

KAZIMIERZ PASTERNAK

Gleby stawowe wytworzone z utworów pyłowych — Pond soils formed out of silt loam formations

Wpłynęło 10 marca 1964 roku

Gleby stawowe powstają w odmiennych warunkach bio-ekologicznych niż gleby lądowe. Tworzą się one głównie w warunkach podwodnych z pierwotnej gleby lądowej przy bezpośrednim lub pośrednim współdziałaniu takich czynników glebotwórczych, jak woda stawu, organizmy w niej żyjące oraz czas i człowiek. Okresowo, w czasie osuszania stawu, na charakter jego gleby ma bezpośredni wpływ również atmosfera. Pora i czas osuszania stawów zależy od kategorii stawu.

Już w 1895 r. R. Rizpołożenskij (cyt. Strzemski 1957) dzieli gleby na: lądowe, tworzące się na granicy litosfery i atmosfery, oraz podwodne formujące się na granicy litosfery i hydrosfery. Mimo to, dotychczas jeszcze śródlądowe gleby podwodne w ogólności, a szczególnie gleby stawowe nie zostały dokładnie opracowane i stan wiedzy o nich znacznie odbiega od znajomości gleb lądowych. Więcej badań poświęcono dotychczas osadom jeziorowym, w konsekwencji czego istnieją już klasyfikacje tych osadów (Post 1862, Ludquist 1940), a w nowej systematyce gleb Niemiec Kubiens (1953), Mückenhausen (1956) wydzielają grupę gleb podwodnych typologicznie odpowiadających osadom jeziorowym. Wykształcenie i charakter gleb stawowych okresowo osuszanych różni się jednak znacznie od osadów jeziorowych stale zalanych i pozostających zwykle w dużej masie w strefie profundalnej pod wpływem innych warunków fizyko-chemicznych. W polskiej aktualnej klasyfikacji gleb, gleby podwodne nie zostały wydzielone, a bonitacja gleb stawowych dokonywana jest przez analogię z glebami ornymi (Musierowicz 1958). Opracowany projekt bonitacji gleb stawów przez Strzemskiego (1955) nie został przedyskutowany i w praktyce uwzględniony. Przyczyną tego może być zbyt mały na ten temat dorobek badawczy.

Badaniem zawartości składników chemicznych, organicznych i koloidalnych w dnie stawów zajmowali się: Cronheim i Czensny (1919), Breest (1925), Lantsch (1925), Ohle (1957), Nemeč i Fastrowa (1941), Konstantinow i Dodonowa (1953) oraz

inni. W Polsce rozpoczyna badania chemizmu dna stawów i próbę wyróżnienia na tej podstawie typów gleb Stangenberg (1943). Gromadzenie się osadów bada Bombóna (1957). Zmiany chemiczne dna pod wpływem zimowego osuszania stawów opracowuje Wróbel (1958). Zależnością składu chemicznego wody stawów od właściwości fizyko-chemicznych gleby ich dna zajmują się Wróbel (1960), Pasternak (1958). Ten ostatni opracowuje również występowanie i właściwości gleb stawów położonych w dorzeczu Górnej Wisły (1959).

Rola gleb stawowych w produkcji biomasy jest bardziej złożona niż gleb rolniczych. Stanowią one bowiem nie tylko bezpośrednie podłoże do życia mikroorganizmów, roślin i zwierząt, lecz co bardzo ważne, jako skomplikowana substancja mineralno-organiczna biorą czynny udział w fizyko-chemicznych procesach wymiany składników z wodą, stanowiącą wyłączny ośrodek życia dla najważniejszych organizmów w stawie. Procesy te mają ogromne znaczenie także dla kształtowania się z biegiem czasu właściwości samej gleby stawowej i zależą, jak wykazały moje poprzednie badania (Pasternak 1958, 1963), od jego gatunku, a również od składu chemicznego wody, którą zalewa się staw. Teoretycznie wzajemne stosunki pomiędzy wodą a glebą bardzo wszechstronnie przedstawili w swej pracy Schwabe i Klinge (1960).

Celem niniejszej pracy jest określenie kształtowania się morfologicznych i chemicznych cech gleb stawowych, wytworzonych na utworach pyłowych lessowych, wodnego pochodzenia, deluwialnych i aluwialnych, występujących w stawach dorzecza Górnej Wisły.

Metodyka pracy

Z uwagi na wyraźnie zaznaczającą się prawidłowość w kształtowaniu się profilu gleby stawowej na utworach pyłowych, do szczegółowych badań analitycznych wytypowano w sześciu gospodarstwach stawowych tylko po jednym najbardziej reprezentatywnym stawie i w jego dnie wykopano odkrywkę, a z niej pobrano próbki do analiz. Według nie opublikowanych danych autora w obrębie misy stawu występuje pewne poziome zróżnicowanie mineralno-organicznych składników gleby, związane z różną głębokością stawu. Aby przedstawić udział tego zjawiska w procesie kształtowania się profilu gleby w obrębie stawu, zostaną podane analizy gleby profili wykopanych w stawie Wyszni VI w płytkiej (prof. 18) i głębokiej (prof. 19) partii jego dna. W pozostałych stawach zostaną przedstawione analizy gleb profili wykopanych w środku stawu ze średniej głębokości. W ten sposób wykopane profile dają ogólnie średni obraz właściwości gleby, który do tego celu pracy wydaje się być zupełnie wystarczający. Na kształtowanie się właściwości gleby duży wpływ bezpośredni oraz pośredni przez rozwój flory wodnej może mieć nawożenie, dlatego w badaniach

uwzględniono profile stawów nawożonych i nie nawożonych. Przy pobraniu gleby wzięto pod uwagę kategorię stawu. Próbkę gleby pobierano z morfologicznie różnych poziomów profilu, suszono je na powietrzu i przesiewano przez sito o oczkach 1 mm².

Wodę do analizy chemicznej pobierano trzykrotnie w ciągu sezonu, tj. na wiosnę, w połowie lata i na początku jesieni. W celu przedstawienia fizyko-chemicznych zmian zachodzących w wodzie stawu przy współudziale organizmów roślinnych i ewentualnego wpływu tychże na glebę dna analizowano wodę donośnika i stawu. W wypadku gdy staw, w którym wykopano profil gleby, był przesadką drugą, wodę pobierano z sąsiedniego odrostowego stawu o takim samym gatunku gleby dna. Analizę wody z gospodarstwa Gołysz wykonał St. Wróbel.

W glebach oznaczono: skład mechaniczny metodą Casagrande-Prószkińskiego, zawartość minerałów ilastych metodą termoróżnicową oraz termoanalizy Tokarskiego, ilość substancji organicznej termicznie wg Tokarskiego, zawartość węgla organicznego metodą Altena-Lichterfelde, azot ogólny metodą Kiejdahla, odczyn gleby potencjometrycznie, kwasowość hydrolityczną i sumę kationów o charakterze zasadowym wg Kappena, kationy wymienne w wyciągu 0,1 n HCL — kompleksometrycznie Ca i Mg, a K i Na fotometrem płomieniowym; łatwo rozpuszczalny fosfor wg metody Wondrausch. Wyciągi gleb w 20% HCl do całkowitej analizy chemicznej oraz całkowitą analizę chemiczną frakcjonowaną wykonano wg metody Tokarskiego. Potas i sód w wyciągu 20% HCl oznaczono fotometrem płomieniowym. Resztę składników wagowo i kolorymetrycznie.

Analizy chemiczne wody wykonano wg metodyki podanej przez Justa i Hermanowicza (1955) oraz Standard Methods (1955).

Wyniki badań terenowych

Badania terenowe gleb stawów przeprowadzono w 1960—1961. Analizowane profile gleb zostały wykopane: prof. 1 ze stawu Wojtowiec (odrostowy) w gospodarstwie Zaborze, prof. 13 ze stawu Czechowiec II (przesadka II) w gospodarstwie Grojec, prof. 11 ze stawu Szydłowiec Stary (przesadka II) w gospodarstwie Zator-Bugaj. Dwa pierwsze gospodarstwa otrzymują wodę z prawobrzeżnej młynówki rzeki Soły. Stawy gospodarstwa Zator-Bugaj zaopatrywane są w wodę z rzeki Wieprzanki. Pierwotną glebą dna wszystkich wymienionych stawów oraz terenów ich bezpośredniej zlewni, są lekko kwaśne prawie bezwęglanowe gleby wytworzone na lessach. Roślinność wynurzona występuje w nich tylko na przybrzeżnych pływaczach i składa się głównie z manny mielec (*Glyceria aquatica* L.).

Prof. 14 pobrano w gospodarstwie Tomice ze stawu Mikołajowiec (odrostowy). Pierwotną glebą jego dna jest deluwialny materiał lessowy. Staw ten zaopatrywany jest w wodę z rzeki Choczenki i jest dość znacznie

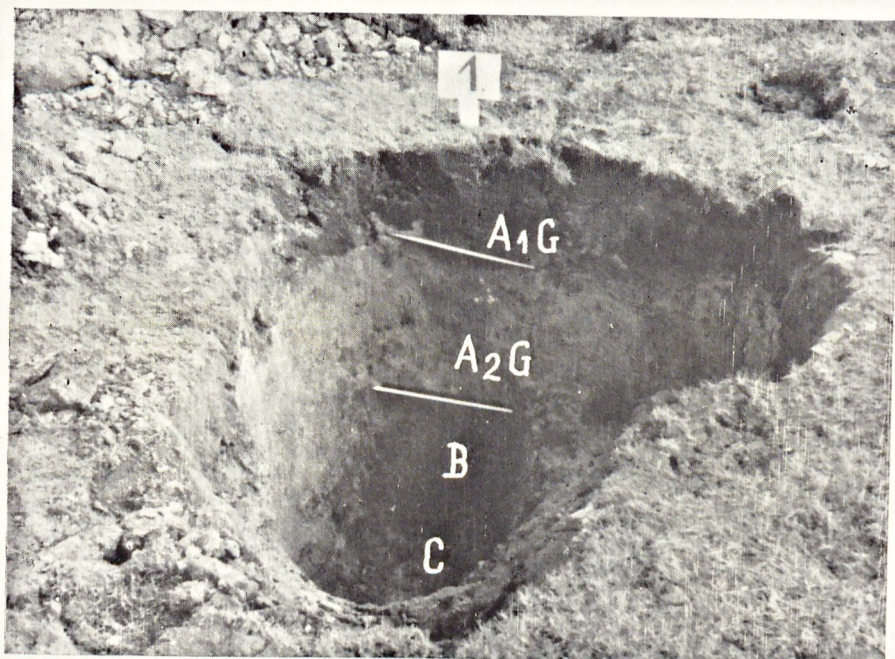
zarośnięty przez mannę mielec. Stawy Czechowice II i Mikołajowiec nie były nawożone. Staw Wojtowiec był nawożony wapnem i fekaliami, a Szydłowiec słabo superfosfatem.

Prof. 16 został wykopany w stawie Wyszni VII, a prof. 18 i 19 w stawie Wyszni VI w gospodarstwie Gołysz. Obydwa stawy są stawami odrostowymi i nie były uprawiane rolniczo. Wodę otrzymują systemem łańcuszkowym z młynówki rzeki Wisły. Pierwotną glebą ich dna oraz terenów otaczających są bezwęglanowe, kwaśne, gleby wytworzone na utworach pyłowych wodnego pochodzenia. Roślinność wynurzona rośnie w tych stawach tylko na ich wypłyceiach. Staw Wyszni VI jest stawem nie nawożonym, natomiast Wyszni VII oprócz wapnowania (wapno palone i wapniak) otrzymał dość silne nawożenie azotowo-fosforowe.

Prof. 22 pobrano ze stawu nr 33 (przesadka II) w gospodarstwie Mydlniki, którego pierwotną glebą dna jest alkaliczny utwór pyłowy starego tarasu rzecznoego, a glebami terenu zlewni są brunatne gleby wytworzone na lessach oraz rędziny. Wodę pobiera gospodarstwo z rzeki Rudawy. W stawie tym występuje w dość dużej ilości wapnolubna roślinność podwodna z grupy ramienic (*Chara* sp.). Staw ten nie był nawożony ani też uprawiany rolniczo.

