ROCZNIKI GLEBOZNAWCZE T. XXIX, NR 2, WARSZAWA 1978

MARIA DROŻDŻ-HARA

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

CZĘŚĆ II. ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNYCH I FIZYKOCHEMICZNYCH GLEB UPRAWNYCH ZANIECZYSZCZONYCH SIARKĄ

Instytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej i Mikrobiologii Akademii Rolniczej w Krakowie

W rejonie kopalń otworowych w Tarnobrzeskim Okręgu Siarkowym występuje lokalnie bardzo silne zagrożenie związane ze skażeniem środowiska siarką. Głównym czynnikiem zanieczyszczenia gleb uprawnych jest siarka elementarna, dwutlenek siarki, siarkowodór [1, 4] oraz zasolone wody złożowe [12, 18].

Zanieczyszczenie siarką elementarną i produktami jej przemian prowadzi do specyficznych przekształceń typu chemicznego gleby. Powoduje to silne zakwaszenie (pH poniżej 3,0) [2, 6, 13, 14, 16, 17], a wtórnym związkiem tego procesu jest pojawienie się dużych ilości glinu [6], zubożenie w składniki odżywcze i pogorszenie struktury gleb [16].

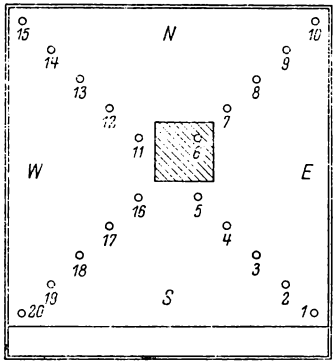
Właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleby skażonej siarką przedstawiono w I części opracowania [3]. Niniejsza druga część zawiera charakterystykę zmian obserwowanych w glebach uprawnych przyległych do kopalni Grzybów.

BADANIA TERENOWE

POCHODZENIE MATERIAŁU GLEBOWEGO

Badania gleboznawcze w otoczeniu kopalni siarki w Grzybowie k. Staszowa rozpoczęto w 1967 r. w ramach współpracy z IHAR-em.

Złoża siarki są tu eksploatowane metodą otworową, polegającą na podziemnym wytapianiu siarki przegrzaną wodą. Płynną siarkę tłoczy się na powierzchnię pod ciśnieniem za pośrednictwem otworów wiertniczych.



Rys. 1. Schemat układu badanych punktów na terenie kopalni Grzybów

Simplified distribution of observed plots near mine Grzybów

Wokół pól eksploatacyjnych założono 20 punktów badawczych rozmieszczonych co 100 m w liniach prostych przecinających się w miejscu najbardziej zanieczyszczonym w pobliżu składowiska siarki (rys. 1). Próbki glebowe z warstwy ornej pobierano kilkakrotnie w okresie 1967–1971, a w latach 1968–1971 także z odsłoniętych profilów. Na podstawie opublikowanych wyników wstępnych badań [2] wybrano 4 punkty (nr 1, 6, 21 i 23), z których w latach 1968–1971 pobierano do szcze-

Tabela 1

Terminy pobrania próbek i charakterystyka obiektów
Dates of sampling and features of the localities

Nr profilu Profile No.	Lokalizacja - Locality	Rok pobrania Year of sampling	Charakterystyka badanych obiektów Features of the investigated localities
1	Grzybów	1970	pole uprawne - arable field
	SE	1971	pole uprawne - arable field
6	Grzybów	1968	na polu górniczym D w toku pełnej eksploatacji, w strefie całkowitych zniszczeń, bez pokrywy roślinnej on mining field, in zone of total destruction, no vegetation
	pole górnicze D mining field	1971	na polu górniczym po zakończeniu eksploatacji on mining field after ending exploitation
21	Grzybów	1968	pole uprawne, teren przeznaczony do eksploatacji w roku następnym arable field, area destined for exploitation in next year
	pole górnicze C mining field	1970	na polu górniczym C w drugim roku eksploatacji on mining field during second year of exploitation
		1971	na polu górniczym C w trzecim roku eksploatacji, bez pokrywy roślinnej, gdzie-niegdzie chwasty /perz, szczaw lancetowaty, rdest/ on mining field during third year of exploitation, no vegetation, only some weeds locally
23	Tuczępy, w odległości 11 km od Grzybowa	1970	pole uprawne - arable field
	Tuczępy, 11 km westwards from Grzybów	1971	pole uprawne - arable field

Tabela 2

Opady dla stacji Staszów w okresie 1967-1971 - Precipitation for the years 1967-1971

Miesiąc Month	1967				1968				1969				1970				1971				Średnia suma opadów w 10-leciu 1958 - 1967 Mean total precipitation in 10 year period 1958-1967
	I	II	III	Rok Year	I	II	III	Rok Year	I	II	III	Rok Year	I	II	III	Rok Year	I	II	III	Rok Year	
I	8,0	15,8	29,0	53	10,5	14,6	11,3	36	0,6	0,2	16,1	17	12,4	33,0	6,1	52	6,8	1,0	7,6	15	31
II	17,0	3,1	11,2	31	13,8	10,1	26,3	50	21,8	1,9	6,1	30	14,0	4,4	12,1	32	8,6	7,9	8,2	25	26
III	10,5	13,7	8,9	33	13,2	18,5	16,4	48	0,9	12,9	6,4	20	17,5	1,5	20,0	39	6,0	8,6	12,1	27	30
IV	7,8	1,0	49,3	58	27,9	-	11,4	39	6,0	11,0	4,8	22	20,8	7,8	17,4	47	3,2	1,0	43,1	47	46
V	1,7	17,7	15,9	35	38,5	3,9	35,3	78	60,6	15,7	14,9	91	5,0	6,0	21,2	32	17,5	21,2	18,7	57	56
VI	18,1	32,8	2,9	54	52,4	9,8	31,3	94	10,3	50,2	10,8	71	20,7	9,6	8,9	39	85,8	20,6	36,8	143	94
VII	6,0	96,5	42,4	145	2,2	64,0	130,3	196	25,8	5,3	2,4	34	3,7	138,5	29,0	171	27,7	3,5	4,9	36	99
VIII	19,8	23,7	2,8	46	25,8	16,3	22,8	65	0,1	39,6	22,4	62	64,5	28,5	10,4	103	3,1	6,8	9,7	20	58
IX	1,2	9,1	2,5	13	54,8	15,6	30,8	101	-	1,4	2,9	4	35,5	38,9	2,7	77	62,6	2,0	5,8	70	44
X	21,6	3,1	4,1	29	14,7	20,3	7,9	43	5,1	-	16,0	21	17,9	1,6	23,4	43	5,0	18,4	3,5	27	27
XI	13,6	10,0	11,8	35	10,8	29,0	8,3	48	1,0	20,2	15,8	37	32,6	25,1	9,2	67	3,7	16,8	3,9	24	45
XII	19,4	12,4	35,4	67	-	8,8	11,4	20	22,8	1,6	3,1	28	20,4	5,6	25,6	52	14,6	11,2	17,8	44	41
Suma Total	-	-	-	599	-	-	-	818	-	-	-	437	-	-	-	753	-	-	-	535	597

