aqueous extracts obtained in the model experiment

Nr kolejny przesączu No. of filtrate	Kolumna Column	pH	m.e./250 ml przesączu ^x - m.e./250 ml of filtrate ^x							
			CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₄ ²⁻	wolny H ₂ SO ₄ free H ₂ SO ₄	SiO ₂	C organiczny organic C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	kontrolna control	6,9	0,67	0,30	ślady - traces	ślady - traces	0,20	0,00	0,33	ślady - traces
	3,6 g S	6,7	1,17	0,58	ślady - traces	ślady - traces	0,91	0,00	0,37	ślady - traces
	7,2 g S	6,7	1,41	0,49	ślady - traces	ślady - traces	0,91	0,00	0,40	ślady - traces
2	kontrolna control	6,9	0,87	0,30	ślady - traces	ślady - traces	0,20	0,00	3,30	ślady - traces
	3,6 g S	4,3	7,87	2,30	0,11	1,32	3,87	0,00	5,33	2,51
	7,2 g S	2,6	8,87	3,10	0,89	5,88	5,75	0,00	7,47	3,72
3	kontrolna control	6,9	0,72	0,33	ślady - traces	ślady - traces	0,15	0,00	4,01	ślady - traces
	3,6 g S	2,5	7,26	3,45	2,28	9,63	5,38	0,00	21,75	9,37
	7,2 g S	2,0	10,23	4,11	4,69	16,80	12,11	0,00	34,97	17,51
4	kontrolna control	6,4	0,44	0,19	ślady - traces	ślady - traces	0,11	0,00	4,61	ślady - traces
	3,6 g S	2,6	5,11	1,17	4,42	17,51	29,53	3,54	39,93	12,89
	7,2 g S	2,0	5,88	1,80	10,96	30,29	58,77	4,29	82,06	39,24
5	kontrolna control	6,2	0,29	0,17	ślady - traces	ślady - traces	0,08	0,00	2,71	ślady - traces
	3,6 g S	2,4	2,24	0,95	9,63	20,51	30,39	5,05	51,81	17,22
	7,2 g S	1,9	3,11	1,24	16,15	31,01	60,85	11,05	93,68	23,68
6	kontrolna control	6,1	0,28	0,13	ślady - traces	ślady - traces	0,09	0,00	2,34	ślady - traces
	3,6 g S	2,1	1,41	0,94	10,84	19,54	25,11	6,21	42,03	19,20
	7,2 g S	1,8	2,46	0,98	17,99	31,21	51,00	13,49	90,73	41,10

cd. tabeli 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	kontrolna control	6,2	0,26	0,12	ślady - traces	ślady - traces	0,07	0,00	2,50	ślady - traces
	3,6 g S	2,2	1,32	0,41	7,80	18,56	21,27	2,47	34,00	15,30
	7,2 g S	1,6	1,96	0,44	16,73	27,49	47,89	4,60	68,10	36,20
8	kontrolna control	6,2	0,38	0,16	ślady - traces	0,00	0,05	0,00	3,00	ślady - traces
	3,6 g S	2,3	0,86	0,40	3,52	8,77	21,89	2,15	39,00	11,80
	7,2 g S	1,7	1,54	0,42	14,52	15,78	44,08	4,12	55,50	30,70
9	kontrolna control	6,2	0,28	0,12	ślady - traces	ślady - traces	0,08	0,00	3,20	ślady - traces
	3,6 g S	2,3	0,60	0,24	1,69	7,42	15,02	2,16	37,50	9,30
	7,2 g S	1,7	0,68	0,39	13,86	15,62	41,10	4,92	49,60	28,10
10	kontrolna control	6,3	0,32	0,13	ślady - traces	ślady - traces	0,05	0,00	2,90	ślady - traces
	3,6 g S	2,4	0,51	0,26	0,68	3,51	10,86	3,35	26,00	9,40
	7,2 g S	1,8	0,54	0,29	6,07	7,07	21,35	3,86	34,10	19,70
11	kontrolna control	5,4	0,29	0,16	ślady - traces	ślady - traces	0,04	0,00	2,90	ślady - traces
	3,6 g S	2,6	0,49	0,30	0,35	2,60	10,12	3,31	17,00	4,90
	7,2 g S	1,8	0,36	0,23	2,45	4,32	19,60	5,01	29,00	11,30
Łączna ilość wycmytych składników w mg/kolumnę Total for eluted constituents in mg/column	kontrolna control	-	134,59	42,53	-	-	53,79	-	31,80	-
	3,6 g S	-	808,67	221,76	1094,98	1903,04	8374,03	1384,88	314,72	111,83
	7,2 g S	-	1038,60	271,95	2758,91	3227,18	17455,06	2615,79	545,61	251,25
x średnia z pięciu powtórzeń - mean for 5 replications										

dzono wymycie z kolumn przede wszystkim: glinu, żelaza, wapnia, magnezu i krzemionki (tab. 1).

NIKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY ZANIECZYSZCZONEJ SIARKĄ

Aby uchwycić zmiany dokonujące się w glebie pod wpływem siarki rozebrano po jednej kolumnie z każdej serii doświadczenia po upływie 4 miesięcy i po zakończeniu doświadczenia, dzieląc je na 5-centymetrowe odcinki.

OGÓLNA ZAWARTOŚĆ SIARKI W PROFILACH GLEBY

Ogólna ilość siarki dodanej do gleby obu kolumn wyraźnie malała z czasem (tab. 2, 3). Po upływie 4 miesięcy doświadczenia zawartość jej wyraźnie zmniejszyła się w stosunku do zastosowanej dawki. Stosunkowo duża zawartość siarki występowała jeszcze w kolumnie z całą dawką siarki po upływie 11 miesięcy doświadczenia (tab. 3). Sumaryczna ilość siarczanów uzyskana z poszczególnych porcji przesączu, wynosząca dla kolumn z 1/2 dawki siarki 174,3 m.e. S-SO₄, a dla kolumny z całą dawką siarki (tab. 1) 363,4 m.e. S-SO₄, pozwala stwierdzić, że większa część siarki dodanej uległa biochemicznemu utlenieniu do H₂SO₄. Ogólna ilość siarki pozostała w glebie obu kolumn odpowiada różnicy między siarką dodaną do gleby a uzyskaną w przesączach S-SO₄ (tab. 1, 2, 3).