Pierwotna gleba stawu najczęściej pozbawiona w czasie budowy stawu warstwy próchnicznej traci pod wpływem wody cechy gleby uprawnej, swą gruzelkowatą strukturę, zmienia warunki gazowe oraz oddaje, zwłaszcza w pierwszych latach po zalewie, znaczną ilość swoich składników chemicznych. Równocześnie na jej powierzchni zaczyna powstawać sukcesywnie wzrastająca warstwa osadów (mułu). Tworzy się ona w wyniku akumulacji osadów wytworzonych w stawie lub też pochodzących z zewnątrz. Jakość i przychód allochtonicznych substancji dostających się do stawu, zwykle w okresie wiosennym podczas jego napełniania, zależy głównie od: morfologii, budowy geologiczno-glebowej, klimatu i szaty roślinnej obszaru zlewni stawów. Znacznie większą rolę w kształtowaniu próchnicznej górnej warstwy gleby dna odgrywają substancje autochtoniczne. Powstają one z sedymentacji resztek roślinnego i zwierzęcego planktonu, obumierających pędów roślin naczyniowych, a także nieorganicznych substancji (wapnia, żelaza i innych) wytrącających się z wody w wyniku fizyko-chemicznych procesów, które najczęściej wywołane są rozwojem żywych organizmów. Większą część mineralnego materiału powierzchniowej warstwy gleby stanowi pierwotna gleba wymieszana z osadem przez żerujące na dnie ryby i mięczaki. Ilość osadów, jaka powstaje na powierzchni dna, zależy także w dużym stopniu od objętości wody stawu. Duże nasilenie gromadzenia się różnych osadów, przy braku ingerencji człowieka poprzez pielęgnację stawu, nawożenie, prowadzić może w końcowym efekcie do wypłykania się stawu, a nawet jego całkowitego zaniku.

W stawach zależnie od jakości głównych czynników glebotwórczych, a szczególnie od jakości wody i pierwotnej gleby, w dalszej ewolucji gleby



Ryc. 1. Typowy profil glejowej gleby stawowej (Zaborze — staw Wojtowiec).

Fig. 1. A typical profile of pond gley soil (Zaborze — the Wojtowiec pond).

stawu dominować może różny proces glebotwórczy, w wyniku którego kształtować się mogą rozmaite podtypy gleby stawowej i różne ich właściwości chemiczne.

W stawach o dobrej kulturze i pierwotnych glebach pyłowych zalewanych wodą o niskiej lub średniej zawartości wapnia i magnezu kształtują się gleby o następującej morfologii profilu (ryc. 1):

- A₁G — poziom próchniczno-glejowy o barwie ciemnoszarej, największej wilgotności, z wyraźnie odcinającą się dolną granicą (warstwa mułu).
- A₂G — poziom eluwialno-glejowy powstały już wyłącznie z pierwotnej gleby, barwy popielato-szarej (w stanie wilgotnym), w dolnej części z żółto-brunatnymi plamkami o miąższości wahającej się około 5—30 cm. Ziarna kwarcu z tego poziomu nie posiadają otoczek wodorotlenków żelaza.
- B — poziom iluwialny barwy brunatnej z licznymi rdzawymi żelazistymi plamkami. W górnej jego części często występują sino-popielate eluwialno-glejowe zacieki. Gleba tego poziomu jest od poprzednich bardziej sucha, zwięzła i zbita. Ziarna jej posiadają otoczki wodorotlenków żelaza.
- C — poziom mało zmienionej przez proces glebotwórczy skały macierzystej. Często w warstwie tej występują drobne oddolne oglejenia.

W stawach intensywnie nawożonych na skutek większego rozwoju roślinności planktonowej może powstać na powierzchni dna bardziej bogata w dość zhumifikowaną materię organiczną warstewka osadów, którą da się wyróżnić w morfologii profilu jako poziom A₀ (prof. 16). Taki poziom A₀ składający się jednak głównie z mało rozłożonych resztek roślin wynurzonych, można wyróżnić na powierzchni gleby w stawach nisko wydajnych, których stopień zarośnięcia tą roślinnością jest zwykle znaczny.

W stawach o glebach pyłowych zalewanych wodą o wysokiej zawartości wapnia i magnezu powstają gleby o innych cechach morfologicznych, które na przykładzie prof. 22 można scharakteryzować następująco:

- A₁G — 0—13 cm poziom próchniczno-glejowy, barwy szarej z sinymi oraz rdzawymi plamkami, z dużą ilością węglanów. Przejście do następnej warstwy wyraźne.
- C₁ — 13—36 cm warstwa skały macierzystej (gleby pierwotnej) barwy brunatno-szarej z rozrzuconymi rdzawymi centkami i występującymi w górnej części próchnicznymi zaciekami i jasno-szarymi plamkami.
- C₂ — 36—60 cm warstwa mało zmienionej przez procesy glebotwórcze w stawie skały macierzystej, barwy brunatnej z małymi, dość gęstymi rdzawymi plamkami. Zawartość węglanów (tabela III) w obu warstwach gleby pierwotnej kilkakrotnie mniejsza niż w powierzchniowej.

Na powierzchni tego rodzaju gleb często można wyróżnić jeszcze warstwę osadów (A_0), składających się w poważnej części z $CaCO_3$, pochodzącego z „biologicznego odwapniania” wody w stawie oraz z rozkładu inkrustowanych wapniem łodyg ramienic, które zwykle masowo rozwijają się w bogatym w wapń środowisku.

Powyższe spostrzeżenia morfologiczne wskazują, że gleby pyłowe stawów podlegają w górnej części profilu procesowi glejowemu, który w zależności od właściwości środowiska daje w profilu różny efekt morfologiczny. Proces glejowy jak ustaliło wielu badaczy (Bromfield 1954, Bloomfield 1956, Jarkow 1956, Siuta 1961) jest procesem biochemicznym zachodzącym w glebach o nadmiernym uwilgotnieniu, przy braku lub ograniczonym dostępie tlenu, w obecności prostszych związków organicznych. Ujawnia on się redukcyjnym oddziaływaniem substancji organicznych na mineralną część gleby. Pojawienie się procesu glejowego w glebie powoduje zróżnicowanie potencjału oksydo-redukcyjnego oraz stężeń roztworu glebowego. W miejscu oglejenia powstaje większe nagromadzenie się soli Fe^{2+} , Mn, Ca, Mg i innych związków mineralnych i organicznych niż w strefach sąsiednich, w których ponadto istnieje wyższy potencjał tlenowy. Rozpuszczone w wodzie glebowej związki organiczne i mineralne dla uzyskania równowagi wędrują więc z miejsc oglejonych do przyległych stref o niższym stężeniu roztworu glebowego i wyższym potencjale tlenowym. Powstają przez to w miejscach glejowych przejaśnione plamy lub całe poziomy odpowiadające eluwalnym poziomom bielcowym. Długotrwałe działanie procesów redukcyjnych połączone z przemianami prowadzi nie tylko do wymycia kationów zasadowych i żelaza, lecz po zakwaszeniu środowiska do rozpadu niektórych minerałów ilastych. W kwaśnych glebach procesowi glejowemu może towarzyszyć także proces bielcowy. Odpowiednie analizy mogą wykazać, jakie jest nasilenie i skutki procesu glejowego w glebach stawowych.

Oznaczenia laboratoryjne

Zakres wahań w składzie chemicznym wody w donośnikach i stawach gospodarstw, w których pobrano profile gleb, przedstawiony jest w tabeli I. Jak z niej wynika wody gospodarstw Gołysz, Zator-Bugaj, Grojec, Zaborze, zaliczają się do wód o niskiej alkaliczności i twardości ogólnej, ubogich w magnez, żelazo, amoniak, fosforany, substancję organiczną, a średnio zasobnych w azotany, potas i sól. Woda gospodarstwa Tomice ma średnią alkaliczność i twardość ogólną oraz jest zasobna w żelazo i magnez. Woda gospodarstwa Mydlniki ma dużą alkaliczność i twardość ogólną, minimalną ilość żelaza i podobną do wód poprzednich zawartość pozostałych składników.

Skład mechaniczny gleb przedstawia tabela II. Spośród badanych pro-

Tabela I
Table IZakres wahań fizyko-chemicznych własności wody donośników (D) i stawów (S)
The range of fluctuation in physical and chemical properties of supplier (D) and pond (S) water

Gospodarstwo Farm	Zaborze		Zator - Bugaj		Grojec		Golysz		Tomice		Mydlniki			
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S		
	1963		1963		1963		1961		1963		1963			
Tlen rozpuszcz. O ₂ dissolved	7,68 - 10,24	7,34 - 11,68	9,12 - 10,88	7,20 - 10,24	9,44 - 10,32	8,96 - 13,28	8,74 - 10,34	7,74 - 9,41	6,08 - 9,12	8,06 - 16,48	8,96 - 11,28	9,12 - 13,20		
Nasylenie tlenem w Oxygen saturation in	79,9 - 101,7	75,6 - 120,9	83,8 - 103,0	67,5 - 116,6	83,5 - 103,5	81,8 - 149,2	90, - 102,	76,8 - 90,5	59,7 - 82,2	74,9 - 181,1	89,8 - 112,0	95,4 - 143,6		
CO ₂ wolny free	3,0 - 6,5	1,0 - 4,3	3,5 - 4,7	0,0 - 4,5	2,0 - 3,5	0,0 - 5,0	2,8 - 3,0	2,3 - 4,3	6,5 - 14,0	2,0 - 4,5	2,5 - 4,5	1,0 - 4,5		
pH	6,8 - 7,6	7,3 - 8,0	6,3 - 7,8	7,5 - 8,6	6,8 - 8,0	7,2 - 8,6	7,2 - 7,4	7,0 - 7,3	7,0 - 7,4	7,5 - 7,8	7,9 - 8,1	7,8 - 8,2		
Alkaliczność Alkalinity	CaCO ₃	52,5 - 80,0	72,5 - 97,5	33,5 - 110,0	63,5 - 116,3	30,0 - 81,5	50,0 - 80,0	39,0 - 66,5	37,0 - 50,0	65,0 - 125,0	105,0 - 137,5	200,0 - 223,5	157,5 - 177,5	
Twardość ogólna w Hardness in German degrees	4,6 - 5,20	5,10 - 5,85	4,30 - 4,70	4,35 - 6,20	4,20 - 5,30	4,10 - 5,05	3,20 - 5,10	3,15 - 3,60	6,60 - 7,75	7,00 - 7,60	13,80 - 14,70	10,15 - 11,80		
Wapń Calcium	Ca	23,30 - 29,30	29,30 - 30,37	24,66 - 26,30	24,30 - 35,38	23,23 - 31,44	23,23 - 28,23	18,9 - 31,8	18,6 - 22,2	24,66 - 37,16	27,52 - 35,02	52,17 - 79,69	40,74 - 55,75	
Magnez Magnesium	Mg	4,34 - 5,85	4,34 - 7,16	3,90 - 5,42	4,12 - 5,42	3,47 - 4,99	3,69 - 4,77	2,5 - 2,7	2,3 - 2,5	9,32 - 14,31	11,71 - 13,66	15,40 - 29,06	10,19 - 26,02	
Żelazo Iron	Fe	0,20 - 0,30	śląd trace	0,20 - 0,90	śląd trace	0,12 - 0,40	0,12 - 0,34	0,12 - 0,40	0,08 - 0,30	0,20 - 1,20	0,24 - 2,00	śląd trace	0,00 - śląd trace	
Potas Potassium	K	2,29 - 6,22	3,29 - 3,95	2,72 - 5,31	3,65 - 4,32	2,16 - 3,78	2,36 - 2,82	1,70 - 2,70	1,70 - 1,70	3,85 - 4,85	2,41 - 4,00	2,32 - 3,61	3,09 - 3,96	
Sód Sodium	Na	7,2 - 7,8	5,4 - 7,3	6,28 - 37,60	14,88 - 19,40	5,60 - 8,20	6,08 - 7,40	-	7,40 - 10,0	8,40 - 13,20	9,32 - 11,2	5,80 - 6,60	5,80 - 6,60	
Amoniak Ammonia	N-NH ₄	0,03 - 0,06	0,07 - 0,12	0,02 - 0,12	0,09 - 0,46	0,01 - 0,04	0,01 - 0,10	0,02 - 0,05	0,04 - 0,04	0,04 - 0,14	0,08 - 0,12	0,01 - 0,04	0,05 - 0,06	
Azotyny Nitrites	N-NO ₂	0,012 - 0,028	0,000	0,014 - 0,030	0,000 - 0,040	0,002 - 0,020	0,003 - 0,025	0,006 - 0,030	0 - 0	0,013 - 0,020	0,000 - 0,014	0,026 - 0,066	0,011 - 0,020	
Azotany Nitrates	N-NO ₃	0,75 - 1,50	0,05 - 0,10	0,50 - 4,50	0,07 - 0,10	0,73 - 2,25	0,13 - 1,00	0,20 - 1,00	0,05 - 0,10	0,25 - 2,75	0,08 - 0,15	1,50 - 1,75	0,15 - 0,62	
Fosforany Phosphates	PO ₄	0,02 - 0,64	0,0 - 0,08	0,02 - 0,90	0,00 - 0,05	0,02 - 0,56	0,02 - 0,12	0,00 - 0,03	0,00 - 0,01	śląd trace	0,80	0,00 - 0,60	0,05 - 0,50	0,02 - 0,40
Chlorki Chlorides	Cl	8,0 - 11,8	8,0 - 9,5	8,0 - 14,0	8,0 - 9,8	7,0 - 10,6	7,8 - 8,5	-	-	12,0 - 16,00	11,3 - 12,3	8,3 - 9,8	8,3 - 8,8	
Barwa Colour	Pt	20 - 45	20 - 55	25 - 40,0	30 - 35	20 - 40	20 - 30	10 - 25	15 - 40	30 - 70	30 - 85	15 - 25	15 - 25	
Metność Turbidity	SiO ₂	9,0 - 54,5	5,0 - 113,5	27,0 - 215,0	12,0 - 62,0	25,5 - 211,5	25,5 - 54,5	8,0 - 50,0	11,0 - 66,0	38,5 - 232,0	17,5 - 189,0	56,5 - 63,0	22,0 - 32,5	
Utlenialność KMnO ₄ -cons.	O ₂	5,60 - 12,08	6,64 - 18,32	4,48 - 8,88	6,88 - 15,2	4,40 - 7,28	5,20 - 6,00	2,4 - 4,7	4,2 - 9,7	4,64 - 8,40	7,08 - 16,56	4,16 - 6,00	4,64 - 6,40	

