

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE WYBRANYCH GLEB TORFOWYCH NA POLACH IRYGACYJNYCH WROCŁAWIA

Adam BOGACZ, Marta PRZYBYLSKA

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska

Słowa kluczowe: gleby organiczne, pola irygacyjne, torf, właściwości gleb

Streszczenie

Celem badań było przedstawienie właściwości gleb organicznych na wybranych powierzchniach irygowanych ściekami we Wrocławiu-Osobowicach. Profile klasyfikowano do odpowiednich jednostek polskiej systematyki gleb. Przebadano trzy profile gleb torfowych (13 próbek). Badania wykazały, że gleby organiczne wytworzyły się na piaszczystym i gliniastym podłożu. Wytworzone gleby reprezentowały minerotroficzny typ siedliskowy. Materiał organiczny klasyfikowano jako sapric. Zawartość popiołu w badanych poziomach była zróżnicowana. W poziomach powierzchniowych obserwowano dużą i bardzo dużą zawartość miedzi, ołowiu i cynku. Odczyn poziomów mineralnych i organicznych był lekko kwaśny. Status troficzny gleb zależał od intensywności irygacji.

WSTĘP

Rolnicze wykorzystanie ścieków jest najczęściej stosowanym w świecie sposobem ich zagospodarowania [BERNACKA, PAWŁOWSKA, 2000]. Glebowo-roślinne oczyszczalnie ścieków rolno-spożywczych, a także komunalnych, są stosowane w wielu krajach. W Polsce w kilku zaledwie miastach, między innymi we Wrocławiu, oczyszcza się bądź doczyszczcza część ścieków na polach nawadnianych [CZYŻYK, 1995]. Niektóre z użytkowanych kwater zajmują gleby torfowe, mające zdolności zmniejszania ilości zanieczyszczeń [WÓJCIK i in., 2004].

Dotychczas prowadzone badania gleboznawcze skupiały się głównie na wpływie nawadniania ściekami na właściwości gleb mineralnych [CZYŻYK, 1995], materiału roślinnego oraz wód [CZYŻYK, 1994]. Nie prowadzono wcześniej na tym obiekcie badań gleb torfowych. Celem pracy było określenie wpływu intensywnego nawadniania ściekami miejskimi na niektóre właściwości gleb torfowych, znajdujących się na obszarze pól irygacyjnych we Wrocławiu-Osobowicach.

OBIEKT BADAŃ

Osobowicki kompleks pól irygacyjnych o powierzchni ponad 1000 ha, położony w sąsiedztwie Odry, pracuje nieprzerwanie od ponad 100 lat [CZYŻYK, 1994]. Wstępne oczyszczanie ścieków odbywało się tu w 12 osadnikach poziomych mechanicznych, skąd ścieki były rozprowadzane na kwatery systemem rowów doprowadzających i rozprowadzających. Gleby pól irygowanych charakteryzuje duża zmienność. Wytworzone są głównie z utworów piaszczystych i gliniastych, rzadziej ilastych oraz - na znacznie mniejszych powierzchniach - z torfów. Do badań wytypowano trzy kwatery na glebach torfowych. Trzy badane profile glebowe reprezentowały gleby kwater o powierzchniach od 1 020 do 9 100 m². Kwatery były zalewane średnio 24–27 razy w roku dawką około 4 900 mm [CZYŻYK, 1995].

METODY BADAŃ

Badania terenowe prowadzono w maju 2007 r. Z gleb torfowych pobrano łącznie 13 próbek.

Badania laboratoryjne obejmowały oznaczenia:

- popielności – przez spalenie próbek w piecu muflowym w temperaturze 550°C przez 4 godziny;
- gęstości właściwej – na podstawie obliczeń ze wzoru Okruszki [OKRUSZKO, 1971] ($\rho_w = 0,011M + 1,451$, gdzie M – popielność, ρ_w – gęstość właściwa);
- gęstości objętościowej – z zastosowaniem cylinderków Kopeckiego;
- zawartości włókna przetartego i nieprzetartego – metodą półstrzykawki [LYNN, MCKINZIE, GROSSMAN, 1974];
- stopnia rozkładu materii organicznej – na podstawie indeksu pirofosforanowego (IP) [LYNN, MCKINZIE, GROSSMAN, 1974];
- porowatości całkowitej – na podstawie wartości gęstości właściwej i objętościowej;
- składu granulometrycznego poziomów podścielających – metodą areometryczną Bouyocosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego;
- pH w 1 mol·dm⁻³ KCl – potencjometrycznie (relacja gleba–roztwór 1:2,5);
- C-ogółem – za pomocą aparatu CS-MAT 5500;

- N-ogółem – metodą Kjeldahla;
- kwasowości wymiennej – metodą Sokołowa;
- zawartości metali ciężkich (formy całkowite): Zn, Pb, Cu – przez mineralizację próbek na mokro w mieszaninie kwasu azotowego i solnego;
- udziału kationów o charakterze zasadowym Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ oraz pojemności kompleksu sorpcyjnego – za pomocą octanu amonu o pH 7,0; na podstawie udziału kationów o charakterze zasadowym (S) oraz kwasowości wymiennej (Hw) obliczono pojemność kompleksu sorpcyjnego (CECe) oraz stopień wysycenia gleb kationami o charakterze zasadowym (V).