ODCZYN, KWASOWOŚĆ I WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE

Właściwości chemiczne i fizykochemiczne (tab. 4 i 5) wskazują na znaczne zróżnicowanie gleby skażonej siarką w porównaniu z glebą kontrolną. Istotne zmiany stwierdzono w odczynie i kwasowości potencjalnej gleby. Odczyn gleb z dodatkiem siarki w całym profilu jest bardzo kwaśny i pH w KCl waha się w granicach 2,2-3,2. Najkwaśniejsze są górne poziomy sztucznego profilu zarówno z całą, jak i z połową dawki siarki.

Kwaśny odczyn środowiska powoduje uruchomienie znacznych ilości glinu i wzrost kwasowości wymiennej w profilach gleb zanieczyszczonych siarką. Kwasowość wymienna występuje we wszystkich poziomach i mieści się w granicach 2,53-19,7 m.e./100 g gleby. Najwyższe wartości stwierdzono w poziomach wierzchnich po upływie 4 miesięcy doświadczenia. Udział glinu tzw. ruchomego w kwasowości wymiennej jest wysoki i wynosi od 88,7 do 99,3%. Powstający w trakcie utleniania siarki elementarnej kwas siarkowy powoduje uruchomienie znacznych ilości glinu obok innych pierwiastków. Zakwaszenie i przemywanie wodą spowodowało w dużym stopniu wymycie z gleby kationów zasadowych poza kolumnę. Suma zasad wymiennych jest nieznaczna i dla gleb zanieczyszczonych siarką waha się od 0,34 do 0,85 m.e./100 g gleby, przy czym śred-

Tabela 2

Analiza całkowita części ziemistych profilów po upływie 4 miesięcy doświadczenia
Elementary analysis of fine earth in the profiles after 4 months of the experiment

Dawka siarki Sulphur dose	Poziom Horizon em	Strata po prażeniu Loss on ignition	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂ Fe ₂ O ₃	SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ R ₂ O ₃	Siarka ogółem mg/100 g gleby Total sulphur mg/100 g of soil	Zawartość siarki w mg/kolumnę Content of total sulphur mg/column
			%							stosunki molarne molar ratios		
Gleba wyjściowa Initial soil	0-10	2,98	92,00	0,93	3,08	0,24	0,37	263,8	51,0	42,7	2,62	18,22
	10-30	1,34	92,29	1,27	3,32	0,20	0,33	194,4	48,0	38,5	1,95	-
Gleba kontrolna Control soil	0-5	2,96	92,10	0,93	2,99	0,20	0,31	268,7	52,8	44,1	n.o.	-
	5-10	2,87	92,39	0,90	3,07	0,21	0,34	274,4	51,0	43,1	n.o.	-
	10-15	1,40	92,48	1,27	3,32	0,23	0,30	197,3	48,0	38,6	n.o.	-
	15-20	1,35	92,68	1,27	3,32	0,23	0,37	193,9	48,1	39,5	n.o.	-
	20-25	1,35	92,88	1,30	3,32	0,27	0,37	193,1	38,2	38,6	n.o.	-
	>25	1,35	92,88	1,30	3,35	0,30	0,41	193,1	48,2	38,6	n.o.	-
3,6 g S	0-5	3,47	93,00	0,81	2,84	0,15	0,24	309,4	55,2	46,9	504	1310
	5-10	2,68	92,85	0,90	2,95	0,18	0,24	275,9	53,2	45,4	45	-
	10-15	1,24	92,78	1,17	3,26	0,19	0,27	270,5	51,4	41,7	33	-
	15-20	1,35	92,68	1,17	3,39	0,20	0,27	220,3	48,1	39,5	31	-
	20-25	1,40	92,98	1,29	3,58	0,24	0,35	221,0	44,2	36,8	21	-
	>25	1,35	92,79	1,36	3,58	0,27	0,40	181,8	44,1	35,9	21	-
7,2 g S	0-5	4,54	93,11	0,75	2,75	0,11	0,20	336,7	57,3	49,9	1561	3958
	5-10	2,74	93,57	0,94	2,91	0,12	0,27	268,4	55,6	47,1	108	-
	10-15	1,36	93,74	0,99	3,11	0,20	0,27	260,0	52,0	43,3	38	-
	15-20	1,46	93,21	1,02	3,14	0,20	0,30	258,5	51,6	43,0	68	-
	20-25	1,66	92,88	1,39	3,44	0,27	0,35	171,6	46,8	36,8	78	-
	>25	1,86	92,91	1,37	3,49	0,30	0,41	193,2	45,4	36,8	126	-

n.o. - non identified

Tabela 3

Analiza całkowita części ziemistych profilów po zakończeniu doświadczenia
Elementary analysis of fine earth in the profiles after the experiment end

Dawka siarki Sulphur dose	Poziom Horizon cm	Strata po prażeniu Loss on ignition	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	Siarka ogółem mg/100 g gleby Total sulphur mg/100 g of soil	Zawartość siarki w mg/kolumnę Content of total sulphur mg/column
								stosunki molarne molar ratios				
Gleba kontrolna Control soil	0-5	2,89	91,99	0,91	3,06	0,19	0,30	306,0	51,0	43,4	n.o.	-
	5-10	2,99	92,10	0,92	3,04	0,20	0,29	216,1	51,0	43,7	n.o.	-
	10-15	1,36	91,97	1,34	3,32	0,27	0,38	198,7	47,8	38,5	n.o.	-
	15-20	1,45	92,33	1,24	3,32	0,27	0,38	199,4	48,0	39,3	n.o.	-
	20-25	1,36	92,84	1,28	3,37	0,27	0,39	193,1	46,8	37,6	n.o.	-
	>25	1,36	92,84	1,28	3,37	0,30	0,44	193,1	46,8	37,6	n.o.	-
3,6 g S	0-5	2,34	94,22	0,66	2,43	0,10	0,17	382,1	68,1	58,0	101	910
	5-10	2,51	93,82	0,69	2,61	0,11	0,17	363,0	62,4	53,8	216	-
	10-15	1,18	93,72	0,99	3,08	0,12	0,19	259,8	51,9	43,3	12	-
	15-20	1,32	93,68	1,12	3,29	0,13	0,24	222,6	48,7	33,9	69	-
	20-25	1,30	93,42	1,14	3,58	0,19	0,27	227,0	44,4	37,0	39	-
	>25	1,40	92,80	1,31	3,61	0,23	0,40	193,0	44,1	35,9	18	-
7,2 g S	0-5	2,11	94,71	0,54	2,23	0,09	0,13	477,6	55,0	65,4	517	1488
	5-10	2,21	94,00	0,61	2,63	0,09	0,13	422,7	62,5	54,5	113	-
	10-15	1,25	93,92	0,84	2,92	0,10	0,23	300,4	55,0	47,3	51	-
	15-20	1,25	93,88	0,89	3,04	0,16	0,29	284,0	52,0	44,6	33	-
	20-25	1,30	93,76	0,96	3,34	0,16	0,29	260,0	52,0	43,3	15	-
	>25	1,50	93,22	1,33	3,66	0,19	0,38	193,7	43,0	35,2	15	-
n.o. - non identified												