głowego opracowania próbki glebowe z poziomów genetycznych profilów. Przy ustalaniu punktów badawczych uwzględniono odległość od źródła emisji, kierunek przeważających wiatrów oraz czas oddziaływania zanieczyszczenia siarką na glebę (tab. 1).

WARUNKI KLIMATYCZNE

Zanieczyszczanie pól siarką uwarunkowane jest wieloma czynnikami. Do najważniejszych należą kierunki i siła wiatru oraz ilość opadów atmosferycznych. W celu scharakteryzowania warunków meteorologicznych posłużono się materiałem pochodzącym z notowań stacji meteorologicznej PIHM w Staszowie, położonej najbliżej badanego obiektu (tab. 2).

W okresie 1967–1971 największe opady wystąpiły w 1968 r. (818 mm) i w 1970 r. (713 mm). Są one znacznie wyższe od średniej w 10-leciu 1958–1967, wynoszącej 597 mm. Wyjątkowo suchy był rok 1969 (437 mm), w pozostałych latach (1967 i 1971) suma rocznych opadów była zbliżona do średniej rocznej sumy opadów w 10-leciu (tab. 2).

Tabela 3

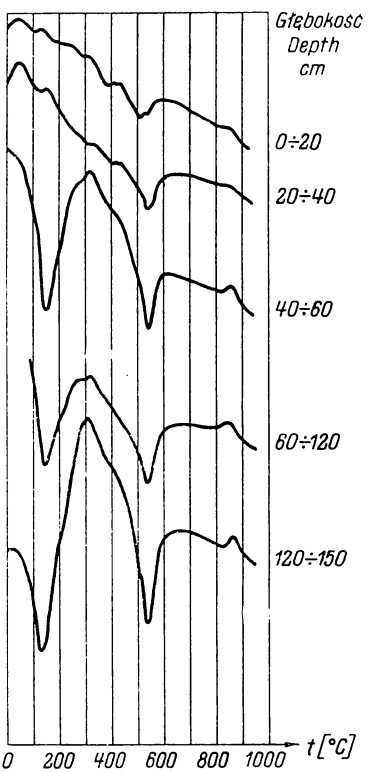
Skład mechaniczny badanych gleb
Mechanical analysis of investigated soils

Profil Profile	Poziom Horizon cm	Procentowa zawartość frakcji o ø w mm Percentages of fractions - diameter in mm					
		1,0-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	∠0,002
Grzybów 6	0-20	61	5	14	7	7	6
	20-40	59	7	16	7	5	6
	40-60	64	10	10	5	5	6
	60-90	51	8	10	7	5	19
	90-120	54	9	9	7	5	16
	120-150	59	10	10	7	5	9
Grzybów 21	0-20	67	8	11	7	3	4
	20-40	61	8	13	9	3	6
	40-60	64	8	10	6	5	7
	60-90	44	15	6	11	5	19
	90-120	43	16	7	10	6	18
	120-150	54	8	7	6	7	18
Grzybów 1	0-20	65	11	8	3	6	7
	20-40	60	10	14	4	5	7
	40-67	52	14	12	6	6	10
	67-90	49	14	12	5	4	16
	90-120	49	14	12	5	4	16
	120-150	60	10	16	3	5	6
Huczępy 23	0-20	63	10	13	5	4	5
	20-40	63	8	10	7	5	7
	40-55	52	13	10	7	11	7
	55-90	46	12	5	8	10	19
	90-120	46	13	7	7	8	19
	120-150	63	10	6	3	3	15

W okresie 1967–1971 w Staszowie notowano przeważnie wiatry o kierunku NW, E, W i SE, a nikły udział kierunków N, S i SW. Stosunkowo nieduża była liczba dni bezwietrznych (cisza 26,2%). Średnia prędkość wiatru wynosiła 2,7 m/s [11].

OGÓLNY OPIS GLEB

Omawiane gleby wytworzone są z utworów plejstoceńskich, należą do gatunku piasków gliniastych lekkich i mocnych, na głębokości 40–75 cm podścielonych gliną lekką lub średnią, niekiedy poniżej 120 cm jeszcze podścieloną piaskiem (tab. 3). Interpretacja spiaszczenia wierzchnich poziomów jest trudna, ponieważ może ono zachodzi zarówno w wyniku procesów geologicznych jak i glebotwórczych. Trudno jest stwierdzić, czy są one produktem powierzchniowego rozmycia gliny zwałowej, czy też jest to warstwa piasku fluwioglacyjnego nałożona na glinę zwałową lub wodnolodowcową.



Rys. 2. Krzywa DTA frakcji koloidalnej (< 10 μ) profilu 21. Gleba przed zanieczyszczeniem siarką

DTA curve of colloidal fraction (less than 10 microns) in profile Grzybów 21. Soil before pollution by sulphur

Opierając się na opracowaniu geologiczno-gleboznawczym powiatu staszowskiego [9], można przypuszczać, że omawiane gleby wytworzyły się na dwuczłonowej skale macierzystej, a wyższą zawartość frakcji koloidalnej w dolnej części profilu należy wiązać przede wszystkim z geologiczną jej niejednorodnością. O dwuczłonowości skały macierzystej świadczą również różnice w składzie mineralnym frakcji ilastej stwierdzone za pomocą DTA. Minerały wtórne poziomów wierzchnich reprezentowane są przez kaolinit i illit, natomiast głębsze poziomy przez montmorylonit; domieszka kaolinitu i illitu nie jest wykluczona (rys. 2).