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

MORFOLOGIA PROFILÓW GLEBOWYCH

Poniżej przedstawiono opis profilu glebowego nr 3, charakterystycznego dla badanych obiektów.

Położenie – osadnik nr 10 o powierzchni 6 720 m², teren płaski, zasilanie gleb fluwiogeniczne, poziom wody glebowo-gruntowej 10 cm p.p.t.

- Ptni 0–8 cm – torf niski szuwarowy barwy 10YR 6/4, mokry, struktura amorficzno-włóknista, silnie rozłożony (R3), przejście poziome stopniowe;
- Otni1 8–24 cm – torf niski turzycowiskowy barwy 10YR 6/3, mokry, struktura amorficzna, silnie rozłożony (R3), przejście poziome stopniowe;
- Otni2 24–54 cm – torf niski zamulony barwy 10YR 6/4, mokry, struktura amorficzna, silnie rozłożony (R3), przejście poziome stopniowe;
- Dgg >54 cm – piasek gliniasty barwy 10YR 6/4, mokry, struktura subangularna, oglejenie strefowe.

Opisywane w pracy gleby torfowe powstały w terenie płaskim dolinowych obszarów zalewowych Odry. Miąższość poziomów organicznych rzadko przekraczała tu 50 cm, dlatego gleby zaliczono do płytkich gleb torfowych torfowisk niskich, o słabym stopniu zabagnienia – Pt(I) i silnym (R3) stopniu rozkładu torfu. Poziom wody glebowo-gruntowej utrzymywał się w pobliżu powierzchni gleby. Skałami podścielającymi były gliny ciężkie lub piaski gliniaste [Klasyfikacja..., 2008]. Niektóre kwatery okresowo wypalano, czego dowodem były silnie zwęglone fragmenty trzciny na powierzchni gleby w profilu nr 2.

WŁAŚCIWOŚCI GLEB TORFOWYCH

Na podstawie stopnia rozkładu torfów materiał organiczny sklasyfikowano jako silnie rozłożony (R3) typu sapric. Mała zawartość włókna nieprzecieralnego w poziomach leżących głębiej wskazywała na zwiększenie stopnia rozkładu torfu

w pobliżu spagu. Popielność torfów wynosiła od 30% s.m. w poziomach powierzchniowych do ponad 70% s.m. w poziomach leżących głębiej. Wartości tego parametru, na podstawie podziału RYKI i MALISZEWSKIEJ [1991], klasyfikowały torfy jako wysoko popielne. Obserwowane w niektórych poziomach organicznych nagłe zwiększenie popielności mogło wskazywać na obecność naniesionych wtórnie namulów mineralnych [LUBLINER-MIANOWSKA, 1951]. Wartości gęstości właściwej przekraczały tu często $2,00 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, w związku z czym można zaliczyć badane gleby do grupy zamulonych. Zwiększające się wraz z głębokością wartości gęstości objętościowej świadczyły o wyraźnym zagęszczeniu gleby. Porowatość całkowita mieściła się w zakresie typowym dla torfów niskich, nie przekraczając 90% objętości gleby (tab. 1).

Odczyn gleb organicznych pól irygacyjnych we Wrocławiu-Osobowicach był słabo kwaśny. Można było tu zaobserwować zwiększanie się pH wraz z głębokością profilów nr 2 i 3 i tendencję odwrotną – profil nr 1. Odczyn stosowanych ścieków był zbliżony do obojętnego [CZYŻYK, 1994]. Zawartość azotu w poszczególnych poziomach genetycznych, zwłaszcza w powierzchniowych i podpowierzchniowych była silnie zróżnicowana (tab. 2). Ścieki miejskie wprowadzane na pola irygacyjne były bogate w ten składnik. Intensywne nawadnianie ściekami spowodowało także wyraźne zwiększenie zawartości materii organicznej w poziomach przypowierzchniowych. Podobne rezultaty uzyskali w swoich badaniach CZYŻYK [1994] oraz BEDNAREK [2005]. Wartości C:N w badanych glebach torfowych były bardzo zróżnicowane. Wartości powyżej 30 są zdaniem Ilnickiego [2002] wskaźnikiem osłabienia tempa mineralizacji materii organicznej.