Niektóre chemiczne właściwości gleb profilów po upływie 4 miesięcy doświadczenia
Some chemical properties of the soil profiles after 4 months of the experiment

Dawka siarki Sulphur dose	Poziom Horizon cm	pH		K _H	Zasady wymienne Exchangeable bases				S	T	T ₁	K _W	Al _W ³⁺	Al _W ³⁺ 100
		H ₂ O	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺						Al _W ³⁺ + H _W
					m.e./100 g gleby									- m.e./100 g of soil
Gleba wyjściowa Initial soil	0-10	6,0	5,3	2,87	2,91	0,59	0,09	0,04	3,63	6,50	6,67	0,00	0,00	0,00
	10-30	6,6	5,9	0,69	2,26	0,44	0,07	0,03	2,80	3,49	3,57	0,00	0,00	0,00
Gleba kontrolna Control soil	0-5	5,8	5,0	3,00	2,54	0,31	0,05	0,02	2,92	5,92	5,94	0,00	0,00	0,00
	5-10	5,9	5,1	2,91	2,77	0,49	0,06	0,02	3,34	6,25	6,31	0,00	0,00	0,00
	10-15	6,4	5,5	0,91	2,23	0,39	0,03	0,02	2,67	3,53	3,75	0,00	0,00	0,00
	15-20	6,5	5,6	0,85	2,27	0,40	0,04	0,04	2,75	3,60	3,52	0,00	0,00	0,00
	20-25	6,5	5,6	0,93	2,12	0,45	0,07	0,05	2,69	3,62	3,56	0,00	0,00	0,00
	>25	6,5	5,8	0,93	2,32	0,46	0,07	0,05	2,90	3,82	3,82	0,00	0,00	0,00
3,6 g S	0-5	2,5	2,4	11,43	0,28	0,10	0,04	0,03	0,45	11,83	5,81	10,47	0,29	88,73
	5-10	3,2	2,8	6,25	0,32	0,08	0,02	0,01	0,43	6,68	6,48	2,53	2,40	94,86
	10-15	3,7	3,1	3,68	0,27	0,09	0,02	0,01	0,39	4,07	3,88	2,87	2,61	90,94
	15-20	3,7	3,2	4,31	0,27	0,10	0,04	0,02	0,43	4,74	4,13	3,46	3,33	96,24
	20-25	3,3	3,0	4,43	3,39	0,13	0,02	0,04	0,58	5,01	4,02	3,80	3,59	94,47
	>25	3,3	3,0	5,06	0,45	0,13	0,03	0,04	0,65	5,71	4,01	5,99	5,74	95,82
7,2 g S	0-5	2,2	2,2	18,41	0,25	0,09	0,06	0,04	0,34	18,75	5,81	19,70	18,60	94,42
	5-10	2,7	2,7	8,81	0,30	0,11	0,04	0,03	0,43	9,29	6,09	4,90	4,81	98,16
	10-15	3,0	2,9	5,62	0,41	0,09	0,02	0,03	0,55	6,17	4,11	5,15	4,73	91,84
	15-20	3,0	2,9	6,31	0,29	0,09	0,02	0,02	0,42	6,73	4,11	5,90	5,70	96,64
	20-25	3,0	2,9	7,12	0,29	0,10	0,03	0,02	0,44	7,56	4,17	7,40	7,22	97,57
	>25	2,9	2,8	9,81	0,34	0,10	0,03	0,02	0,49	10,30	4,27	11,06	10,98	99,27

Tabela 5

Niektóre chemiczne właściwości gleb profilów po zakończeniu doświadczenia
Some chemical properties of the soil profiles after the experiment end

Dawka siarki Sulphur dose	Poziom Horizon cm	pH		K_H	Zasady wymienne - Exchangeable bases				S	T	T_1	K_W	Al_W^{3+}	Al^{3+} 100
		H_2O	KCl		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+						$Al^{3+} + H_W$
														m.e./100 g gleby - m.e./100 g of soil
Gleba kontrolna Control soil	0-5	5,7	4,8	3,18	2,57	0,35	0,03	0,01	2,96	6,14	6,20	0,10	0,00	0,00
	5-10	5,7	4,8	3,18	2,67	0,33	0,03	0,02	3,05	6,23	6,22	0,16	0,00	0,00
	10-15	6,3	5,8	0,69	2,45	0,51	0,03	0,02	3,01	3,70	3,77	0,00	0,00	0,00
	15-20	6,7	6,2	0,56	2,59	0,49	0,04	0,02	3,14	3,73	3,75	0,00	0,00	0,00
	20-25	6,7	6,2	0,56	2,59	0,49	0,07	0,02	3,17	3,73	3,77	0,00	0,00	0,00
	>25	6,9	6,4	0,56	2,67	0,59	0,09	0,04	3,39	3,95	3,94	0,00	0,00	0,00
3,6 g S	0-5	3,4	2,7	6,43	0,09	0,04	ślady-traces	ślady-traces	0,13	6,58	5,25	1,85	1,09	58,91
	5-10	3,4	2,7	6,68	0,09	0,04	ślady-traces	ślady-traces	0,13	6,81	5,77	2,05	1,53	73,91
	10-15	3,3	2,7	3,44	0,10	0,07	ślady-traces	ślady-traces	0,17	3,63	3,57	3,27	2,73	83,49
	15-20	3,3	2,7	3,44	0,17	0,09	ślady-traces	ślady-traces	0,26	3,70	3,69	3,71	3,05	82,21
	20-25	3,2	2,7	3,71	0,19	0,09	ślady-traces	ślady-traces	0,28	3,99	3,97	4,14	3,59	86,71
	>25	3,2	2,7	3,71	0,19	0,09	ślady-traces	ślady-traces	0,28	3,99	3,97	5,69	4,25	90,61
7,2 g S	0-5	2,6	2,3	6,25	0,09	0,03	ślady-traces	ślady-traces	0,12	6,37	5,13	8,73	3,16	36,20
	5-10	2,7	2,5	6,40	0,09	0,03	ślady-traces	ślady-traces	0,12	6,52	5,77	6,54	3,17	48,47
	10-15	3,2	2,7	3,50	0,21	0,05	ślady-traces	ślady-traces	0,26	3,76	3,20	3,48	2,83	81,32
	15-20	3,1	2,7	3,71	0,17	0,05	ślady-traces	ślady-traces	0,22	3,93	3,98	3,71	3,05	82,21
	20-25	3,1	2,7	3,72	0,17	0,08	ślady-traces	ślady-traces	0,25	3,97	3,77	4,14	3,48	84,05
	>25	3,0	2,7	3,75	0,15	0,08	ślady-traces	ślady-traces	0,23	3,98	3,97	4,69	4,10	87,42