Gliniasta warstwa podścielająca jest nieprzepuszczalna i prowadzi do okresowej podmokłości i odgórnego oglejenia. Według Systematyki Gleb Polski [19] gleby te zaliczono do klasy gleb zabagnionych, typu gleb opadowoglejowych, wytworzonych z utworów niecałkowitych, tj. piasków gliniastych naglinowych.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

CAŁKOWITA ZAWARTOŚĆ SIARKI, SIARKA SIARCZANOWA I WOLNY H_2SO_4

Całkowita zawartość siarki w badanych profilach wahała się od 9 do 1544 mg/100 g gleby (tab. 4). Najwięcej siarki stwierdzono w pobliżu źródeł emisji na polach górniczych w poziomie wierzchnim profilów 6 i 21 (1970–1971). Ze wzrostem odległości od kopalni zmniejszała się ogólna ilość siarki. Uzyskane wyniki wskazują na dużą zmienność w czasie w ilości siarki nagromadzonej w glebie (średnio 0,2–0,7%, a w 1971 r. nawet 1,5% w poziomie wierzchnim profilu 6).

Na ogromną rozpiętość w ilości siarki nagromadzanej w glebie w obrębie pól eksploatacyjnych wskazywały wyniki badań Skawiny [18] i Siuty [14]. Według tych autorów całkowita zawartość siarki w warstwie powierzchniowej wynosi od kilku do kilkudziesięciu procent. Przestrzenne zróżnicowanie zasiarczenia gleby uzależnione jest od wielu czynników, między innymi od aktualnego stanu prac technicznych związanych z eksploatacją siarki i warunków klimatycznych.

Siarka siarczanowa występowała w warstwach powierzchniowych w ilościach od 3 do 1213 mg/100 g gleby (tab. 4). Reimann i współpracownicy [10] na podstawie danych opartych na obszernym przeglądzie literatury podają, że zawartość tej formy siarki w glebach naturalnych wynosi od 1,5 do 4,0 mg/100 g gleby. Na tej podstawie należy uważać, że na badanym terenie, zwłaszcza w profilach podlegających zanieczyszczeniu, ilość siarki siarczanowej była kilka do kilkadziesiąt razy wyższa od normalnie spotykanych. Największą ilość siarki siarczanowej zawierały poziomy wierzchnie zanieczyszczonych profilów 6 i 21 (w latach 1970–1971). Najwięcej $S\text{-}SO_4$ stwierdzono w latach 1968 i 1971 w profilu 6 w poziomie wierzchnim (tab. 4). W porównaniu ze średnią zawartością siarczanów w poziomach na głębokości 90–150 cm

Tabela 4

Zawartość $S\text{-}SO_4$, siarki ogółem i wolnego H_2SO_4 w wybranych profilach w latach 1967-1971
Content of $S\text{-}SO_4$, total sulphur and free H_2SO_4 in selected profiles in the years 1967-1971

Profil Profile	Poziom Horizon cm	1968							1969			1970				1971			
		V	VI	VIII	X	V	X	wolny free H_2SO_4	V	X	wolny free H_2SO_4	V	VII	X	wolny free H_2SO_4	V	X	siarka ogółem total S	wolny free H_2SO_4
		$S\text{-}SO_4$				siarka ogółem total S			$S\text{-}SO_4$			$S\text{-}SO_4$				$S\text{-}SO_4$			
		mg/100 g gleby - soil																	
		3[x]			8[x]	20[x]	53[x]												
Grzybów 1	0-20	16	17	20	10	33	39	0,00	30	33	0,00	21	32	29	0,00	57	42	74	0,00
	20-40	11	20	10	16	74	30	0,00	11	11	0,00	14	10	35	0,00	38	27	52	0,00
	40-60	6	13	ślad	14	17	21	0,00	13	8	0,00	16	10	33	0,00	40	39	32	0,00
	67-90	18	26	ślad	12	17	20	0,00	10	10	0,00	10	11	40	0,00	44	31	52	0,00
	90-120	8	34	ślad	6	21	25	0,00	13	9	0,00	19	9	31	0,00	38	21	55	0,00
	120-150	8	10	ślad	8	9	10	0,00	99	8	0,00	19	9	27	0,00	30	27	44	0,00
Grzybów 6		25[x]			318[x]	76[x]	517[x]												
	0-20	401	1140	680	522	609	280	44,10	321	479	35,40	285	361	321	65,30	491	1213	1544	98,85
	20-40	154	534	145	20	100	144	5,72	175	33	10,20	159	140	98	19,98	139	331	145	23,62
	40-60	14	20	30	12	235	22	4,90	64	23	5,30	140	74	85	7,30	151	202	137	16,25
	60-90	11	34	20	15	100	14	6,94	13	37	6,80	63	35	22	6,90	123	246	89	7,35
	90-120	18	41	20	n.o.	118	45	n.o.	15	30	3,40	41	35	38	5,30	95	121	63	6,54
	120-150	10	41	30	n.o.	110	33	n.o.	20	31	1,70	39	27	40	4,00	87	127	85	7,35
Grzybów 21	0-20	n.o.	n.o.	n.o.	19	29	30	0,00	13	25	0,00	29	148	133	3,70	195	161	557	12,46
	20-40	n.o.	n.o.	n.o.	18	40	39	0,00	17	22	0,00	10	22	22	2,00	33	18	38	22,87
	40-55	n.o.	n.o.	n.o.	25	33	33	0,00	15	19	0,00	36	43	20	2,40	43	26	27	8,98
	55-90	n.o.	n.o.	n.o.	21	41	42	0,00	12	22	0,00	46	54	48	4,00	29	28	27	5,72
	90-120	n.o.	n.o.	n.o.	21	33	19	0,00	16	19	0,00	27	24	23	2,60	23	21	36	6,54
	120-150	n.o.	n.o.	n.o.	19	21	20	0,00	9	9	0,00	30	20	17	0,00	17	27	52	0,00
Tuczępy 23	0-20	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	4,6	4,0	7,2	0,00	10	18	31	0,00
	20-40	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	6,2	6,1	6,8	0,00	9	7	42	0,00
	40-55	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	8,4	9,0	9,6	0,00	9	8	33	0,00
	55-90	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	9,0	6,2	7,2	0,00	10	10	43	0,00
	90-120	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	6,2	5,2	7,0	0,00	11	10	33	0,00
	120-150	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	5,6	7,2	5,0	0,00	7	8	28	0,00

[x] 1967 0-20 cm, n.o. - nie oznaczono - not determined, ślad - trace

ilość ta w 1968 r. jest ponad 28-krotnie większa (tab. 5). W następnych latach wzrosła średnia zawartość $S\text{-}SO_4$ w poziomach na głębokości 90–150 cm, a maksymalną wartość 91 mg/100 g gleby osiągnęła w maju 1971 r. (tab. 4). W tym samym okresie na głębokości 90 cm stwierdzono ponad 100 mg $S\text{-}SO_4$/100 g gleby, a w październiku we wszystkich poziomach genetycznych ilość jej wzrosła, osiągając maksimum 1213 mg w jednym z poziomów wierzchnich.