fili, prof. 22 wg PTG jest utworem pyłowym zwykłym, pozostałe gleby są utworami pyłowymi ilastymi. Pierwotne gleby lessowe (prof. 1, 11, 13) zawierają nieco więcej piasku niż typowe lessy. Związane to będzie nie tylko z pewnym błędem, jaki daje użyta metoda Prószyńskiego dla tej

Skład mechaniczny gleb dna stawów w %
Mechanical composition of pond bottom soils in %

Tabela II
Table II

Nr profilu No. of profile	Poziom Level	Głębokość w cm Depth in cm	Średnica cząstek gleby w mm Particle diameter in mm						Suma Total <0,02
			1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002	
1	A ₁ G	0-16	12	8	39	22	11	8	41
	A ₂ G	16-43	9	10	30	27	10	14	51
	B	43-63	8	8	33	24	10	17	51
	C	63-76	10	10	33	21	9	17	47
11	A ₁ G	0-15	9	16	38	23	7	7	37
	A ₂ G	15-29	6	8	41	27	7	11	45
	B	29-60	8	9	37	23	6	17	46
	C	67-80	9	9	41	20	6	15	41
13	A ₁ G	0-10	14	18	36	17	7	8	32
	A ₂ G	10-25	6	13	39	26	6	9	41
	B	25-35	22	13	29	14	6	16	38
	C	60-70	12	14	38	17	4	15	36
14	A ₁ G	0-7	10	13	38	17	8	14	39
	A ₂ G	7-25	4	11	42	21	8	14	43
	B	25-60	57	6	9	14	2	12	28
	C	60-100	66	7	6	7	2	12	21
16	A ₀ G	0-5	10	9	53	13	7	8	28
	A ₁ G	5-27	9	7	39	23	9	13	45
	A ₂ G	27-46	7	10	43	23	5	12	40
	B	46-60	7	11	43	18	5	16	40
	C	80-100	9	9	39	20	6	17	43
18	A ₁ G	0-16	7	8	42	23	6	14	43
	A ₂ G	16-29	5	6	44	23	7	15	44
	B-C	29-55	6	6	42	20	6	20	46
19	A ₁ G	0-22	9	7	39	24	9	12	45
	A ₂ G	22-44	6	8	44	25	5	12	42
	B-C	44-65	7	6	35	27	6	19	52
22	A ₁ G	0-13	24	13	32	14	6	11	31
	C	13-36	28	17	38	8	3	6	17
	C	36-60	42	14	27	7	3	7	17

frakcji (D o b r z a ń s k i 1958), lecz także z domieszką materiału karpaczkiego. Dolne warstwy deluwialnej gleby z Tomic (prof. 14) są glinami lekkimi.

W całkowitych profilach gleb o cechach zbielicowania występuje pomiędzy poszczególnymi ich poziomami wyraźne zróżnicowanie w procentowej zawartości niektórych frakcji gleby. Dotyczy to przede wszystkim najważniejszych dla właściwości fizycznych i chemicznych gleby części koloidalnych (< 0.002 mm). Górne dwa poziomy profilu zawierają z reguły mniejszą ilość części koloidalnych od jego głębszych poziomów B i C, z których iluwialne poziomy są w nie czasem tylko nieco bogatsze. Górne warstwy profilu, a zwłaszcza poziomy eluwialne mają natomiast więcej

od poziomów dolnych pyłu drobnego i ilu pyłowego grubego. Wzrost wymienionych frakcji w tych poziomach powoduje zmniejszenie się ich zwiększalności, ale równocześnie nie przyczynia się do wzrostu ich przepuszczalności. W laboratorium stwierdzono, że przesiąkliwość tego poziomu jest najmniejsza. Prawdopodobnie przyczyną tego jest zwiększenie się w rozdzielności cząsteczkowym układzie gleby węższych kapilarów na skutek wyrównania ziarna. Takimi kapilarami woda uniezależniona od grawitacji przenika bardzo powoli i w dodatku mogą się one łatwo zaszlamić koloidalnymi cząstkami. Najmniej zwężle u tych gleb są próchnicze warstwy zawierające zwykle najmniej części spławialnych i często nieco więcej piasku. Decyduje o tym oczywiście głównie domieszka do pierwotnej gleby mniej zwężłych osadów wytworzonych w stawie. Osady w wyższej zawartości części koloidalnych akumulują się zwykle w dnie w najgłębszej części stawu (prof. 19). Zmniejszenie się zawartości części koloidalnych w obu górnych poziomach profilu tych gleb świadczy, że następuje w nich rozpad albo też i częściowe mechaniczne przemieszczanie w głąb profilu cząstek minerałów ilastych.

Gleby nie mające wyraźnych morfologicznych cech zbielicowania nie wykazują na ogół większych zmian w składzie mechanicznym profilu. Głębsze warstwy profilu zachowują zwykle swój skład pierwotny. Zmienia się natomiast często, w zależności od jakości osadów gromadzących się w stawie, skład mechaniczny warstw próchnicznych. Występowanie na terenie zlewni rędzin przyczynia się, jak w wypadku prof. 22, do wzrostu w warstwie A₁G części spławialnych.

Odczyn tego gatunku gleb stawowych (tab. III), zasilanych wodą o niskiej twardości, ogólnie jest mniej lub więcej kwaśny. Z reguły zakwaszenie tych gleb wzrasta w głąb profilu, zwłaszcza w glebach wytworzonych na przemytych utworach pyłowych wodnego pochodzenia. Odczyn dwóch górnych warstw będących pod bezpośrednim wpływem wody jest zwykle wyrazem intensywności stosowanego wapnowania stawów. Stawy na glebach lessowych, zaniedbane pod tym względem, mogą mieć w powierzchniowych warstwach podobny lub nawet niższy odczyn niż w warstwach głębszych. Gleby pyłowe zasilane wodą o dużej twardości mają natomiast bez wyjątku odczyn alkaliczny.

Zawartość minerałów ilastych w badanych profilach określona ilościową metodą Tokarskiego przedstawia tabela III. Autor tej metody oznaczone minerały ilaste zalicza do dwóch grup, a mianowicie montmorylonitowej i kaolinitowej (Tokarski 1954). Minerale ilaste grupy illitu nie zostały przez niego osobno uwzględnione prawdopodobnie dlatego, iż efekty termiczne illitu nakładają się w charakterystycznych temperaturach raz z montmorylonitem a drugi z kaolinitem oraz że hydromiki stanowią jak gdyby stadium przejściowe pomiędzy tymi minerałami. Z uzyskanych tą metodą danych wynika, że w profilach gleb o cechach bielcowych występuje pomiędzy poziomami wyraźne ilościowe i jakościowe

Tabela III
Table III

Zawartość substancji ilastych i organicznych, ilość organicznego węgla, ogólnego azotu i azotu przyswajalnego fosforu, węglanów, oraz odczyn gleb dla stawów
Contents of clay and organic substances, organic carbon, total nitrogen, available phosphorus and carbonates and pond bottom soil reaction

Nr No	Prof. Prof.	Et O P A G	Głębokość w cm Depth in cm	Minerały ilaste Clay minerals Grupy: Montmorylio-Kaolinitu Montmorillo-Kaolinite aite	Substancja organiczna Organic substances Metoda: termiczna oksydometryczna oxidimetric	C %	N %	C:N	pH of the water	P ₂ O ₅ mg/100 g of soil	CaCO ₃	
1		A ₁ G	0-15	3-5	7-1	6.0	4.90	2.05	0.24	11.37	6.40	17.5
		A ₂ G	16-43	3-5	8-3	1.4	0.72	0.42	0.07	6.00	6.05	17.5
		B	43-63	7-7	9-3	0.9	0.21	0.12	0.05	2.40	5.10	4.0
		C	63-76	7-9	9-1	0.8	0.15	0.09	0.04	2.30	5.05	4.0
11		A ₁ G	0-15	2-1	7-8	6.1	4.95	2.63	0.27	10.66	5.72	6.0
		A ₂ G	15-29	1-8	4-1	1.1	0.36	0.21	0.04	5.25	5.50	4.0
		B	29-60	6-2	6-7	0.9	0.45	0.26	0.05	5.20	4.85	3.0
		C	67-80	6-8	7-3	0.7	0.19	0.11	0.05	3.67	4.90	3.0
13		A ₁ G	0-10	2-6	9-5	6.9	5.44	3.17	0.26	12.15	5.25	3.5
		A ₂ G	10-25	1-3	5-5	0.8	0.13	0.08	0.05	1.50	5.20	2.5
		B	25-35	5-7	9-4	1.0	0.09	0.05	0.05	1.00	6.30	2.5
		C	60-70	5-1	8-5	0.8	0.09	0.05	0.05	1.00	5.10	3.0
14		A ₁ G	0-7	3-3	6-7	10.6	7.38	4.30	0.46	9.33	5.90	2.5
		A ₂ G	7-25	1-2	5-3	2.0	0.96	0.56	0.07	8.00	5.15	2.0
		B	25-60	5-5	4-2	0.9	0.14	0.08	0.03	2.67	5.25	1.5
		C	60-100	4-1	5-4	0.7	0.15	0.09	0.04	2.25	5.05	1.0
16		A ₀ G	1-5	1-9	5-4	10.1	7.53	4.38	0.41	10.45	6.00	15.0
		A ₁ G	5-27	2-0	6-8	3.6	2.30	1.34	0.14	9.57	5.90	8.0
		A ₂ G	27-46	1-9	7-0	1.3	0.49	0.29	0.06	5.80	6.00	15.0
		B	46-60	6-2	6-7	1.3	0.26	0.15	0.05	3.00	4.90	3.0
18		C	80-100	5-2	6-6	1.0	0.13	0.08	0.04	2.60	4.60	5.0
		A ₁ G	0-16	3-3	5-6	3.9	2.87	1.67	0.14	11.33	5.45	5.0
		A ₂ G	16-29	3-1	6-5	1.1	0.36	0.21	0.06	3.50	5.40	15.0
		B-C	29-55	5-8	6-5	1.0	0.12	0.07	0.04	1.75	5.45	2.5
19		A ₁ G	0-22	2-8	6-4	5.6	4.11	2.39	0.20	11.95	5.40	8.0
		A ₂ G	22-44	3-3	5-8	2.0	0.84	0.49	0.06	8.47	5.15	17.5
		B-C	44-65	5-7	9-5	1.5	0.29	0.17	0.05	3.40	4.30	3.5
		C	65-80	3-5	6-7	2.8	1.84	1.07	0.17	6.30	7.50	3.0
22		A ₁ G	0-13	1-9	2-1	0.9	0.28	0.17	0.05	3.30	7.80	3.4
		C	36-60	1-5	2-5	1.1	0.44	0.26	0.08	3.19	7.90	4.0