nia dla obu kolumn skażonych siarką wynosi 0,48 m.e./100 g gleby, gdy dla gleby kontrolnej średnia równa się 2,88 m.e./100 g gleby.

Pojemność sorpcyjna T_1 oznaczona według metody Mehlicha w modyfikacji Hoffmana jest mniejsza od T obliczonej z sumy kationów wymiennych i kwasowości hydrolitycznej. Większa pojemność sorpcyjna z sumowania $S + H$ niż oznaczona z ilości wypartego Ba^{2+} (tab. 4) znajduje uzasadnienie w ilości ruchomego glinu oznaczonego metodą Sokołowa. W tak kwaśnym środowisku glebowym o pH 2,2-2,1 ruchomy glin w równym stopniu może występować w kompleksie sorpcyjnym, jak i w roztworze glebowym. Wobec tego będzie przechodził do roztworu lub zakwaszał go w trakcie oznaczania kwasowości wymiennej zarówno metodą Sokołowa, jak i przy oznaczaniu H metodą Mehlicha. Stąd miarodajna będzie pojemność sorpcyjna jako ilość zasorbowanego baru. Po zakończeniu doświadczenia pH gleby zanieczyszczonej siarką utrzymywało się na poziomie bardzo silnie kwaśnym (tab. 5).

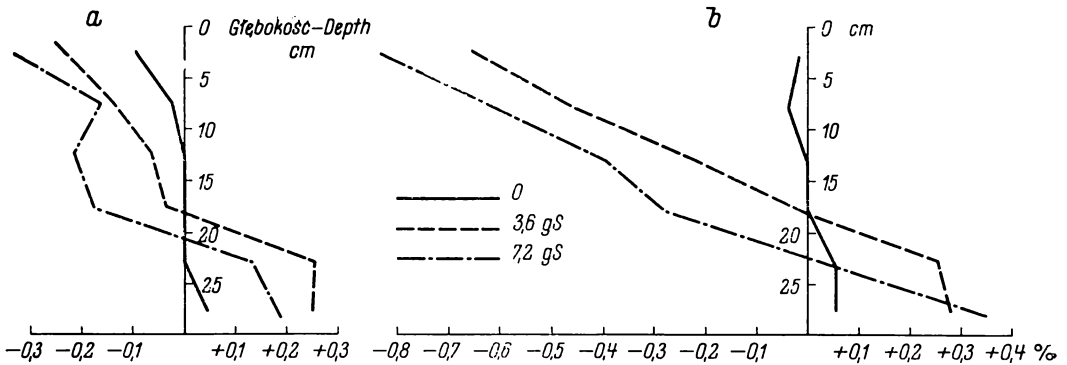
Kwasowość wymienna gleb z dodatkiem siarki wahała się 1,8 do 8,73 m.e./100 g gleby. Najwyższe jej wartości występują w poziomach wierzchnich profilu z całą dawką siarki. Wyraźnie maleje udział glinu ruchomego w kwasowości wymiennej w poziomach wierzchnich obu zanieczyszczonych profilów, przy czym mniejsze wartości stwierdzono w profilu z większą dawką siarki. Suma zasad wymiennych średnio dla obu profilów we wszystkich poziomach wynosi 0,20 m.e./100 g gleby i jest piętnastokrotnie mniejsza od średniej wartości $S - 3,14$ m.e./100 g gleby, stwierdzonej w poziomach gleby kontrolnej.

Pojemność sorpcyjna T_1 w poziomach wierzchnich profilów nieznacznie zmniejszała się, w pozostałych poziomach nie wykazywała istotnych różnic w porównaniu z glebą kontrolną.

SKŁAD CHEMICZNY MASY GLEBOWEJ

We wszystkich poziomach wierzchnich profilów skażonych siarką zaznaczało się w stosunku do gleby użytej do doświadczenia wyraźne wzbogacenie w SiO_2 przy jednoczesnym zubożeniu w Fe_2O_3 i Al_2O_3 (tab. 2). W związku z tym stosunek SiO_2/Fe_2O_3 , SiO_2/Al_2O_3 i SiO_2/R_2O_3 był najszerszy w poziomach wierzchnich.

Zróznicowanie to ujawniło się po upływie czterech miesięcy doświadczenia, a po jego zakończeniu przyjęło maksymalne wartości (tab. 3). Obliczone odchylenia średnich całkowitych zawartości glinu, żelaza, wapnia i magnezu w poszczególnych poziomach profilów gleb zanieczyszczonych siarką i gleby kontrolnej od średniej całkowitej zawartości danego składnika gleby użytej do doświadczenia (tab. 2, 3, rys. 1, 2, 3, 4) wskazują na zubożenie wierzchnich poziomów przede wszystkim w glin i żelazo, ale równocześnie w wapń i magnez. Największe odchylenie od śred-