Wzrost ilości siarczanów w poziomach wierzchnich profilu 21 stwierdzono w lipcu 1970 r., ale największa ich zawartość wystąpiła w warstwie ornej w 1971 r. przy średniej zawartości w poziomach na głębokości 90–150 cm 20 mg/100 g gleby.

Profil 1 położony stosunkowo w niewielkiej odległości od źródła emisji siarki w kierunku przeważających wiatrów SE wykazywał w ostatnim roku większą zawartość $S\text{-}SO_4$ w porównaniu z poprzednimi latami. W najbardziej oddalonym od kopalni profilu 23 zawartość $S\text{-}SO_4$ początkowo wahała się między 4,0 a 90 mg/100 g gleby, przy czym

Tabela 5

Dynamika względnych zawartości siarczanów w badanych glebach w latach 1968–1971
/średnia zawartość siarczanów w poziomach 90–150 cm =1/
Dynamics of relative content of sulphates in the investigated soils in the years 1968–1971
/average content of sulphates in the horizons 90–150 cm =1/

Profil Profile	Poziom Horizon cm	1968			1969		1970			1971	
		V	VI	X	V	X	V	VII	X	V	X
1 Grzybów	0–20	2,0	0,77	1,43	2,72	3,88	1,10	3,55	1,00	1,67	1,75
	20–40	1,37	0,91	2,28	1,00	1,29	1,73	1,11	1,20	1,11	1,12
	40–60	0,75	0,59	2,00	1,18	0,94	0,84	1,11	1,13	1,17	1,62
	60–90	3,00	1,18	1,72	0,91	1,74	0,52	1,22	1,38	1,30	1,29
	90–120 120–150	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6 Grzybów	0–20	28,57	27,80	34,8	18,34	15,66	7,12	11,64	8,23	5,39	9,78
	20–40	9,57	13,02	1,33	10,00	1,08	3,97	4,51	2,51	1,52	2,66
	40–60	1,00	0,49	0,80	3,65	0,75	3,50	2,39	1,66	1,65	1,62
	60–90	0,78	0,83	-	0,74	1,21	1,57	1,12	0,56	1,35	1,98
	90–120 120–150	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21 Grzybów	0–20	-	-	0,95	1,04	1,78	1,00	6,72	6,65	9,75	8,62
	20–40	-	-	0,90	1,36	1,57	0,35	1,10	1,10	1,65	0,75
	40–60	-	-	1,25	1,20	1,35	1,26	2,15	1,00	2,15	1,09
	60–90	-	-	1,00	0,90	1,57	1,61	2,70	2,40	1,45	1,16
	90–120 120–150	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
23 Tuczępy	0–20	-	-	-	-	-	0,71	0,64	1,20	1,10	2,0
	20–40	-	-	-	-	-	0,47	0,98	1,13	1,00	0,91
	40–60	-	-	-	-	-	1,31	1,45	1,60	1,00	0,97
	60–90	-	-	-	-	-	1,40	1,00	1,20	1,10	1,27
	90–120 120–150	-	-	-	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

na ogół większe ilości wystąpiły w poziomach podścielającej gliny. Nieznaczny wzrost zawartości siarczanów stwierdzono w poziomach wierzchnich tego profilu w roku 1971.

Interpretacja wyników oznaczeń zmian w ogólnej zawartości siarki i $S\text{-}SO_4$ w glebie jest trudna, gdyż na bilans ich zawartości składa się:

— zmienność elementów stałych, płynnych i gazowych wpływających na zanieczyszczanie gleby,

— utlenianie biologiczne siarki do H_2SO_4 i redukcja $S\text{-}SO_4$ do H_2S,

— wymywanie $S\text{-}SO_4$ przez wodę,

— możliwy dopływ siarczanów z opadami atmosferycznymi, wodami eksploatacyjnymi i z sąsiedztwa z wodą gruntową,

— możliwy ubytek $S\text{-}SO_4$ pobieranej przez rośliny,

— zdolność gleby do retencji $S\text{-}SO_4$.

Badania lizymetryczne wykazują, że rocznie z hektara warstwy ornej może ulec wymyciu 40–70 kg siarki [8]. Duża ruchliwość siarczanów powoduje, że zawartość tej formy siarki w glebie ulega szybkim i zasadniczym zmianom.

Analizując ilości opadów i dynamikę zawartości siarczanów w poszczególnych miesiącach na przestrzeni lat 1967–1971 w profilu glebowym można stwierdzić, że nie widać wyraźnego związku między ilością opadów a rozmieszczeniem $S\text{-}SO_4$ w najbardziej skażonym profilu 6 (tab. 2, 5). Natomiast w profilu 21, który był w początkowym etapie skażenia, obserwowało się w latach 1970–1971 nagromadzenie $S\text{-}SO_4$ w górnej części profilu w miesiącach o małej ilości opadów. W profilach 1 i 23 zależność między opadami a rozmieszczeniem siarczanów była wyraźniejsza niż w profilu 6. Wzrost zawartości siarczanów w ostatnim roku we wszystkich profilach można tłumaczyć mniejszą ilością opadów, a także zwiększoną pojemnością sorpcyjną w stosunku do siarczanów, zwłaszcza gleb skażonych siarką.

Powstający z utlenienia siarki rodzimej wolny kwas siarkowy występował w ilościach zmiennych: od 2,0 do 99,0 mg/100 g gleby w profilach 6 i 21; najwięcej było go w poziomach wierzchnich, a stopniowo mniej w głębszych, zwłaszcza w 1971 roku w profilu 6.

ODCZYN, KWASOWOŚĆ I WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE

Odczyn badanych gleb był ściśle uzależniony od stopnia zanieczyszczenia siarką i czasu oddziaływania produktów jej przemian na glebę. Stwierdzone zmiany pH w H_2O i 1 N KCl na przestrzeni pięciu lat wskazywały na stopniowe zakwaszanie profilu glebowego w miarę upływu czasu (tab. 6).