zróznicowanie. Górne warstwy w profilu bez wyjątku mają ogólnie mniej minerałów ilastych niż warstwy dolne. Poza tym w substancji ilastej górnych warstw zdecydowanie przeważa mniej zdyspergowany kaolinit (ryc. 2). W dolnych warstwach minerały grupy montmorylonitu ilościowo prawie dorównują kaolinitowi. Zaznaczająca się różnica ilości kaolinitu pomiędzy górnymi warstwami na korzyść poziomu próchnicznego, wynika prawdopodobnie z nieco większego błędu, jaki daje ta metoda, dla tego minerału, przy wyższej zawartości próchnicy w glebie.

Dla uzupełnienia wyników w dwóch profilach (13 i 16) dokonano jeszcze oznaczenia zawartości minerałów ilastych metodą termicznej analizy różnicowej (DTA). Metoda ta pozwala na określenie z dużym przybliżeniem stosunków ilościowych między minerałami w badanej substancji (Grim 1953, Stoch 1959). Do oznaczeń użyto wyodrębnioną przez szlamowanie 2 μ frakcję bez dodawania żadnych koagulatorów, gdyż jak wykazał Kępk a (1962) nie ma to istotnego wpływu na wynik. W próbkach spalono substancję organiczną 6% H₂O₂, a następnie suszono je w temperaturze pokojowej. Analizy termoróżnicowe zostały wykonane w Katedrze Mineralogii AGH na aparaturze o przyroście temperatury 12 °C na minutę.

Krzywe termoróżnicowe przedstawione są na rys. 3. Charakteryzują się efektami endotermicznymi w 100—120° i 510—570 °C i bardzo silnym egzotermicznym efektem w przedziale temperatur 180—450° oraz słabym w 900—940 °C. Pierwszy endotermiczny efekt, spowodowany utratą wody adsorpcyjnej i międzysieciowej, świadczy o obecności w badanych glebach minerałów ilastych grupy montmorylonitu i illitu, drugi o kaolinicie i zachodzącej w 570 °C polimorficznej przemianie kwarcu. Na obecność kaolinitu wskazują także egzotermiczny efekt zachodzący w 900—940 °C. Efekty termiczne odpowiadające kaolinitowi przebiegają w temperaturach nieco niższych aniżeli u typowego kaolinitu. Obniżona jest także intensywność poszczególnych reakcji. Tego rodzaju termogramy uzyskiwane są często dla kaolinitu występującego w glebach i charakteryzującego się podobnie jak i inne minerały ilaste gleb niezbyt jeszcze uporządkowaną strukturą. Silny egzotermiczny efekt (180—450°) pochodzi ze spalania się substancji organicznej, która mimo kilkakrotnego utleniania przez H₂O₂ nie została całkowicie usunięta i powoduje zatarcie termicznego obrazu poziomu powierzchniowego. Na wygląd termogramu mógł mieć pewien wpływ także wytwarzający się w czasie spalania próchnicy nadtlenukiem wodoru szczawian wapnia (Martin 1954). Jak można wnioskować z kształtu termogramów w górnych poziomach profilu przeważają minerały grupy kaolinitu. W dolnych natomiast, jak widać to najwyraźniej na przykładzie krzywych profilu 13, przy ogólnym wzroście minerałów ilastych przeważają minerały o właściwościach illitu i montmorylonitu. Brak charakterystycznego dla typowego montmorylonitu endotermicznego wierzchołka w okolicy 700° wskazywałyby raczej na przewagę illitu z domieszką mało skon-

solidowanych strukturalnie minerałów typu nontronitu lub beidelitu, które wg Earleya i innych (1953) tracą wodę hydroksylową w niższych temperaturach. Przewagę illitu w substancji ilastej uprawnych gleb utworzonych na lessach i utworach lessowatych stwierdzili Gorbunow (1956) oraz Pavel i Uziak (1958, 1960). Wystąpienie w składzie mineralnym górnych poziomów profilu większej ilości kaolinitu wiąże się zapewne z destrukcyjnym oddziaływaniem procesu glejowego na minerały grupy illitu i montmorylonitu. Wzrost ilości kaolinitu a zmniejszenie się illitu stwierdza w biellicowych glebach Karim (1954).

Nie obserwuje się tego rodzaju zmian w składzie mineralnym prof. 22, reprezentującym gleby pyłowe zalewane wodą bogatą w wapń (tab. III). Powierzchniowy poziom tej gleby zawiera w sumie więcej minerałów ilastych od warstw gleby pierwotnej. Wynika to z osadzania się w stawie dość dużej ilości ziarn marglu wymywanych z rędzin występujących na terenie zlewni. Warstwy gleby pierwotnej mają natomiast zawartość minerałów ilastych do siebie podobną.

Ilość zaakumulowanej materii organicznej w powierzchniowych poziomach tego gatunku gleb (tab. III) waha się w szerokich granicach. Zasiób i jakość jej zależy bowiem od żyzności stawu, formacji roślinnej zbiornika oraz od warunków środowiska, w jakich ona się tworzy. Organizmy planktonowe, glony poroślowe a także i rośliny zanurzone o miękkich liściach, łatwo ulegają rozkładowi w przeważających w stawie warunkach anaerobowych, dając w efekcie próchnicę mullową na brunatno zabarwioną (kwasy ulminowe). Roślinność wynurzona rozkłada się wolniej i tworzy się z niej próchnica typu moder, a nierzadko i typu mor. W związku z tym w stawach o wysokiej kulturze większa ilość próchnicy gromadzi się w dnie ich głębszej części, a w stawach zarośniętych roślinnością wynurzoną bogatsze są w materię organiczną gleby płytkich partii stawu. Pewna część wyprodukowanej masy organicznej w stawach jest poza ich obręb odprowadzana ze spuszczoną wodą czy zabierana w postaci szuwarów i ryb. Mimo to jednak dzięki istniejącym w środowisku stawowym niekorzystnym warunkom rozkładu (warunki tlenowe), proces akumulacji materii organicznej w dnie przeważa nad jej rozkładem. Dość duża ilość substancji organicznych w porównaniu z głębszymi warstwami gleby pierwotnej, występuje także w poziomach eluwialnych. Wskazuje to na znaczne przemieszczanie się związków próchnicznych z powierzchniowej warstwy w głąb profilu. Stwierdzono również, że wyciągi w rozcieńczonych kwasach (HCl, H₂SO₄) próbek gleb z poziomów eluwialnych zawierają bardzo dużą w porównaniu z pozostałymi warstwami ilość rozpuszczonych związków próchnicznych o zabarwieniu żółto-brunatnym. Pozwala to przypuszczać, że pośród przemieszczających się w profilu związków organicznych poważną część stanowią rozpuszczalne w wodzie fulwokwasy. Większą zawartość fulwokwasów w głębszych warstwach biellicowych gleb uprawnych wykazuje Konecka-Betley (1961).

Stosunek węgla organicznego do ogólnego azotu (tab. III) w próchnicznych poziomach gleb o cechach bielcowych jest tylko nieco szerszy od podanych przez Musierowicza (1953) i Kononową (1955) dla podobnych gleb uprawnych. Potwierdza to zaobserwowany w terenie dość daleko posunięty stopień rozkładu materii organicznej w tego gatunku glebach stawowych. Niezbyt szeroki stosunek C:N może być również w pewnym stopniu uwarunkowany domieszką w organicznych osadach resztek planktonu, którego C:N, jak cytuje wg Misry Stangenberg (1949), wynosi około 6. Zapewne ten powód jak i szybkość rozkładu osadów planktonowych przyczyniły się do tego, że stosunek C:N w najświeższej warstwie osadów (A₀G) w prof. 16 wynosi tylko 10,45. Dużo węższy stosunek C:N od opisanych powyżej gleb notuje się w alkalicznym prof. 22. Podobne zjawisko w obojętnych glebach uprawnych tłumaczy Hesselman tendencją wzrostu zawartości azotu w próchnicy gleb o mniejszej kwasowości (cyt. Tiurin 1937). We wszystkich profilach badanych gleb ze wzrostem głębokości C:N sukcesywnie maleje. Ta zmienność stosunku C:N w profilu zapewne będzie związana z faktem przemieszczenia się w dół profilu różnych komponentów próchnicy oraz, jak wykazuje Stevenson (1959), z obecnością w głębszych warstwach gleby dość znacznych w porównaniu z małą ilością węgla związanych z minerałami ilastymi i wolnych związków azotu, które w dodatku wg P a a u w'a (1962) mogą przemieszczać się w postaci azotanów w głąb gleby w czasie zimowych opadów. Do związków próchnicznych mogących wpływać na zwięźnienie się C:N w głębszych warstwach gleby należą fulwokiwy, które wg Tiurina (1937) i Siuty (1960) mają węższy stosunek C:N niż kwasy humusowe, czy nierozłożone resztki roślin w powierzchniowej warstwie gleby.

Stosunki chemiczne panujące w profilach badanych gleb obrazują wykonane różnego typu analizy chemiczne (tab. IV, V). Dla uniknięcia pewnej segregacji, jaka istnieje przy wyodrębnianiu frakcji koloidalnej gleby, analizowano próbki in toto (K o m o r n i c k i 1959). Całkowitej frakcjonowanej analizie poddano glebę prof. 18. W glebach reszty profili, ze względu na to, że przy ekstrakcji gleby kwasem met. Tokarskiego do roztworu przechodzą w całości alkalia a także zwykle żelazo i fosfor, analizowano tylko same wyciągi 20% HCl, a części nierozpuszczalne gleby podano w sumie w procentach wagowych (tab. V). Pozwala to również jak w wypadku całej masy gleby, określić niektóre przemiany chemiczne na tle procesów glebotwórczych, a ponadto lepiej charakteryzuje glebę z punktu widzenia jej potencjalnej żyźności.