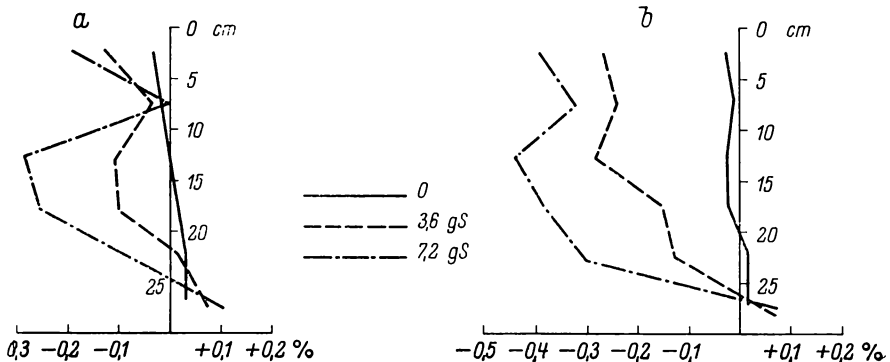
Rys. 1. Odchylenia zawartości glinu w glebach z kolumn od analogicznych wartości w glebie wyjściowej

a — po upływie 4 miesięcy doświadczenia, b — po zakończeniu doświadczenia

Deviations of the aluminium content in soils from the columns as compared to respective values in initial soil

a — after 4 months of the experiment, b — after the experiment end

nich wystąpiło w profilu z całą dawką siarki i po zakończeniu doświadczenia w poziomie wierzchnim dla poszczególnych składników wynosiło: Al_2O_3 — 0,85%, Fe_2O_3 — 0,39%, CaO — 0,24%, MgO — 0,15%.



Rys. 2. Odchylenia zawartości żelaza w glebach z kolumn od analogicznych wartości w glebie wyjściowej

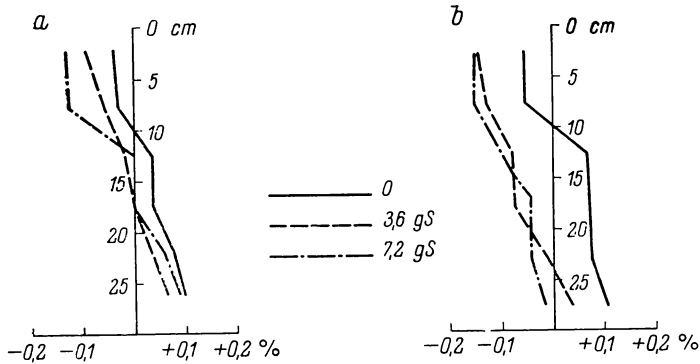
a i b — jak w rys. 1

Deviations of the iron content in soils from the columns as compared to respective values in the initial soil

a and b — as in Fig. 1

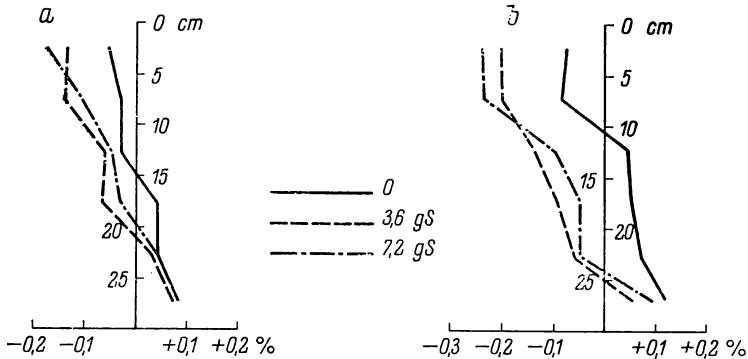
ZAWARTOŚĆ WOLNEJ KRZEMIONKI, WOLNEGO GLINU I RÓŻNYCH FORM ŻELAZA

We wszystkich poziomach profilu gleby zanieczyszczonej siarką zawartość wolnej krzemionki i wolnego glinu znacznie wzrosła. Najwyższe wartości wystąpiły w poziomach wierzchnich i dolnych profilu. W profi-



Rys. 3. Odchylenia zawartości wapnia w glebach z kolumn od analogicznych wartości w glebie wyjściowej
a i b — jak w rys. 1

Deviations of the calcium content in soils from the columns as compared to respective values in the initial soil
a and b — as in Fig. 1



Rys. 4. Odchylenia zawartości magnezu w glebach z kolumn od analogicznych wartości w glebie wyjściowej
a i b — jak w rys. 1

Deviations of the magnesium content in soils from the columns as compared to respective values in the initial soil
a and b — as in Fig. 1

lu z połową dawki siarki zawartość wolnej krzemionki w poziomie wierzchnim stanowiła około 1,7% ogólnej zawartości składnika. Ilość wolnej SiO_2 w poziomie wierzchnim w profilu z całą dawką siarki była dwukrotnie większa niż w glebie kontrolnej. Po zakończeniu doświadczenia w glebach zanieczyszczonych siarką było znacznie więcej wolnej krzemionki we wszystkich poziomach. Największe jej ilości stwierdzono w dolnej części kolumny.

Tabela 6

Zawartość wolnych form krzemionki, glinu, żelaza w procencie gleby i w procencie ogólnej zawartości składnika w profilach po upływie 4 miesięcy doświadczenia
 Content of free forms of silica, aluminium and iron in per cent of soil and of the total content of the element in profiles after four months of the experiment

Dawka siarki Sulphur dose	Poziom Horizon cm	SiO ₂			Fe ₂ O ₃			Fe ruchome mg/100 g gleby Mobile iron mg/100 g of soil	Udział żelaza rucho- mego w stosunku do wolnego Proportion of mobile Fe in free Fe	Al ₂ O ₃	
		wolna free %	wolna ogółem free total	100 100	wolne free %	wolne ogółem free total	100 100			wolny free %	wolny ogółem free total
Gleba wyjściowa Initial soil	0-10	0,92	1,00		0,24	25,80		9,98	4,1	0,15	4,87
	10-30	0,63	0,68		0,31	24,41		7,39	2,3	0,11	3,31
Gleba kontrolna Control soil	0-5	0,94	1,02		0,24	25,80		9,98	4,1	0,15	5,01
	5-10	0,92	0,99		0,24	22,85		9,98	4,1	0,15	4,88
	10-15	0,63	0,68		0,31	24,41		7,48	2,4	0,11	3,31
	15-20	0,63	0,68		0,31	24,41		7,39	2,3	0,11	3,31
	20-25	0,64	0,69		0,33	25,38		7,39	2,2	0,12	3,61
	>25	0,64	0,69		0,33	25,38		7,41	2,2	0,11	3,28
3,6 g S	0-5	1,77	1,90		0,17	20,98		48,92	28,3	0,24	8,45
	5-10	1,64	1,76		0,26	28,88		30,45	11,7	0,23	7,79
	10-15	1,21	1,30		0,34	29,05		41,00	12,0	0,25	7,66
	15-20	1,11	1,19		0,38	32,48		43,43	11,4	0,25	7,57
	20-25	1,44	1,55		0,42	30,21		44,43	10,5	0,30	8,38
	>25	1,62	1,74		0,45	33,09		67,39	14,9	0,36	10,05
7,2 g S	0-5	1,97	3,11		0,15	20,00		61,40	40,9	0,28	10,18
	5-10	1,68	1,79		0,21	22,34		35,60	16,9	0,29	9,96
	10-15	1,35	1,44		0,29	29,29		44,41	15,3	0,30	9,64
	15-20	1,21	1,29		0,38	37,25		55,41	14,6	0,33	10,51
	20-25	1,54	1,66		0,43	36,13		66,40	15,4	0,39	11,34
	>25	1,81	1,95		0,50	36,49		95,86	19,1	0,49	14,04