Odczyn w profilach 1 i 21 (w 1968 r.) i 23 był słabo kwaśny lub kwaśny, a pH w 1 N KCl wynosiło od 5,5 do 4,0. Kwaśniejsze były poziomy głębsze profilów 21 i 23. Najniższy odczyn miały poziomy wierzchnie gleb skażonych siarką. W najbardziej zanieczyszczonym pro-

Tabela 6

Niektóre chemiczne i fizykochemiczne właściwości gleb - Some chemical and physico-chemical features of soils

Rok Year	Profil Profile	Poziom Horizon cm	pH		K_H	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	S	T	T_1	V%	K_w	Al^{3+}	$\frac{Al^{3+}}{K_w} 100$
			H_2O	KCl	m.e./100 g gleby - soil											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1968	Grzybów 6	0-18	3,0	2,7	8,19	1,06	0,49	0,08	0,10	1,73	9,92	5,65	30,62	7,09	6,51	91,8
		18-23	5,8	5,2	1,81	2,95	0,65	0,08	0,11	3,69	5,50	5,55	67,2	0,43	0,17	37,2
		23-50	6,6	5,5	0,50	3,91	0,31	0,10	0,11	4,43	4,93	4,93	89,8	0,51	0,25	45,9
		50-60	6,6	5,5	0,51	5,46	0,81	0,18	0,14	6,59	7,10	7,11	92,8	0,26	0,13	50,0
		60-90	6,6	5,4	0,62	6,54	1,21	0,17	0,13	8,05	8,67	8,70	92,8	0,21	0,09	42,8
1971	Grzybów 6	0-25	2,2	2,1	22,00	0,83	0,32	0,06	0,13	1,34	23,34	4,99	26,8	30,75	26,29	85,49
		25-40	3,6	3,6	5,00	0,64	0,21	0,07	0,12	1,04	6,04	3,75	27,73	5,88	5,79	98,46
		40-60	3,3	3,2	6,44	0,43	0,19	0,05	0,09	0,76	7,20	4,38	17,35	7,68	7,61	99,08
		60-90	4,0	3,7	4,50	0,39	0,16	0,07	0,09	0,71	5,21	5,24	14,54	5,68	5,53	97,36
		90-120	4,0	3,8	3,94	0,65	0,39	0,07	0,10	1,21	5,15	5,11	23,68	4,67	4,58	98,07
		120-150	4,1	3,7	3,69	0,85	0,44	0,06	0,09	1,44	5,13	5,12	28,12	4,39	4,15	94,53
1968	Grzybów 21	0-20	6,6	5,5	1,81	2,92	0,49	0,13	0,19	3,73	5,54	5,59	67,32	0,10	0,00	0,00
		20-40	6,3	5,2	0,81	0,73	0,41	0,06	0,11	1,31	2,12	2,11	61,79	0,15	0,00	0,00
		40-60	5,3	4,0	2,87	4,38	0,49	0,06	0,16	5,09	7,96	7,90	63,94	0,35	0,21	60,0
		60-120	5,0	4,0	3,21	8,57	1,29	0,15	0,25	10,26	13,47	13,47	76,18	0,51	0,45	88,3
		120-150	5,1	4,1	1,50	6,97	1,13	0,15	0,17	8,42	9,97	9,97	84,87	0,25	0,16	64,0
1970	Grzybów 21	0-20	5,2	4,2	2,62	1,75	0,33	0,08	0,14	2,30	4,92	4,95	46,74	1,29	1,19	92,24
		20-40	5,0	4,3	1,06	0,43	0,32	0,07	0,10	0,92	1,98	1,94	46,46	0,49	0,41	83,67
		40-60	5,5	4,7	1,06	2,99	0,42	0,05	0,09	3,55	4,61	4,65	77,00	0,84	0,69	82,14
		60-90	5,2	4,0	2,13	3,41	0,85	0,11	0,12	4,49	6,62	6,70	67,82	1,34	1,17	87,14
		90-120	5,0	4,4	1,69	6,83	1,28	0,12	0,17	8,40	10,09	9,99	83,25	1,10	0,94	85,45
		120-150	6,1	5,3	0,19	7,23	1,16	0,15	0,10	8,67	8,86	8,90	97,85	0,10	0,04	40,00
1971	Grzybów 21	0-15	2,9	2,8	5,81	0,44	0,25	0,07	0,10	0,86	6,67	3,94	21,83	3,97	3,54	89,17
		15-30	5,5	4,9	2,62	1,11	0,30	0,08	0,09	1,58	4,20	4,22	37,61	0,84	0,69	82,14
		30-50	5,4	4,5	1,75	1,99	0,30	0,08	0,06	2,43	4,18	4,11	58,13	0,65	0,58	89,23
		50-90	5,2	4,2	1,50	1,25	0,33	0,09	0,10	2,27	3,77	3,85	60,21	0,78	0,74	94,87
		90-130	5,1	4,0	3,12	3,70	0,41	0,15	0,11	4,37	7,49	7,51	58,34	1,64	1,47	89,63
		130-150	5,1	4,0	3,87	4,11	0,40	0,17	0,12	4,81	8,68	8,71	55,41	2,94	2,76	93,87