Z analiz chemicznych wynika, że w profilu gleb o morfologicznych cechach bielcowych zachodzą znaczne chemiczne przemiany. Górne poziomy (A₁G, A₂G) zawierają w porównaniu z dolnymi B i C dużo mniej żelaza, manganu, magnezu, potasu i glinu. Przy tym z poziomów górnych, z wyjątkiem prof. 14, warstwa próchniczna z reguły jest uboższa w żelazo

Tabela IV
Table IV

Skład chemiczny rozpuszczalnej (R) i nierozpuszczalnej (N) w 20 % HCl części gleby dna stawu - prof. 18
Chemical composition of a 20 % HCl extract - soluble part (R) and insoluble part (N) of pond bottom soil - profile 18

Głębokość w cm Depth in cm (Level)	0 - 16 (A ₁ G)				16 - 29 (A ₂ G)				29 - 55 (B - C)			
	R	N	Suma Total		R	N	Suma Total		R	N	Suma Total	
			% węg. in per cent by weight	% mol. in molar %			% węg. in per cent by weight	% mol. in molar %			% węg. in per cent by weight	% mol. in molar %
SiO ₂	4,26	75,74	80,00	89,80	4,36	76,81	81,67	89,39	7,24	68,33	75,57	86,17
P ₂ O ₅	0,06	-	0,06	0,05	0,02	-	0,02	0,01	0,04	-	0,04	0,02
Al ₂ O ₃	3,42	5,40	8,82	5,83	3,63	6,10	9,73	6,27	4,65	6,00	10,65	7,16
Fe ₂ O ₃	1,96	śląd trace	1,96	0,63	2,12	śląd trace	2,12	0,87	5,56	śląd trace	5,56	2,38
TiO ₂	-	0,56	0,56	0,47	-	0,54	0,54	0,44	-	0,52	0,52	0,44
MnO	0,02	-	0,02	0,02	0,02	-	0,02	0,02	0,03	-	0,03	0,03
CaO	0,49	0,56	1,05	1,26	0,44	0,54	0,98	1,15	0,42	0,52	0,94	1,15
MgO	0,29	0,30	0,59	0,99	0,40	0,30	0,70	1,15	0,58	0,42	1,00	1,70
K ₂ O	0,49	-	0,49	0,35	0,41	-	0,41	0,29	0,63	-	0,63	0,46
Na ₂ O	0,30	-	0,30	0,32	0,29	-	0,29	0,31	0,32	-	0,32	0,35
SO ₃	0,11	-	0,11	0,10	0,11	-	0,11	0,10	0,16	-	0,16	0,14
Woda hygroscopijna Hygroscopical water	-	-	1,21	-	-	-	1,00	-	-	-	1,79	-
Strata prażenia Loss on ignition	-	-	4,91	-	-	-	2,51	-	-	-	2,92	-
Suma Total	11,40	82,56	100,08	100,00	12,30	84,29	100,10	100,00	19,63	75,79	100,13	100,00
SiO ₂ : R ₂ O ₃ mol.				13,48				12,52				9,03
SiO ₂ : Al ₂ O ₃ "				15,40				14,26				12,03
Al ₂ O ₃ : Fe ₂ O ₃ "				7,02				7,20				3,01

Uwaga: SiO₂ w części rozpuszczalnej w HCl uruchomiono 5 % Na₂CO₃

Note: SiO₂ in a HCl - soluble part was activated with 5 % Na₂CO₃

Tabela V
Table V

Skład chemiczny rozpuszczalnej w 20% HCl części gleby profili dna stawów (powietrznie suchej gleby)
Chemical composition of a 20% HCl - soluble part of soil in profiles of pond bottom (of air-dried soil)

Nr No prof.	Poziom Level	Głębokość Depth in cm	Zawartość składników - % Contents of components - %								Suma części rozpuszcz. w HCl Total of soluble parts	Strata na Całobitną Calcination loss on ignition	Suma części rozpuszcz. w HCl Total of soluble parts	Suma Total	Stosunki molarne Molar ratios			
			SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O					Na ₂ O	SO ₃	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	Mg/ Ca
1	A ₁ G	0-15	0.53	0.14	2.65	1.48	0.01	0.66	0.20	0.72	0.42	0.29	7.11	8.17	84.89	100.17	2.39	0.42
	A ₂ G	16-43	0.49	0.14	3.14	1.80	0.02	0.40	0.48	0.70	0.38	0.27	7.82	3.81	88.64	100.27	2.73	1.68
	B	43-63	0.46	0.08	4.36	4.32	0.07	0.38	0.66	1.04	0.42	0.28	12.07	4.82	93.33	100.22	1.58	2.41
11	A ₁ G	0-15	0.53	0.10	2.30	1.08	0.01	0.48	0.18	0.62	0.28	0.27	5.85	7.86	86.48	100.15	1.90	2.79
	A ₂ G	15-29	0.42	0.05	2.27	1.52	0.01	0.34	0.38	0.50	0.20	0.23	5.92	2.37	91.87	100.16	2.33	1.54
	B	29-60	0.39	0.06	3.54	3.64	0.04	0.34	0.44	0.77	0.25	0.27	9.74	4.09	86.24	100.07	1.52	1.79
13	A ₁ G	0-10	0.43	0.08	2.78	1.84	0.02	0.48	0.56	0.31	0.32	0.22	7.04	10.21	82.88	100.13	2.37	1.62
	A ₂ G	10-25	0.40	0.04	2.44	1.84	0.02	0.32	0.48	0.25	0.35	0.16	6.30	2.62	91.25	100.17	2.08	2.09
	B	25-35	0.46	0.06	4.12	4.20	0.05	0.44	0.68	0.52	0.36	0.13	11.02	5.47	83.56	100.05	1.54	2.47
14	A ₁ G	0-7	0.46	0.07	3.53	3.48	0.04	0.40	0.61	0.44	0.35	0.12	9.50	4.60	85.93	100.03	1.59	2.13
	A ₂ G	7-25	0.40	0.06	2.54	1.84	0.02	0.36	0.40	0.35	0.31	0.29	6.77	3.57	89.91	100.25	2.17	1.55
	B	25-60	0.37	0.09	2.99	3.40	0.03	0.34	0.54	0.61	0.32	0.30	9.04	3.23	87.77	100.04	1.36	2.20
16	A ₁ G	0-5	0.45	0.12	2.80	1.88	0.02	0.70	0.62	0.70	0.85	0.43	10.66	12.74	76.88	100.28	2.05	1.57
	A ₂ G	5-27	0.54	0.06	2.74	1.48	0.01	0.30	0.40	0.62	0.20	0.26	6.81	5.30	87.77	100.08	2.93	1.11
	B	27-46	0.42	0.08	3.10	2.16	0.02	0.40	0.52	0.80	0.27	0.21	7.98	3.17	89.08	100.25	2.25	1.82
19	A ₁ G	0-10	0.41	0.08	3.92	3.76	0.03	0.36	0.60	0.88	0.25	0.23	10.92	3.93	85.61	100.11	1.64	2.33
	B	10-100	0.44	0.08	4.14	3.16	0.03	0.34	0.68	0.90	0.23	0.26	10.26	3.97	85.95	100.16	2.05	2.77
	C	80-100	0.63	0.10	3.40	1.44	0.02	0.72	0.56	0.37	0.38	0.28	8.10	7.60	84.45	100.15	3.71	1.09
22	A ₁ G	0-22	0.43	0.08	3.88	1.84	0.02	0.48	0.56	0.41	0.37	0.32	8.39	4.12	87.59	100.10	3.31	1.62
	B-C	44-65	0.38	0.08	4.71	4.60	0.02	0.50	0.64	0.49	0.33	0.29	12.04	4.74	83.24	100.02	1.60	1.79
	C	13-36	0.42	0.10	2.32	1.80	0.01	0.26	0.66	0.66	0.74	0.40	15.29	10.30	74.85	100.44	2.02	0.11
22	A ₁ G	0-13	0.30	0.09	1.56	1.56	0.02	0.46	0.58	0.40	0.58	0.40	7.73	3.14	89.55	100.42	1.55	0.29
	C	36-60	0.26	0.08	1.52	1.28	0.03	1.60	0.38	0.65	0.59	0.42	6.81	2.74	90.72	100.27	1.86	0.33

w większości wypadków w magnez, a bogatsza w potas. Większa ilość wszystkich tych składników w poziomie A₁G, prof. 14 wiąże się prawdopodobnie ze znacznie większą zasobnością w nie wody, którą zalewa się ten staw. Ubytkowi wymienionych składników w warstwie próchnicznej i eluwialnej, towarzyszy równoczesny wzrost zawartości ogólnej krzemionki (tab. IV), zwłaszcza najwyraźniej zaznacza się to w poziomie A₂G. W poziomie tym występuje również wzrost nierozpuszczalnej części gleby pozostającej po wyciągach 20% HCl (tab. V).

Porównując między sobą dwa dolne poziomy (B i C) stwierdzamy nieco większą ilość żelaza a niekiedy potasu i innych składników w poziomie iluwialnym niż w warstwie skały macierzystej. Nagromadzenie się żelaza czy innych składników w iluwialnym poziomie jest jednak dużo mniejsze od ubytku ich w górnych warstwach gleby, mimo że w sumie miąższość warstw górnych w większości wypadków przewyższa grubość poziomu B.

Wapń, który ze względu na ujemny bilans w stawach jest przez nawożenie niemal systematycznie dostarczany, w odróżnieniu od biellicowo-glejowych gleb innych użytków, występuje w największej ilości w warstwach powierzchniowych. W głębszych warstwach gleb wytworzonych na lessach czy pyłach deluwialnych zawartość wapnia jest podobna, natomiast w glebach na utworach wodnego pochodzenia zwykle spada z głębokością profilu. Podobnie rozmieszczony w profilu jest fosfor rozpuszczalny w 20% HCl, z tym, że często najmniejsze jego ilości występują w warstwach eluwialnych.

O stopniu zróżnicowania w rozmieszczeniu w profilach żelaza, glinu i magnezu świadczą najwymowniej stosunki molarne SiO₂ : R₂O₃, SiO₂ : Al₂O₃ (tab. IV) oraz Al₂O₃ : Fe₂O₃ i MgO : CaO w wyciągach 20% HCl (tab. V). Średnie wartości tych ostatnich stosunków w poszczególnych poziomach profilu przedstawia ryc. 4. Ze stosunków tych wynika, że całkowita zawartość glinu w tych glebach nie wykazuje dużych zmian. Wahania stosunku glinu do żelaza pomiędzy warstwami są więc głównie spowodowane przemieszczeniem się Fe. Stosunek magnezu do wapnia świadczy, że Mg jest w dużo większym stopniu ługowany z górnych warstw gleby aniżeli wapń.

Ogólnie mniejsza ilość składników rozpuszczonych w 20% HCl, a przede wszystkim duży ubytek żelaza i magnezu w górnych poziomach profilu dowodzi, że w warstwach tych następuje rozpad mineralnego kompleksu sorpcyjnego i znaczne z nich wyługowanie produktów tego rozkładu.