Tabela 7

Zawartość wolnych form krzemionki, glinu, żelaza w procencie gleby i w procencie całkowitej zawartości składnika w profilach po zakończeniu doświadczenia

Content of free forms of silica, aluminium and iron in per cent of soil and of the total content of the element in profiles after the experiment and

Dawka siarki Suphur dose	Poziom Horizon om	SiO ₂		Fe ₂ O ₃		Fe ruchome mg/100 g gleby	Udział żelaza rucho- mego w stosunku do wolnego Propotion of mobile Fe in free Fe	Al ₂ O ₃	
		wolna free %	wolna ogółem 100 free Total 100	wolne free %	wolne ogółem 100 free total 100	Mobile iron mg/100 g of soil		wolny free %	wolny ogółem 100 free total 100
Gleba kontrolna Control soil	0-5	1,26	1,38	0,27	29,67	19,37	7,1	0,17	5,55
	5-10	1,02	1,10	0,21	22,82	16,97	8,0	0,15	4,93
	10-15	0,76	0,82	0,31	25,00	17,97	5,8	0,12	3,61
	15-20	0,72	0,78	0,31	25,00	17,97	5,8	0,12	3,61
	20-25	0,67	0,72	0,43	33,59	19,97	4,6	0,11	3,26
	>25	0,67	0,72	0,43	33,59	21,57	5,0	0,11	3,26
3,6 g S	0-5	2,12	2,26	0,05	7,57	10,98	21,9	0,20	8,23
	5-10	1,73	1,84	0,18	26,08	32,55	18,0	0,20	7,66
	10-15	1,76	1,87	0,27	27,27	29,95	11,1	0,24	7,79
	15-20	1,66	1,77	0,32	28,57	40,34	12,6	0,26	7,90
	20-25	1,44	1,54	0,35	30,70	46,73	13,3	0,31	8,65
	>25	1,74	1,87	0,34	25,95	52,72	15,5	0,30	8,31
7,2 g S	0-5	2,24	2,36	0,02	3,70	13,96	70,0	0,23	10,31
	5-10	2,13	2,27	0,14	22,95	17,57	12,5	0,20	7,60
	10-15	1,84	1,95	0,17	20,23	20,96	12,3	0,19	6,50
	15-20	1,54	1,64	0,17	19,10	31,55	18,5	0,27	8,88
	20-25	1,66	1,77	0,27	28,12	41,94	15,5	0,35	10,47
	>25	1,81	1,94	0,35	26,31	46,33	13,2	0,55	15,02

Rozmieszczenie wolnej krzemionki i wolnego glinu w pionowym układzie profilu wskazuje na intensywny rozkład minerałów ilastych w wierzchnich poziomach. Produkty rozkładu częściowo są przemieszczane i akumulowane w poziomach dolnych. Wolny glin w poziomie „iluwalnym” gleby z całą dawką siarki stanowi 14% ogólnej zawartości tego składnika, a z połową dawki siarki — 10% całkowitej ilości glinu (tab. 6).

Udział żelaza wolnego w całkowitej zawartości składnika waha się od 20,0 do 37,2%. Najmniejsze ilości wolnego żelaza stwierdzono w poziomach wierzchnich profilów zanieczyszczonych siarką. Ze wzrostem głębokości zwiększa się procentowy udział żelaza wolnego w ogólnej zawartości składnika. Tak zwane żelazo ruchome, będące najbardziej dynamiczną częścią żelaza wolnego, występuje w omawianych profilach we wszystkich poziomach, przy czym najwyższe wartości stwierdzono w poziomach wmycia z dodatkiem siarki.

Udział żelaza ruchomego w ogólnej zawartości żelaza wolnego w poziomach wierzchnich gleb zanieczyszczonych siarką jest najwyższy i dochodzi do 41%. Świadczy to, że żelazo wolne przechodzi w formy ruchliwe związków trójwartościowych i dwuwartościowych, łatwo przemieszczających się do poziomów głębszych.

Badając rozmieszczenie różnych form żelaza po zakończeniu doświadczenia należy stwierdzić, że w poziomach wierzchnich profilów z siarką wyraźnie zmniejsza się ogólna zawartość żelaza, jak również udział w nim formy wolnej (tab. 7).

Ilości żelaza ruchomego jako najbardziej labilnej postaci tego składnika we wszystkich poziomach są jeszcze znaczne. Pewne zmiany zachodzą w kolumnie bez dodatku siarki; w poziomach wierzchnich nieznacznie wzrasta ilość wolnej krzemionki. Wymycie kationów zasadowych do głębszych warstw spowodowało obniżenie pH i pojawienie się kwasowości wymiennej, o której decydują wyłącznie jony H^+ ; glinu wymiennego nie stwierdzono (tab. 5). W poziomie wierzchnim profilu gleby kontrolnej zwiększa się udział żelaza wolnego w ogólnej zawartości składnika i wynosi 30%. Pionowe rozmieszczenie glinu wolnego w profilu gleby kontrolnej nie ulega zróżnicowaniu; nieznaczny jego wzrost stwierdzono w poziomie wierzchnim.