od. tabeli 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1970	Grzybów	0-20	5,5	4,6	2,94	1,70	0,42	0,09	0,26	2,47	5,41	5,55	45,69	0,25	0,11	44,00
	1	20-40	6,4	5,4	0,88	0,89	0,37	0,05	0,10	1,41	2,29	2,30	61,57	0,09	0,04	44,44
		40-67	6,5	5,4	0,43	4,25	0,63	0,12	0,11	5,11	5,54	5,54	92,23	0,09	0,04	44,44
		67-98	5,7	4,2	1,38	7,68	0,96	0,17	0,10	8,91	10,29	9,95	86,52	0,35	0,15	42,85
		98-130	6,9	5,1	0,88	9,28	1,60	0,20	0,23	11,31	12,19	12,10	92,78	0,10	0,00	0,00
		130-150	6,8	5,0	0,75	7,91	0,98	0,19	0,20	9,28	10,03	10,00	92,52	0,10	0,00	0,00
1971	Grzybów	0-30	5,2	4,2	4,25	0,85	0,20	0,14	0,10	1,29	5,54	5,54	23,28	0,51	0,43	84,31
	1	30-50	6,1	5,1	1,44	0,65	0,31	0,12	0,10	1,18	2,62	2,65	45,03	0,10	0,04	40,00
		50-80	6,2	5,2	1,48	5,76	0,40	0,12	0,08	6,36	7,84	7,90	81,12	0,10	0,04	40,00
		80-110	6,4	5,3	1,44	8,41	1,02	0,16	0,12	9,71	11,15	11,17	87,09	0,08	0,03	37,50
		110-130	6,8	5,6	1,36	9,69	1,41	0,17	0,11	11,38	12,73	12,73	89,39	0,08	0,00	0,00
		130-150	6,9	5,9	0,75	8,90	1,04	0,17	0,23	10,34	11,09	11,10	93,23	0,08	0,00	0,00
1970	Tuczępy	0-20	6,4	5,3	2,12	1,63	0,64	0,07	0,11	2,45	4,57	5,64	53,61	0,09	0,04	44,44
	23	20-40	5,9	5,0	1,12	1,85	0,29	0,07	0,10	2,31	3,43	3,45	67,24	0,10	0,04	40,00
		40-55	6,8	5,7	1,25	5,54	0,41	0,12	0,14	6,21	7,46	7,46	83,24	0,08	0,03	37,50
		55-90	5,4	4,5	1,82	9,42	1,33	0,16	0,19	11,10	12,92	12,89	85,91	0,69	0,52	75,50
		90-120	5,9	4,6	1,29	8,41	0,61	0,15	0,22	9,39	10,68	10,65	87,92	0,25	0,11	44,00
		120-150	6,3	4,9	0,69	7,13	0,89	0,09	0,18	8,29	8,91	8,90	93,04	0,10	0,04	40,00
1971	Tuczępy	0-30	6,5	5,4	2,56	1,85	0,61	0,12	0,10	2,68	4,53	3,60	59,16	0,08	0,02	25,00
	23	30-50	6,3	5,2	1,07	1,65	0,39	0,11	0,10	2,27	3,34	3,35	67,66	0,10	0,04	40,00
		50-80	5,4	4,5	1,87	4,37	0,62	0,15	0,10	5,84	7,69	7,70	75,81	0,59	0,41	69,49
		80-95	5,3	4,6	1,99	9,27	1,23	0,14	0,11	10,75	12,74	12,75	84,39	0,74	0,53	71,62
		95-120	6,4	4,7	1,19	8,01	1,11	0,16	0,14	9,42	10,64	10,59	88,07	0,21	0,09	42,80
		120-150	6,3	4,9	0,77	6,73	0,82	0,15	0,10	7,80	8,57	8,63	91,02	0,10	0,04	40,00

filu 6 pH w 1 N KCl w poziomie wierzchnim wahało się od 2,7 w 1968 r. do 2,1 w 1971 r. (tab. 6). W latach 1970–1971 obniżenie pH (minimum 2,8) występowało w poziomach wierzchnich profilu 21. Związana z odczynem gleby kwasowość wymienna w omawianych profilach występowała we wszystkich poziomach genetycznych i wahała się od 0,08 do 30,7 m.e./100 g gleby. Najniższe jej wartości (0,08–0,74 m.e./100 g gleby) były charakterystyczne dla profilów 21 (1968 r.) i 23 z wyraźnym maksimum w poziomie podścielającej gliny na głębokości 60–120 cm. Glin ruchomy stwierdzono w obu profilach w większych ilościach w poziomach głębszych i udział jego w kwasowości wymiennej wynosił od 25 do 88%.

Odwrotną zależność obserwowano w profilu 1, którego wierzchnie poziomy były kwaśniejsze niż głębsze i zawierały glin ruchomy. Zakwaszenie wierzchnich poziomów profilu 1 mogło być spowodowane przez zanieczyszczenie siarką (bliskie sąsiedztwo źródła emisji). Najwyższa kwasowość wymienna występowała w poziomach wierzchnich gleb skażonych siarką i wzrastała w miarę upływu czasu, szczególnie w profilu 6. W 1968 r. kwasowość wymienna w poziomie wierzchnim tego profilu wynosiła 7,7 m.e./100 g gleby i w głąb profilu malała do 0,44–0,21 m.e./100 g gleby, a w 1971 r. dochodziła do 30,75 m.e./100 g gleby, w poziomach głębszych zaś wynosiła 4,39–7,68 m.e./100 g gleby.

Udział glinu ruchomego w kwasowości wymiennej był największy w profilu 6 w 1971 r. i wahał się od 85 do 99%, a następnie w latach 1970–1971 w profilu 21 od 40 do 95%.

O kwasowości wymiennej decydują kationy wodorowe i glinowe; kwasowość wymienna ujawniła się w profilach 1, 21 (w 1968 r.) i 23 przy pH (H_2O) 6,5 i wyższym, ale w zakresie pH (H_2O 5,5 do 6,5 glin stanowił do 50% kwasowości wymiennej, a przy pH (H_2O) niższym niż 5,5 ponad 50% tej formy kwasowości. Spostrzeżenia te są zgodne z wynikami badań wielu autorów [5, 7]. Ilości glinu znalezione w profilu 6 i 21 świadczą o jego silnym uruchomieniu wskutek wzrostu zakwaszenia i obniżenia się pH w wyniku oddziaływania kwasu siarkowego (tab. 4, 6) tworzącego się z utleniania siarki rodzimej. Według Moskala [7] pod wpływem powstających w glebie kwasów organicznych i nieorganicznych $Al(OH)_3$ przechodzi w stan wysokiej dyspersji, aż do stanu molekularnego rozproszenia występującego przy bardzo dużym zakwaszeniu.

W doświadczeniach modelowych w warunkach laboratoryjnych przebieg procesów glebowych był znacznie szybszy niż w polu, stąd okres czterech miesięcy był zbyt długi, by stwierdzić pośrednie etapy zakwaszenia gleby pod wpływem skażenia siarką [3].

Suma zasad wymiennych w kompleksie sorpcyjnym gleb zanieczyszczonych siarką wyraźnie malała w czasie w profilu glebowym (tab. 6). Podobne zjawisko obserwowano w badaniach modelowych [3].

Najmniejsze jej wartości, nie przekraczające 1,44 m.e./100 g gleby, stwierdzono w 1971 r. w profilu 6 na polu górniczym D, natomiast w 1968 r. w poziomie podścielającej gliny wynosiła 8,05 m.e./100 g gleby. W profilu 21 (sąsiednie pole górnicze) w latach 1970–1971 wartość S wyraźnie zmniejszyła się w porównaniu ze stanem wyjściowym z 1968 r.