O redukcji i zmianie jakości minerałów ilastych w górnych warstwach profilu tych gleb świadczy również bardzo duży spadek pojemności sorpcyjnej poziomów eluwialnych (tab. VI). W poziomach akumulacyjnych zjawisko to nie występuje tak wyraźnie, ponieważ spadek sorpcji kompleksu mineralnego wyrównuje obecne w nich w dość znacznej ilości związki próchniczne. W rezultacie tego jednak, pojemność sorpcyjna poziomu

Tabela VI
Table VI

Zawartość zasadowych kationów wymiennych (S_1) kwasowość hydrolityczna (H_h),
 poziom nasycenia zasadami (V_h), pojemność sorpcyjna ($H_h + S_1$) Gleb dna stawów
 Contents of basic exchangeable cations (S_1), hydrolytic acidity (H_h),
 degree of saturation with basic cations (V_h), sorption capacity ($H_h + S_1$) of pond bottom soils

Nr No. profil.	Głębokość Depth in cm	Zasadowe kationy wymienne Basic exchangeable cations						H_h	$H_h + S_1$	V_h in %	Suma kationów zasadowych wz. kationowa mg-cw./100 g gleby Total - basic cations after Kampen m.e./100 g soil
		Ca	Mg	K	Na	Suma					
						Total S_1 mg-row./100 g gleby m.e./100 g soil					
1	A ₁ G	8.12	1.99	0.27	0.56	10.75	3.7	14.44	74	12.3	
	A ₂ G	1.60	0.44	0.14	0.13	2.31	3.5	6.80	48	3.7	
	B	3.42	1.80	0.16	0.15	5.53	4.9	10.43	53	6.2	
	C	3.18	2.56	0.21	0.13	6.03	5.6	11.63	52	6.6	
12	A ₁ G	4.86	1.37	0.26	0.23	6.72	4.2	10.92	62	7.5	
	A ₂ G	1.28	0.31	0.13	0.14	1.86	2.3	4.15	44	2.3	
	B	1.74	2.35	0.15	0.16	4.40	4.3	6.70	51	5.0	
	C	1.58	4.52	0.24	0.17	6.51	4.7	11.20	53	6.5	
13	A ₁ G	6.12	0.94	0.20	0.14	7.40	6.1	13.50	53	7.4	
	A ₂ G	1.85	0.37	0.06	0.09	2.35	2.0	4.30	53	2.3	
	B	3.24	4.45	0.16	0.16	7.99	2.1	10.09	79	9.0	
	C	2.52	3.56	0.15	0.14	6.37	3.7	10.07	63	6.8	
14	A ₁ G	8.70	2.57	0.55	0.35	12.17	6.4	18.57	66	15.8	
	A ₂ G	2.50	0.40	0.23	0.20	3.33	3.3	6.63	50	3.9	
	B	2.95	1.69	0.12	0.21	4.97	3.2	8.16	61	5.3	
	C	2.35	1.75	0.11	0.23	4.44	3.6	8.04	55	5.0	
16	A ₀ G	5.60	8.48	0.38	0.26	14.72	3.9	18.62	79	14.7	
	A ₁ G	4.82	2.11	0.23	0.20	7.36	3.5	10.86	68	6.5	
	A ₂ G	2.40	0.44	0.16	0.13	3.13	2.6	5.73	55	3.0	
	B	2.52	0.58	0.14	0.13	3.37	5.2	8.57	59	4.0	
18	A ₁ G	1.63	0.49	0.15	0.13	2.40	7.6	10.00	24	2.7	
	A ₂ G	4.90	1.05	0.17	0.26	6.38	5.4	11.77	94	6.9	
	B-C	1.95	0.30	0.10	0.14	2.49	4.4	6.88	36	3.9	
	A ₁ G	1.70	0.45	0.15	0.14	2.44	9.1	11.54	21	3.7	
19	A ₁ G	6.26	1.03	0.15	0.17	7.61	5.7	13.31	57	8.0	

próchnicznego przy przeciętnych ilościach próchnicy (do 5%), niewiele przekracza pojemność nie zmienionej warstwy gleby pierwotnej.

Ilość zaadsorbowanych zasadowych kationów wymiennych jest w tych glebach naogół niewielka i występuje w poszczególnych poziomach profilu w różnych ilościach (tab. VI). Wiąże się to nie tylko z wielkością pojemności sorpcyjnej danej warstwy, lecz także z nawożeniem, jakością wody oraz z chemicznymi właściwościami pierwotnej gleby. W próchnicznych poziomach tej grupy gleb ilość kationów zasadowych jest zwykle najwyższa i zarazem najbardziej labilna. Zależy ona bowiem głównie od stosowanego nawożenia i jakości wody stawu. Poziomy eluwalne, których pojemność sorpcyjna jest najmniejsza, mają w porównaniu z pozostałymi warstwami również najmniej kationów zasadowych. Dolne warstwy B i C dziedziczą głównie tę właściwość po skale macierzystej. Stąd w profilu gleb wytworzonych na silnie kwaśnych utworach pyłowych wodnego pochodzenia, mają one najmniejszą zawartość zasadowych kationów wymiennych, a w glebach wytworzonych na lessach mogą zawierać nawet ich znaczną ilość. Wśród kationów wymiennych gleb wytworzonych na utworach pyłowych wodnego pochodzenia we wszystkich poziomach profilu przeważa wapń. Wyjątek stanowi tylko wydzielona w prof. 16 najświeższa warstewka osadu (A_0), w której ilość magnezu znacznie przekracza ilość wapnia. Ta zaskakująca duża ilość magnezu wiąże się zapewne albo z nawożeniem tego stawu wapniakiem w 1961 roku, albo też pochodzi z rozkładu dużej masy glonów, jakie na pewno rozwinęły się w tym stawie pod wpływem intensywnego nawożenia (N + P). W glebach wytworzonych na lessach wapń przeważa nad innymi kationami w obu poziomach powierzchniowych. W dolnych warstwach natomiast zdarza się często, że dominuje wymienny magnez. W ogóle górne warstwy gleb lessowych, podobnie jak w wyciągach 20% HCl mają najczęściej mniej wymiennego magnezu niż warstwy dolne. Szczególnie małe ilości magnezu wymiennego występują we wszystkich tych glebach w poziomach eluwalnych. Zawartość potasu i sodu wymiennego jest ogólnie biorąc mała, przy czym najwyższe ich ilości występują w warstwach próchnicznych, a najniższe w poziomach eluwalnych.

Różnie rozmieszczony jest w profilu takich gleb także fosfor przyswajalny (tab. III). Górne poziomy mają go wyraźnie więcej od warstw dolnych. Bardzo silnie różnica ta oznacza się w stawach nawożonych fosforem, w których ilość jego w dnie koreluje z intensywnością nawożenia (B r e e s t 1921, P a s t e r n a k 1963). Zawartość tej formy fosforu w poziomach eluwalnych dorównuje, lub w stawach nawożonych w przeszłości, może przekraczać ilość tego składnika w warstwach próchnicznych. Wydaje się, że fakt posiadania przez górne warstwy większej ilości przyswajalnego fosforu, łączy się z nieco wyższym pH i z ubytkiem w nich głównych sorbentów P, jakimi są wodorotlenki żelaza i minerały ilaste grupy montmorylonitu, które wg G o r b u n o w a (1959) ujawniają wyższą sorpcję

jonów PO_4 za pośrednictwem wymiany jonów OH aniżeli mniej zdyspergowany kaolinit, a więc odwrotnie niż zdawałby się wskazywać ich stosunek $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$.

Skład chemiczny w profilu gleb pyłowych, zalewanych wodą o dużej twardości, jak to wynika z analiz gleby prof. 22, kształtuje się odmiennie. Stosunki molarne $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$ w wyciągu 20% HCl wskazują, że w profilu ich nie zachodzi większe przemieszczanie czy ługowanie żelaza. Minimalnie mniej żelaza i manganu ma tylko powierzchniowa warstwa gleby. Zaslugujące na uwagę różnice występują pomiędzy poziomami tylko w zawartości wapnia i magnezu. Duży wzrost tych składników występuje z podanych na wstępie przyczyn w warstwie powierzchniowej. W podścielających ją warstwach gleby pierwotnej ilość ich raptownie spada. Ze stosunku $\text{MgO} : \text{CaO}$ wynika, że z wody wytrąca się głównie węglan wapnia. Stosunki chemiczne w obrębie tego profilu, potwierdzają morfologiczne obserwacje terenowe i wskazują, że w tego rodzaju środowisku występujący w powierzchniowej warstwie gleby proces glejowy nie powoduje w niej większej destrukcji.

Omówienie wyników

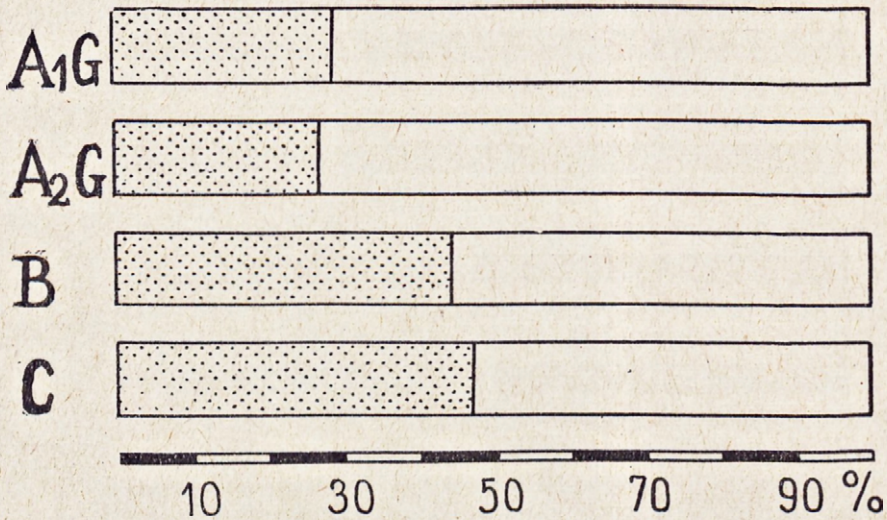
Z przedstawionych danych wynika, że w kształtowaniu się pyłowych gleb stawowych biorą udział zasadniczo dwa współdziałające ze sobą procesy, tj. akumulacyjny i glejowy. Proces torfotwórczy zachodzić może tylko w zaniedbanych stawach w skrajnie ukształtowanym bio-ekologicznym środowisku.

Proces akumulacyjny prowadzi do ciągłego gromadzenia się na powierzchni gleby osadów organicznych i mineralnych, które po wymieszaniu ich przez żerujące na dnie ryby z glebą pierwotną, tworzą w profilu gleby stawowej próchniczną warstwę, wg wielu autorów (S t a r m a c h 1956), biologicznie najbardziej czynną. W procesie tym przeważa akumulacja materii organicznej. Gromadzenie większej ilości związków mineralnych, np. wapnia występuje w tych glebach zwykle tylko wtedy, kiedy woda jaką zalewa się staw jest w te składniki bogata. W wyniku gromadzenia się osadów, a w części też i wnikania ich przez mieszanie w łatwo rozmywane pyłowe podłoże, wzrasta miąższość powierzchniowej warstwy. Stopień jej wzrostu, a zarazem wypływanie stawu, przy racjonalnych zabiegach pielęgnacyjnych, jest dzięki dobrym własnościom fizycznym tych gleb na ogół nieduży. W dobrze przewiewnych glebach pyłowych, mineralizacja nagromadzonej materii organicznej w czasie osuszania stawów zachodzi stosunkowo szybko. Proces akumulacji oprócz systematycznej eutrofizacji powierzchniowej warstwy gleby przyczynia się także poprzez rozcieńczanie organiczną masą mineralnej części gleby do polepszenia jej tekstury, co jest bardzo ważne, jeśli chodzi o poruszanie się żyjących w niej organizmów bentosowych.

Proces glejowy rozpoczyna się w nasyconej wodą powierzchniowej warstwie gleby od chwili nagromadzenia się w niej odpowiedniej ilości materii organicznej. Jego nasilenie i związane z tym glebotwórcze skutki mogą być różne w zależności od środowiska w jakim zachodzi.

W glebach pyłowych stawów zalewanych wodą o dużej twardości (tab. I), w których zachodzi duża akumulacja wapnia i magnezu przez co mają one odczyn alkaliczny (tab. V, III), proces glejowy nie prowadzi do znaczniejszych zmian morfologicznych i chemicznych w profilu. Często w takich glebach powstają pewne nieregularne wybielenia mineralnej masy gleby, ale wobec niemożności wymycia węglanów, zakwaszenia środowiska oraz małej ruchliwości próchnicy nasyconej wapniem i magnezem nie następuje w nich znaczniejsze przemieszczanie się zredukowanego żelaza i rozpad minerałów ilastych.