SUBSTANCJA ORGANICZNA GLEBY

W stosunku do gleby użytej do doświadczenia zawartość substancji organicznej w glebie zanieczyszczonej siarką nieznacznie zmalała. W poziomie próchnicznym gleby wyjściowej ilość substancji organicznej wynosiła 1,52%, a po zakończeniu doświadczenia w tym samym poziomie w glebie z 1/2 dawki siarki równała się 1,24%, z całą zaś dawką — 1,18% (tab. 8). Jeśli uważać te różnice za istotne, można przypuszczać, że w warunkach bardzo silnie kwaśnej reakcji środowiska następuje częściowo-

wy rozkład substancji organicznej pod wpływem kwasu siarkowego. W wyniku jego oddziaływania może nastąpić oddzielenie przez hydrolizę próchnicy od komponentów białkowych i innych. Wolny H_2SO_4 może przeprowadzać formy soli kwasów próchnicznych w wolne kwasy huminowe, z których te o mniejszym ciężarze cząsteczkowym (fulwokwasy) jako rozpuszczalne w środowisku wodnym mogą być wymywane.

T a b e l a 8

Materia organiczna w glebie wyjściowej w profilach
po zakończeniu doświadczenia
Organic matter in profiles of the initial soil and after the end

Dawka siarki Sulphur dose	Poziom Horizon cm	%		C : N
		C organiczny - Organic C	N ogółem - Total N	
Gleba wyjściowa Initial soil	0-10	0,88	0,086	10,3
	10-20	0,13	0,016	8,1
Gleba kontrolna Control soil	0-5	0,88	0,080	10,2
	5-10	0,82	0,080	10,2
	10-15	0,13	0,016	8,1
	15-20	0,13	0,016	8,1
	20-25	0,14	0,017	8,2
	>25	0,14	0,017	8,2
3,6 g S	0-5	0,72	0,086	8,3
	5-10	0,72	0,083	8,1
	10-15	0,12	0,021	5,7
	15-20	0,12	0,020	6,0
	20-25	0,15	0,020	7,5
	>25	0,15	0,020	7,5
7,2 g S	0-5	0,69	0,081	8,5
	5-10	0,69	0,081	8,5
	10-15	0,11	0,016	6,8
	15-20	0,10	0,016	6,2
	20-25	0,10	0,017	7,0
	>25	0,12	0,017	7,0

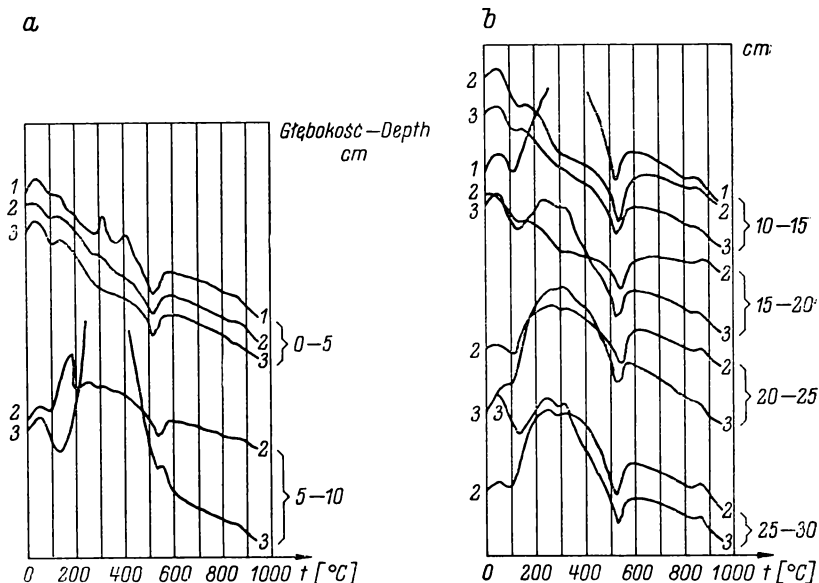
Stosunek C/N w glebie skażonej siarką w porównaniu z glebą kontrolną po zakończeniu doświadczenia jest węższy przy stosunkowo mało zmienionej ilości N ogółem (tab. 8).

FRAKCJA ILASTA (MNIJSZA OD 10 μ)

Gleba użyta do doświadczenia zbudowana jest z minerałów pierwotnych reprezentowanych głównie przez kwarciec i skalenie. Wśród minerałów wtórnych stwierdzono minerały ilaste z grupy hydromik (illit) i nieznaczne domieszki kaolinitu (rys. 5).

W jakościowym składzie mineralnym frakcji ilastej gleby zanieczyszczonej siarką po upływie czterech miesięcy doświadczenia i po jego zakończeniu nie stwierdzono istotnego zróżnicowania (rys. 5), natomiast wystąpiły zmiany w ilości wydzielonej frakcji ilastej (rys. 5). Zawartość frakcji ilastej (% wag.) wydzielonej z gleby zanieczyszczonej siarką jest wyraźnie mniejsza od ilości frakcji ilastej otrzymanej z gleby użytej do doświadczenia (tab. 9). Na krzywych DTA (rys. 5) zmiany ilościowe

minerałów we frakcji ilastej zaznaczają się mniejszą głębokością efektów endotermicznych w zakresie temperatury od 500-600°C prawdopodobnie z powodu mniejszej ilości minerałów ilastych w glebie.



Rys. 5. Krzywa DTA frakcji ilastej $<10\mu$

a — gleba z poziomu próchnicznego, b — gleba z poziomu podpróchnicznego, 1 — gleba użyta do doświadczenia, 2 — po 4 miesiącach doświadczenia, 3 — po zakończeniu doświadczenia

DTA curves of the silt and clay fractions $<10\mu$

a — soil from the humus horizon, b — soil from sub-humus horizon, 1 — soils used for the experiment, 2 — after 4 months of the experiment, 3 — after the experiment end

Tabela 3

Udział frakcji $<10\mu$ - % wag. w badanych próbkach
Percentage of the fraction of $<10\mu$ in weight % in the samples examined

	Poziom Horizon cm	Udział frakcji $<10\mu$ - % wag. Percentage of fraction of $<10\mu$ - in weight %		
		przed skażeniem siarką before pollution with S	po 4 miesiącach after 4 months	po 11 miesiącach after 11 months
Gleba użyta do doświadczenia Soil used in the experiment	0-10	6,05	-	-
	10-30	7,85	-	-
Gleba zanieczyszczona Sulphur - polluted soil	0-5	-	4,12	3,80
	5-10	-	5,95	5,41
	10-15	-	7,95	5,46
	15-20	-	7,55	6,15
	20-25	-	7,40	6,16
	>25	-	7,25	5,91

Obecność dużych ilości glinu, żelaza i krzemionki w przesączach wodnych, zubożenie gleby w glin i żelazo, przy jednoczesnym wzbogaceniu w SiO_2 oraz większa zawartość substancji bezpostaciowych w glebie z dodatkiem siarki wskazują, że rozkład chemiczny jest główną przyczyną zmian ilościowych minerałów ilastych we frakcji ilastej.