W profilach 1 i 23 suma zasad wymiennych wzrastała z głębokością, do 11 m.e./100 g gleby na głębokości 60–120 cm. W poziomach wierzchnich profilu 1 obserwowano nieznaczne zmniejszenie wartości S i wzrost jej w poziomach głębszych.

Właściwości sorpcyjne, a szczególnie skład kationów wymiennych, ilustruje przede wszystkim dwuczłonowość profilu; można wyróżnić część mniej zasobną w kationy wymienne (powierzchniową warstwę piaszczystą) oraz głębsze, zwięźlejsze poziomy, zasobniejsze zwłaszcza w Ca^{2+}. W kompleksie sorpcyjnym wśród kationów zasadowych dominują kationy dwuwartościowe Ca^{2+} i Mg^{2+} i wykazują podobną zmienność jak suma zasad wymiennych (tab. 6).

Pojemność sorpcyjna gleb T_1 oznaczona metodą Mehlicha w modyfikacjach Hoffmana wahała się od 2,0 do 13,5 m.e./100 g gleby. Pojemność sorpcyjna we wszystkich profilach (1 i 21 w 1968 r. oraz 23) w poziomach podścielającej gliny była znacznie wyższa od pojemności sorpcyjnej warstw wierzchnich, co jest wynikiem nie tylko spiaszczenia górnych poziomów, ale również zróżnicowania składu mineralnego profilu.

Wpływ obecności minerałów grupy montmorylonitowej w głębszych warstwach w porównaniu z warstwami wierzchnimi na wzrost pojemności sorpcyjnej gleb wydaje się oczywisty. Należy jednak zaznaczyć, że o właściwościach sorpcyjnych gleb decyduje nie tylko jakość minerałów ilastych, ale ich ilość i sposób powiązania z próchnicą. W profilach skażonym siarką 6 i 21 w latach 1970–1971 obserwuje się zmniejszenie pojemności sorpcyjnej w porównaniu ze stanem wyjściowym. Fakt ten spowodowany jest lokalną zmiennością składu mechanicznego, a także wzrostem kwasowości, szczególnie w profilu 6.

Duży wzrost kwasowości w profilu 6 w 1971 r. do głębokości 60 cm i w poziomie powierzchniowym profilu 21 powoduje, że wartość T obliczona z sumowania $S+H$ jest większa od T_1 faktycznej, oznaczonej z ilości Ba^{2+} wypartego metodą Mehlicha w modyfikacji Hoffmana. Stan podobny stwierdzono w sztucznym profilu gleby z dodatkiem siarki w doświadczeniu modelowym. Jest to prawdopodobnie spowodowane dużą ilością glinu, który przyczynia się do zakwaszenia gleby wskutek jego zdolności do hydrolizy [3]. W glebach silnie kwaśnych glin zaabsorbowany jest w równowadze z jonami Al^{3+} w roztworze glebowym i przechodząc do roztworu przy oznaczaniu kwasowości metodą Mehlicha będzie go zakwaszał.

Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego przez zasady w profilach skażonych siarką malał w czasie. Najniższe wartości $V^0/_0$ (do $29^0/_0$) stwierdzono we wszystkich poziomach genetycznych profilu 6, a w profilu 21 w poziomie wierzchnim w roku 1971 (tab. 6).

W porównaniu z poprzednimi latami w roku 1971 w profilu 21 stwierdzono we wszystkich poziomach genetycznych mniejszą wartość $V^0/_0$. W profilach 1, 21 (w 1968 r.) i 23 stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego przez zasady wahał się w granicach od 23,3 do $92,8^0/_0$, przy czym najmniejszą wartość stwierdzono w poziomie wierzchnim profilu 1.

PODSUMOWANIE

Otrzymane wyniki analityczne pozwalają stwierdzić, że w wyniku długotrwałego oddziaływania na glebę siarki i produktów jej przemian zachodzą w glebie ilościowe i jakościowe zmiany, które można uchwycić w ścisłym doświadczeniu modelowym, eliminując wpływ innych czynników glebotwórczych [3].

Bezpośrednią przyczyną ujawniających się zmian właściwości fizykochemicznych i chemicznych gleb są zjawiska pierwotne, tj. zanieczyszczenie siarką elementarną i procesy przemian, w wyniku których powstają kwasy mineralne, a te w większym stężeniu powodują silne zakwaszenie gleb. Ten ostatni proces wywołuje cały łańcuch zjawisk wtórnych, stanowiących drugą przyczynę zmian właściwości fizykochemicznych i chemicznych gleby. Istotą zjawisk wtórnych jest rozkład minerałów glinokrzemianowych i pojawienie się w glebie dużych ilości glinu i żelaza [3]. Uwolnione wskutek tego procesu glin i żelazo w kwaśnym środowisku podlegają hydrolizie [5, 7] i zakwaszają wtórnie środowisko.

Wzrost kwasowości połączony z przemywaniem powoduje usunięcie kationów zasadowych z kompleksu sorpcyjnego gleby; jednocześnie stwierdza się obniżenie wskaźnika $V^0/_0$. Pojawienie się glinu ruchomego w znacznym stężeniu do pewnego stopnia zwiększa sztucznie pojemność sorpcyjną gleby. Glin bowiem jest wolny, a pozoruje wymienny.

Fakt ten potwierdzają wyniki badań nad oddziaływaniem kwasu solnego na glebę, który uruchamiając duże ilości glinu wpływał na wzrost pojemności sorpcyjnej obliczonej z sumowania kationów wymiennych S i kwasowości wymiennej ($Al^{3+}_w + H^+_w$) składających się na wartość T [15].

LITERATURA

[1] Dokumentacja geologiczna złoża siarki rodzimej Grzybów Gacki. Kat. B., część hydrologiczna (maszynopis).

[2] Drożdż-Hara M., Komornicki T.: Niektóre właściwości chemiczne gleb zanieczyszczonych przez siarkę w rejonie kopalni. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG, Ochrona Środowiska Glebowego, Puławy 1972, 270–277.