W glebach pyłowych ubogich w składniki zasadowe, zalewanych wodą mało w nie zasobną, proces glejowy przybiera ostrą formę. Sprzyja temu ich zwykle kwaśny odczyn (tab. III), zasobność w łatwo rozpuszczalne w wodzie kwaśne związki próchniczne (fulwokwasy) oraz związana ze składem mechanicznym stosunkowo niezła ich aeracja. Obejmuje on w tych glebach nie tylko dobrze nasyconą wodą warstwę próchniczną, lecz także podścielającą ją górną warstwę gleby macierzystej, do której kapilarnie przenikają wraz z wodą związki organiczne, warunkujące procesy redukcyjne (tab. III). W obu tych warstwach, jak wynika z analiz (tab. III, ryc. 2, 3) proces glejowy w zależności od intensywności wapniowania gleb prowadzi w końcowym efekcie do silniejszego lub słabszego rozpadu minerałów ilastych grupy illitu i montmorylonitu oraz zwiększenia kaolinitu, kwarcu i krzemionki. Zredukowane produkty tego rozpadu a także towarzyszące im składniki migrują z oglejonych miejsc o wyższych ich stężeniach do stref o mniejszym stężeniu i wyższym potencjale tlenowym, którymi to strefami w profilu gleby stawowej są od góry woda stawu, a od dołu głębsza warstwa nieoglejonej gleby. W odróżnieniu od odgórnie oglejonych gleb lądowych część tych składników rozpuszcza się w wodzie stawu, a druga część zgodnie ze zstępującym ruchem wody w profilu przemieszcza się do głębszej nieoglejonej warstwy gleby, gdzie Fe^{2+} , Mn towarzyszące im substancje organiczne utleniają się i następuje ich wytrącenie wraz z innymi składnikami. O przenikaniu do wody z tych warstw pewnej części dwuwartościowego żelaza oraz innych składników świadczy jego wzrost w poziomie wmywania nieproporcjonalnie mały w stosunku do ubytku w górnych warstwach (tab. IV, V). Rozpuszczona w wodzie część mineralnych składników gleby nie wraca już w całości do obiegu w stawie, gdyż pewna ich ilość uchodzi ze spuszczoną wodą stawu oraz jest zabierana przez człowieka w postaci ryb czy szuwarów. Po odwodnieniu stawu, ta wędrująca w górę część Fe^{2+} utlenia się i wytrąca na powierzchni dna stawu, tworząc charakterystyczne rdzawe plamy. Analizy chemiczne dowodzą, że w wyniku procesu glejowego najsilniej są lugo-







Ryc. 2. Średni procentowy udział mineralów grupy montmorylonitu  i kaolinitu  w substancji ilastej poszczególnych poziomów profilu glejowych gleb stawowych (oznacz. met. Tokarskiego).

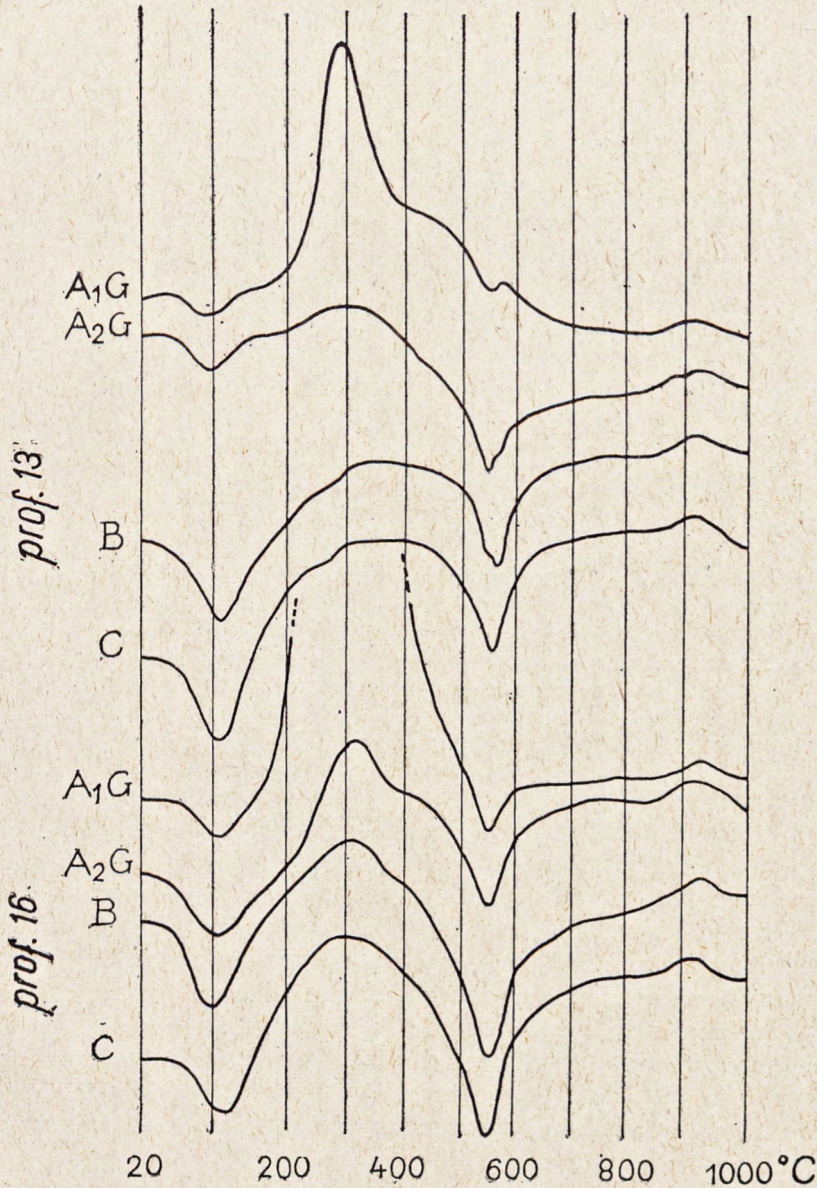
Fig. 2. Mean contents in per cent of minerals of montmorillonite  and kaolinite  groups in clay substance in individual levels of pond gley soil profile (by Tokarski's method).

wane z górnych warstw gleby żelazo, mangan i magnez. Zawartość glinu w tych warstwach wykazuje stosunkowo mniejsze ubytki (tab. IV). Wiąże się to, wydaje się, z niezbyt silnym spadkiem odczynu w górnych warstwach gleb stawów spowodowanym tym, że wymywany wapń jest stale przez wapniowanie uzupełniany (ryc. 4).

W efekcie tych przemian, pod warstwą próchniczną gleby, w miejscach redukcji i zgodnie z jej nasileniem, powstaje mniej lub więcej wybielony poziom eluwalno-glejowy (A₂G), a pod nim zarysowuje się, zwykle niezbyt silnie, poziom iluwalny (B). Intensywność wybielenia i miąższość poziomu eluwalnego może być orientacyjną miarą stopnia oglejenia gleby. Biorąc pod uwagę miąższość poziomów eluwalnych badanych gleb i wiek stawu, wydaje się, że mimo dużej dynamiki procesu glejowego i korzystnych warunków jego przebiegu, tempo przesuwania się procesów redukcyjnych w głąb profilu z biegiem czasu jest nieco wolniejsze. Być może przyczynia się do tego zmniejszenie się przesiąkliwości poziomów eluwalnych, na skutek zmian wywołanych przez proces glejowy w składzie mechanicznym i strukturze gleby. O zmniejszeniu się przepuszczalności oglejonych poziomów gleb lądowych wspominają Skwarcow (1957) i Siuta (1961). Wytracone w poziomie iluwalnym związki Fe⁺⁺⁺ równomiernie pokrywają poszczególne mechaniczne cząstki gleby i z wyjątkiem dłużej osuszanych stawów przesadkowych nie tworzą większych

konkrekcji. Świadczy to o stosunkowo małych wahaniach układu oksydo-redukcyjnego w profilu tych gleb.

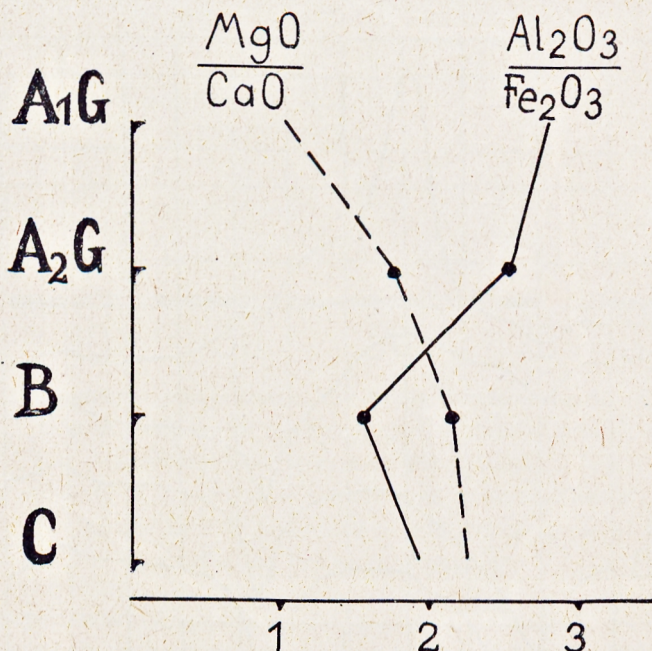
Zubożenie w ogólny potas, czy fosfor oraz wymienny magnez w wyniku procesu glejowego szczególnie silnie zaznacza się w poziomach elu-



Ryc. 3. Krzywe termiczne różnicowe.

Fig. 3. Differential thermal curves.

wialnych. W warstwie próchnicznej bowiem składniki te na skutek równoległego zachodzącego procesu akumulacyjnego są częściowo ze środowiska wodnego uzupełniane. Zwłaszcza ma to miejsce w tych stawach, które intensywnie są nawożone. Sztucznie przez nawożenie jest w poziomie A_1G



Ryc. 4. Średnie stosunki molarne w profilu glejowych gleb stawowych (składniki rozpuszczone w 20% HCl).

Fig. 4. Mean molar ratios in pond gley soil profile (components dissolved in 20% HCl).

uzupełniany wapni. Proces glejowy powoduje również zmniejszenie się w górnych warstwach gleby pojemności sorpcyjnej, co przyczynia się z kolei do ograniczenia ilości najbardziej dostępnych dla roślin w stawie kationów wymiennych. Szczególnie występuje to najjaskrawiej w tych glebach, których zawartość próchnicy jest niewielka. Ubytek związków próchnicznych w takich glebach powoduje również pogorszenie się ich właściwości fizycznych (Pasternak 1959). Zubożenie górnych warstw gleby w sorbenty mineralne (żelazo, illit, montmorylonit) jest prawdopodobnie także główną przyczyną uruchomienia fosforu i potasu, gdyż zmniejsza to szanse ich fizyko-chemicznej retrogradacji. Wszystkie te gleby wykazują w próchnicznej warstwie większe lub mniejsze nagromadzenie się siarczanów.

Silnie zdegradowane przez proces glejowy pyłowe gleby stawowe mogą więc zawierać zbyt mało potrzebnych do optymalnego rozwoju roślinności w stawie dostępnych form magnezu, manganu, a może także i żelaza, kiedy

ilość jego w wodzie zasilającej staw jest zbyt mała. Prawdopodobnie dodatnie efekty dałoby nawożenie ich mielonym wapniakiem zasobnym w magnez oraz nawozami zawierającymi domieszkę manganu. Mniejsze skłonności tych gleb do unieruchamiania fosforu pozwalają przy nawożeniu fosforowym stosować niższe dawki tego składnika.

Omówione wyniki badań pozwalają stwierdzić, że w kształtowaniu się pyłowych gleb stawów zasilanych wodą zasobną w zasadowe składniki dominuje proces akumulacji, a w ewolucji gleb zalewanych wodą ubogą w wapń i magnez przeważa proces glejowy. Przyjmując dominujący proces glebotwórczy za kryterium typologiczne, pierwszą grupę badanych gleb należałoby zaliczyć do podtypu eutroficznych gleb stawowych, a drugą do podtypu oligotroficznych gleb glejowych. Szczegółowszy podział tych gleb będzie już tematem odrębnego opracowania.

Panu prof. drowi K. S t a r m a c h o w i składam podziękowania za powierzenie mi opracowania tego tematu i cenne rady w trakcie wykonywania tej pracy.

SUMMARY

As results from field and laboratory investigations carried out by the author in the years 1960—61, two pedogenetical processes acting in common, the accumulative and the gley process, take part in the formation of silt loam pond soils.