LITERATURA

- [1] Börtitz Z.: Physiologische und biochemische Beiträge zur Rauchschadenforschung. 11 Mitteilung. Analysen einiger Nadelinhaltsstoffe an Fichten unterschiedlicher individueller Rauchhärte aus einem Schadgebiet. Arch. f. Forstwesen. 18, 1969, 2, 12-131.
- [2] Czyż A., Godzik S., Greszta J., Olszowski J.: Wpływ przemysłowych zanieczyszczeń powietrza na glebę i lasy w wybranym rejonie województwa katowickiego. Ochrona Przyrody 33, 1968, 309-338.
- [3] Godzik S., Piskornik Z.: Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na rośliny. Cz. I. Wiad. bot. 13, 1969, 4, 239-248.
- [4] Gorham E.: Free acid in British soils. Nature 181, 1958, 4602, 106-107.
- [5] Greszta J., Godzik S.: Wpływ hutnictwa cynku na gleby. Roczn. glebozn. 20, 1969, 1, 195-215.
- [6] Greszta J., Morawski S.: Rekultywacja nieużytków przemysłowych. PWRiL, Warszawa 1972, 42-44.
- [7] Knabe W.: Luftverunreinigungen — forstlicher Standortfaktor oder abwehrbares Übel. Hinweise zur Erkennung und Abwehr von Emissionsschäden im Forstbetrieb. F.-Archiv 1971, 89, 172-179.
- [8] Kowaliński S., Bogda A., Borkowski J., Chodak T., Drozd J., Licznar M., Roszyk E.: Wstępne badania nad wpływem zanieczyszczeń przemysłowych huty miedzi Legnica na zmiany niektórych właściwości gleb. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG — Ochrona środowiska glebowego. Puławy 1972, 296-304.
- [9] Materna J.: Vliv kyslicniku siricitého na mineralni slozeni smrkovéhe jehlici. Prace Vysk. Ust. Lesn. CSR 24, 1962, 5-36.
- [10] Materna J.: Zvyšování odolnosti dřevin proti účinkům kouřový plynů hnojením. Prace Vysk. Ust. Lesn. CSR 26, 1963, 207-235.
- [11] Piskornik Z., Godzik S.: Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na rośliny. Cz. II. Wiad. bot. 14, 1970, 2, 91-102.
- [12] Skawina T.: Charakterystyka zmian glebowych wywołanych przez zanieczyszczenia powietrza w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. Zesz. nauk. AGH, zesz. sp. 12, 1967, 155, 234-248.
- [13] Skawina T.: Procesy zniekształcania gleb w okręgach górniczych i przemysłowych. Roczn. glebozn., dod. do t. 7, 1958, 131-147.
- [14] Skawina T., Szalonek L., Warteresiewicz M., Wąchalewski T.: Zastosowanie testu roślinnego do oceny stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego dwutlenkiem siarki. Post. Nauk rol., 3, 1964, 17-31.
- [15] Skawina T., Szalonek L., Warteresiewicz M., Wąchalewski T.: Wpływ zanieczyszczeń powietrza dwutlenkiem siarki na zawartość siarczanów w roślinach. Biul. ZBN 3, 1964, 9-41.
- [16] Stoch L., Sikora W.: A study of grain size distribution of clay minerals in soils and clays. Roczn. glebozn., dod. do t. 19, 1968, 291-298.
- [17] Wentzel K. F.: Kennzeichen akuter Rauchgas-Einwirkung an Nadeln und Blättern. Allgemeine Forstzeitschrift, 18, 1963, 7, 107-108.

M. ДРОЖДЖ-ГАРА

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕРОЙ НА
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЧВ В ОКРЕСТНОСТЯХ СЕРНОГО РУДНИКАЧАСТЬ 1-Я. НЕКОТОРЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ЗАГРЯЗНЕННОЙ СЕРОЙ —
МОДЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫИнститут почвоведения, агрохимии и микробиологии, Сельскохозяйственная
академия в Кракове

Резюме

В лабораторных условиях почву подвергали загрязнению серой для установления количественных и качественных изменений в химическом составе почвенной массы.

Анализ химического состава вытяжек, получаемых во время опыта, характеризует превращение исследованных элементов и протекание химических процессов в колонках.

Присутствие крупных количеств алюминия, железа и кремнезема в водных фильтрах (вытяжках), обеднение почвы алюминием и железом при одновременном повышении количества SiO_2 , а также высшее содержание аморфных веществ в почве при добавке серы показывают, что основной причиной количественных изменений илистых минералов является химическое разложение.

M. DROZDZ-HARA

STUDIES ON THE EFFECT OF POLLUTION BY SULPHUR ON THE TRANSFORMATIONS OF CULTIVATED SOILS IN THE VICINITY OF A SULPHUR MINE

PART I. SOME CHEMICAL PROPERTIES OF A SULPHUR-POLLUTED SOIL —
MODEL EXPERIMENTSInstitute of Soil Science, Agricultural Chemistry, and Microbiology, Agricultural
University at Cracov

Summary

A soil was polluted in laboratory conditions with elementary sulphur, to determine quantitative and qualitative changes in the chemical composition of the soil mass.

An analysis of the chemical composition of the solution obtained in the experiment characterizes the course of occurrence and transformations of the elements under study and the chemical processes taking place in the columns of soil.

The presence of high amounts of aluminium, iron, and silica in the water filtrates, the depletion of soil in aluminium and iron with a simultaneous increase of the silica content as well as the higher content of the amorphous substances in the soil with added sulphur prove that a chemical decomposition is the main cause of quantitative changes of clay minerals in the clay fraction.

Dr Maria Drożdż-Hara
Instytut Gleboznawstwa,
Chemii Rolnej
i Mikrobiologii AR
Kraków, al. Mickiewicza 21