[3] Drożdż-Hara M.: Studia nad wpływem zanieczyszczenia siarką na przemiany gleb uprawnych w sąsiedztwie kopalni siarki. Część I. Niektóre właś-

ciwości chemiczne gleby skażonej siarką — doświadczenie modelowe. Rocz. glebozn. 28, 1977, 1.
[4] Grzebieniewska Z.: Zagrożenie zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego przy eksploatacji polskich złóż siarki. I Krajowe sympozjum na temat: „Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi", Katowice 1969.
[5] Kac-Kacas M.: Badania nad potencjalną kwasowością gleby. Pam. puł. 1967, 24, 1–150.
[6] Lekan S., Pięta J.: Degradacja użytków rolnych w rejonie kopalni siarki Grzybów. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG, Ochrona Środowiska Glebowego, Puławy 1972, 259–269.
[7] Moskal S.: Glin ruchomy w glebach kwaśnych i metody jego oznaczania. Rocz. glebozn. 3, 1954, 154–173.
[8] Neller J. R.: Extractable sulphate sulphur in soils of Florida in relation to amount of clay in the profile. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 23, 1959, 346.
[9] Pondel H.: Niektóre właściwości chemiczne i fizyczne gleb piaskowych woj. kieleckiego. Rocz. nauk rol. 18-A-3, 1958, 453–492.
[10] Reimann B., Michajluk L., Borowicz A.: Szkodliwy wpływ niektórych form siarki na glebę terenów przyfabrycznych przy Poznańskich Zakładach Przemysłu Chemicznego w Poznaniu-Zegrzu. Rocz. glebozn. 18, 1968, 2, 537–543.
[11] Roczniki Klimatyczne 1967–1971. PIHM Warszawa.
[12] Sękiewicz J., Zawadzki J.: Wpływ eksploatacji otworowej na zmiany chemizmu wód w rejonie złoża siarki. Maszynopis.
[13] Siuta J.: Wpływ emisji przemysłowych na chemiczne i biologiczne właściwości środowiska. IUNG, Puławy 1972, 1–45.
[14] Siuta J.: Ochrona środowiska i rekultywacja użytków rolnych. Sprawozdanie z badań. Cz. II. Grzybów. IUNG, Puławy 1972, 198–362.
[15] Siuta J., Motowicka-Terelak T.: Rozpuszczalność niektórych mineralnych składników gleb pod wpływem działania roztworów NCl, $C_2H_4O_2$, $C_6H_8O_7$ i $C_{12}H_{22}O_{11}$. Pam. puł. Prace IUNG, 1966, 22, 88–99.
[16] Siuta J., Lekan S.: Rekultywacja gleb zdewastowanych w procesie otworowej eksploatacji siarki. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG, Ochrona Środowiska Glebowego, Puławy 1972, 251–158.
[17] Skawina T.: Charakterystyka zmian glebowych wywołanych przez zanieczyszczenia powietrza w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym. Zesz. nauk. AGH, Zesz. sp. 12, 1967, 12. 234–248.
[18] Skawina T., Trafas M., Gołda T.: Koncepcje rekultywacji terenów pogórniczych kopalni siarki Jeziórko. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG, Ochrona Środowiska Glebowego, Puławy 1972, 219–228.
[19] Systematyka Gleb Polski. Rocz. glebozn. 15, 1974, 1.

М. ДРОЖДЖ-ГАРА

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕРОЙ НА ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ В ОКРЕСТНОСТЯХ СЕРНОГО РУДНИКА

ЧАСТЬ 2-Я. ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СЕРОЙ

Институт почвоведения, агрохимии и микробиологии, Сельскохозяйственная академия в Кракове

Резюме

Вокруг серного рудника в Гжыбове находятся почвы с механическим составом супесей, залегающие на глине, поверхностно отлеенные, слабо-кислые и кислые, образованные из плейстоценовых пород.

С ростом загрязнения серой поверхности почвы повышалось общее содержание серы с 0,2–0,7% на 1,5% (табл. 4). Одновременно повысилось количество сульфатов с нормальной величины 3–20 мг SO_4 на 100 г почвы до 1213 мг на 100 г в экстремальных случаях (табл. 4).

С течением времени при все повыщающемся загрязнении повысилась кислотность почвы; в пунктах сильного загрязнения отмечано падение значений pH в пахотном слое даже ниже 3,0. Длительное загрязнение серой способствовало продвижению кислотности в глубину профиля.

Обнаружена высокая обменная и гидролитическая кислотность в профилях найболее загрязненных серой; в начальном периоде высшие значения отмечались в поверхностном горизонте, но с течением времени это охватывало и более глубокие горизонты. Большие количества обменного алюминия были обнаружены в профилях подверженных найболее интенсивному и длительному загрязнеию серой. Участие алюминия в обменной кислотности было самое высокое в профиле наиболее сильно загрязненном серой. В контрольных профилях обменная кислотность и количество обменного алюминия находились в пределах обычно отмечаемых на песчаных почвах.

Вследствие загрязнения почв серой сильно понижалось содержание щелочных катионов, сперва в поверхностных горизонтах а затем и в целом профиле.

M. DROŻDŻ-HARA

STUDIES ON THE EFFECT OF POLLUTION BY SULPHUR ON THE TRANSFORMATION OF ARABLE SOILS IN THE NEIGHBOURHOOD OF A SULPHUR MINE

PART II. CHEMICAL „DEFORMATION" OF ARABLE SOILS POLLUTED BY SULPHUR NEAR SULPHUR MINE GRZYBÓW

Institute of Soil Science, Agricultural Chemistry and Microbiology, Agricultural University at Cracov

Summary

In the neighbourhood of the suphur mine in Grzybów there are loamy sand soils on underlying loam, pseudogleyed, weakly acid or acid, formed on Pleistocenian rocks.

As the pollution of the soil surface by suphur incfreases, the amount of total suphur increases from 0.2–0.7% up to 1.5% (Table 4). At the same time, the amount of sulphates increases, from the normal content 3–20 mg SO_4 per 100 g of soi lup to 1213 mg per 100 g of soil in extreme cases (Table 4).

With the passing of time and with increasing pollution, acidification also increases; in strongly polluted soils, in the arable layer, pH may decrease even below 3.0. Long-term influence of soil pollution by sulphur causes translocation of the acidity down the profile.

Exchange acidity and hydrolytic acidity are high in the most polluted profiles; to begin with, the highest values occur in the arable horizon A_p and, in time, comprise the deeper horizons. Exchangeable aluminium was found in large amounts in the profiles where the pollution by sulphur was the strongest and of longest duration; alluminium has the largest part in exchange acidity of the most sulphur-polluted profile. In control profiles the exchange acidity and the amounts of exchangeable aluminium are within limits normally found in sand soils.

As an effect of soil pollution by sulphur the content of basic cations strongly decreases, at first in the upper horizons, and then in the whole profile.

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