The accumulative process tends to a continual accumulation on the surface of the soil of organic and mineral sediments which, after being mixed with the primordial soil by fish feeding at the bottom, form a humus stratum (A₁G) in the profile of the pond soil. In this process, accumulation of organic matter prevails. The amount of organic matter varies in extensive limits. The relation of carbon to the total nitrogen (Table III) indicates that the degree of decomposition of organic matter in the humus stratum of this kind of pond soil is rather important. In all the profiles of investigated soils C:N diminishes successively as the depth increases. This variability of C:N in the profile is probably connected with the fact of a downward transposition of the profile of various humus components (fulvic acids) and with the presence, in deeper layers of the soil, of fairly considerable, in comparison with the small amount of carbon, nitrogen compounds, connected with clayey minerals. An accumulation of a greater number of mineral compounds, such as calcium for instance (Table V), appears in these soils only when the water used for flooding the pond has a large amount of these components.

The gley process starts in the surface stratum of soil saturated with water from the moment when a suitable amount of organic matter is collected in it. Its intensity and the results in the formation of the soil connected with it may be various. In silt loam soils with a small amount of alkaline components flooded with water containing little of them, the gley process assumes an acute form. In these soils it comprises not only the humus layer well saturated with water but also the upper stratum of maternal soil underlying it, into which organic compounds, conditioning the reductive processes, penetrate by means of capillary porosity (Table III). In both these strata the gley process, in relation to the intensity of liming of the soil, finally leads to a stronger or weaker disintegration of clayey minerals of the illit and montmorillonite groups and to an accretion of the amount of kaolinite,

quartz, and silica (Tables III, IV, figs 2, 3). The reduced products of this disintegration and also the components accompanying them, as distinguished from terrestrial soils, migrate from the gley places partly to the water of ponds and partly, in accordance with the downward movement of water in the profile, to the deeper non-gley stratum of the soil where their precipitation takes place. As a result of the gley process iron, manganese, and magnesium are leached from the upper strata of the soil (Tables IV, V). The aluminium content in these strata shows relatively smaller losses. This is probably connected with a not very great decrease of reaction in the upper strata of pond soils (Table III) caused by the fact that the washed out calcium is constantly supplemented by liming. As a result of these alternations in the profile of the soils beneath the humus stratum, in places of reduction and in accordance with its intensity, a more or less podsolised alluvial-and-gley level is formed (A_2G) and under it an illuvial level (B) is outlined, usually not very strongly.

A decrease in the amount of total potassium and phosphate and exchangeable magnesium, resulting from the gley process, is especially strongly marked in alluvial levels. In the humus stratum these components, as a result of the accumulative process taking place parallelly, are partly supplemented from the water environment. This happens mostly in intensively fertilised ponds. The gley process also causes a diminution of the absorbing capacity in the upper layers of soil (Table VI), which in turn contributes to a limitation of the amount of exchangeable cations most accessible to plants in the ponds. A decrease of mineral sorbents in the upper strata of the soil (iron, montmorillonite, illit) is probably the principal cause of the mobilisation of phosphate and potassium (Tables III, IV), as it diminishes the chance of their physico-chemical retrogression. All these soils demonstrate a greater or lesser accumulation of sulphates (Table V) in the humus stratum.

In silt loam soils of ponds flooded with water of great hardness (Table I), in which a considerable accumulation of calcium and magnesium takes place, provoking alkaline reaction (Table III), the gley process does not lead to any significant morphological and chemical changes in the profile. Certain irregular podsolisations of the mineral mass of the soil often take place in such soils, but owing to the impossibility of washing out of carbonates, the acidification of the milieu, and the small mobility of the humus saturated with calcium and magnesium, no great displacement of the reduced iron or disintegration of clayey minerals take place.

In the formation of silt loam soils of ponds supplied with water with a low content of calcium and magnesium the gley process dominates, while the process of accumulation is foremost in soils flooded with water with a considerable amount of alkaline components.

LITERATURA

- Bloomfield C., 1956. The experimental production of podsolisation. VI Congress internationale de science du sol, E, V-3, 21—23, Paris.
- Bombóna M., 1957. Tworzenie się osadów dennych w stawach rybnych. Biul. Zakł. Biol. Stawów PAN, 4, 111—126.
- Breest F., 1921. Studien über die Phosphorsäure in Boden und in Wasser. Intern. Mitt. Bodenkunde, 11, 111—116.
- Breest F., 1925. Über die Beziehungen zwischen Teichwasser, Teichschlamm und Teichuntergrund. Arch. f. Hydrobiol., 15, 422—454.
- Bromfield S. M., 1954. The reduction of iron oxide by bacteria. J. Soil Sci., 5, 1, 129—139.

- Cronheim, Czensny R., 1919. Bodensuntersuchungen. Zeitschr. f. Fisch., 20, 22—37.
- Dobrzański B., 1958. Ustalenie metodyki oznaczania składu mechanicznego gleb. Roczn. Glebozn. dodatek do t. VII, 13—24.
- Earley J. W., Osthaus B. B., Milne J. H., 1953. Purification and properties of montmorillonit. Am. Min., 38, 707—724.
- Gorbuńov N. I., 1956. Zakonomiornosti rasprostranienija glinistych mineralov v glavnějších tipach počv SSSR. Počvov., 2, 75—89.
- Gorbuńov N. I., 1959. Značenie mineralov dla plodorodija počv. Počvov., 7, 1—13.
- Grim R. E., 1953. Clay Mineralogy. Mc Graw-Hill, New York-London-Toronto.
- Jarkow S. P., 1956. Dynamique saisonnière de certains processus dans les sols. VI Congrès internationale de la science du sol, E, V-66, 401—405, Paris.
- Just J., Hermanowicz W., 1955. Fizyczne i chemiczne badania wody do picia i potrzeb gospodarczych. Warszawa PZWL.
- Karim A., 1954. Mineralogical study of the colloid fractions of some great soil groups, with particular reference to illites. J. Soil Sci., 5, 140—144.
- Kępką M., 1962. Wstępne badania składu mineralnego frakcji < 0.002 mm gleby biellicowej i brunatnej. Roczn. Glebozn., XI, 161—173.
- Komornicki T., 1959. Studia nad frakcją ilastą kilku gleb podkrakowskich. Roczn. Glebozn., VIII, 3—48.
- Konecka-Betley K., 1961. Studia nad kompleksem sorpcyjnym gleb. Roczn. Glebozn., 10, 2, 469—520.
- Kononowa J., 1955. Zagadnienie próchnicy glebowej. PWRiL, Warszawa.
- Konstantinov A. S., Dodonova E. W., 1953. Soderżanie i dinamika organiczeskovo vieščestva ilovych otlożenii rozličnych prudov. Trudy Lim. Sat. v Kosinie vyp. 19.
- Kubienna W., 1953. Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Enke, Stuttgart.
- Lantsch C., 1925. Der Boden der Wielenbacher Teiche. Arch. F. Hydrobiol., 15, 406—411.
- Lundquist G., 1940. Zur Mikroskopie der Binnenseesedimente, Verh. Inter. Ver. Theoret. Lim., 9.
- Martin R. T., 1954. Calcium Oxalate formation in soil from hydrogen peroxide treatment, Soil Sci., 77, 143—145.
- Musierowicz A., 1953. Próchnica gleb. Roczn. Nauk. Rol., 67, A-3, 135—163.
- Musierowicz A., 1958. Gleboznawstwo szczegółowe, PWRiL, wyd. II, Warszawa.
- Mückenhausen E., 1956. Die Einteilung der Wasserbeeinflussten (hydromorphen) Böden Deutschlands. VI Congrès international de la science du sol, E, V-18, 111—114 Paris.
- Nemec A., Fastrowa J., 1941. Die Nährstoffgehalte der Teichwasser und Teichboden in Beziehung zu den natürlichen Zuwächsen der Teiche. Zeitschr. f. Fisch., 39, 489—518.
- Ohle W., 1937. Kolloidgehalte als Nährstoffregulatoren der Gewässer. Die Naturwissenschaft, 29, 471—474.
- Paauw van der F., 1962. Effect of winter rainfall on the amount of nitrogen available to crops. Plant. a. Soil., 16, 3, 361—380.
- Pasternak K., 1958. Wpływ różnych materiałów glebowych na skład chemiczny wody. Biul. Zakł. Biol. Stawów PAN, Kraków, 7, 27—60.
- Pasternak K., 1959. Gleby gospodarstw stawowych dorzecza Górnej Wisły. Acta Hydrobiol., 1, 3—4, 221—283.

- Pasternak K., 1963. Wstępne doświadczenia nad możliwością zastosowania polskiej mączki fosforytowej (annofosu) w nawożeniu stawów. *Acta Hydrobiol.*, 5, 4, 403—433.
- Pavel L., Uziak S., 1958. Minerale ilaste w glebach Karpat fliszowych. *Ann. Univ. M. Curie Skłodowska, E*, 13, 2, 49—70.
- Pavel L., Uziak S., 1960. Minerale ilaste gleb wytworzonych z utworów lessowatych i pyłowych pochodzenia wodnego. *Roczn. Glebozn. dodatek do t. IX*, 161—163.
- Post L. V., 1862. Studier oiver nutidens koprogena jordbilodningar (gyttja, dy och mull) — Studien über die koprogenen Erdbildungen der Neuzeit (Gyttja, Dy und Humus). *R. Sw. Vet. Akad. Hyd.*, 4.
- Schwabe G. H., Klinge H., 1960. Gewässer und Boden als Forschungsgegenstand. *Anal. de Edaf. y Agrobiol.*, XIX, 9—10, 519—568.
- Siuta J., 1960. Wstępne badania nad udziałem glebowej substancji organicznej w sorpcji wymiennej kationów. *Roczn. Glebozn.*, 9, 2, 57—67.
- Siuta J., 1961. Wpływ procesu glejowego na kształtowanie się cech morfologicznych i właściwości chemicznych profilu glebowego. *Rocz. Glebozn.*, 10, 2, 367—395.
- Skworcov A. F., 1957. Glejeobrazowanije i fizičeskije svoistwa počv. *Počvov.*, 11, 97—104.
- Standard Methods for the Examination of Water, Sewage and Industrial Wastes, 1955, Tenth edition, APHA, New York.
- Stangenberg M., 1943. Die Produktionsbedingungen in den Teichen. II. Die chemische Zusammensetzung der Böden unter der Teichen. *Geologie der Meere und Binnengewässer*, 6, 1—64.
- Stangenberg M., 1949. Nitrogen and carbon in the bottom deposits of lakes and in the soils under carp ponds. *Verh. Inter. Ver. Theoret. Lim.* 10 422—437.
- Starmach K., 1956. Hodowla ryb stawowych. Rozdz. II. Staw jako środowisko hodowlane, PWRiL Warszawa, 13—79.
- Stevenson F. J., 1959. Carbon-nitrogen relationships in soil. *Soil Sci.*, 88, 201—208.
- Stoch L., 1959. Niektóre zagadnienia analizy termicznej różnicowej minerałów. *Arch. Mineral.*, 21, 2, 185—228.
- Strzemski M., 1955. Problem bonitacji gleb podwodnych, zbiorników śródlądowych oraz zagadnienie bonitacji stawów. *Gospodarka Rybna* 1 (64), 1—4.
- Strzemski M., 1957. Zarys rozwoju pojęcia i definicji gleby. *Roczn. Glebozn.*, 6, 123—162.
- Tiurin I., 1937. Organičeskoje wieščestvo počv. *Sielchozgez. Moskva — Leningrad*.
- Tokarski J., 1954. Zagadnienie koloidów glebowych. *Post. Nauk. Rol.*, 5, 41—78.
- Wróbel St., 1958. Próby wyjaśnienia zmian chemicznych zachodzących w dnie stawów pod wpływem corocznego zimowego osuszania. *Biul. Zakł. Biol. Stawów PAN*, 6, 97—108.
- Wróbel St., 1960. Współzależność między dnem a wodą w stawach. *Acta Hydrobiol.*, 2, 2, 69—124.

Adres autora — Author's address

Dr Kazimierz Pasternak

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, Kraków, ul. Sławkowska 17.