W większości poziomów glebowych zawartość Ca przekraczała $20 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby. Największe zawartości tego jonu obserwowano w poziomach powierzchniowych i podpowierzchniowych. Zawartość jonów sodu wynosiła tu aż $12,15 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ gleby w poziomie bagiennym Ptni profilu nr 1 (tab. 2). Może to wskazywać na silne zasolenie tych gleb w wyniku zastosowania ścieków o znacznym ładunku sodu. Udział pozostałych kationów, takich jak Mg^{+2} czy K^{+} , w obsadzie kompleksu sorpcyjnego był niewielki. Pojemność sorpcyjna wszystkich poziomów genetycznych gleb torfowych była duża. Jest to związane ze stopniem rozkładu materii organicznej oraz rodzajem torfu, na co zwracają uwagę w swoich badaniach MARCINEK [1963] oraz HARADA i INKO [1957]. Na duże wartości pojemności sorpcyjnej ma również wpływ stopień zamulenia torfu oraz odczyn gleby [LUCAS, 1982]. W badanych glebach udział kationów zasadowych w kompleksie sorpcyjnym przedstawiał następujący szereg: $\text{Ca}^{+2} > \text{Na}^{+} > \text{K}^{+} > \text{Mg}^{+2}$. Stopień wysycenia kompleksu (V) był większy niż 70%. Tak duże wartości tego parametru były zapewne powodowane rodzajem utworów oraz długotrwałym stosowaniem ścieków.

Zawartości miedzi, cynku i ołowiu w badanych glebach torfowych były duże i bardzo duże. Zawartość Pb wynosiła od kilkunastu do kilkuset mg na kg gleby. Ilości Cu i Zn osiągały nawet kilka tysięcy mg na kg gleby. Ścieki miejskie Wro-

Tabela 1. Właściwości fizyczne gleb torfowych pól irygacyjnych obiektu Wrocław-Osobowice
Table 1. Physical properties of peat soils in irrigated fields in Wrocław-Osobowice

Numer profilu Profile number	Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość pobrania Depth of sampling cm	SPEC	IP	Zawartość popiołu Ash content % DM	ρ_w		ρ_o	Pc %	Objętość włókna Fiber volume		Rodzaj utworu glebowego Type of soil material
						g cm ⁻³				A	B	
1	Ptn1	0-7	10YR 6/4	2	33,9	1,83	0,23	87,1	58,0	19,5	sapric	
	Otm1	7-15	10YR 6/4	2	40,0	1,89	0,25	86,8	47,5	17,5	sapric	
	Otm2	15-21	10YR 6/4	2	41,5	1,93	0,26	86,5	45,0	5,0	sapric	
	Otm3	21-35	10YR 6/3	3	46,0	1,96	0,28	84,4	40,5	6,0	sapric	
2	D	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	
	Ptn1	0-6	10YR 6/3	3	30,0	1,78	0,21	86,5	46,5	31,5	sapric	
	Otm1	6-18	10YR 6/3	3	37,0	1,86	0,24	84,8	65,5	25,0	sapric	
	Otm2	18-28	10YR 6/3	3	42,5	1,93	0,26	83,2	39,0	7,5	sapric	
	Otm3	28-38	10YR 6/3	3	69,5	2,21	0,37	81,7	38,5	6,5	sapric	
	D	38-47	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	
3	Ptn1	0-8	10YR 6/4	2	47,0	1,96	0,28	85,1	54,5	16,0	sapric	
	Otm1	8-18	10YR 6/3	3	52,6	2,02	0,30	83,6	38,0	19,5	sapric	
	Otm2	24-34	10YR 6/3	3	68,2	2,20	0,36	68,9	41,5	9,0	sapric	
	D	54-64	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	sapric	

Objaśnienia: SPEC – barwa pirofosforanowego wyciągu glebowego, IP – indeks pirofosforanowy, ρ_w – gęstość właściwa, ρ_o – gęstość objętościowa, Pc – porowatość całkowita, A – włókno przecieralne, B – włókno nieprzecieralne, n.o. – nie oznaczono.

Explanations: SPEC – soil pyrophosphate extract colour, IP – pyrophosphate index, ρ_w – specific density, ρ_o – bulk density, Pc – total porosity, A – rubbed fiber, B – unrubbed fiber, n.o. – not analyzed.

Tabela 2. Właściwości chemiczne gleb torfowych pól irygowanych obiektu Wrocław-Osobowice
Table 2. Chemical properties of peat soils in irrigated fields in Wrocław-Osobowice

Numer profilu Profile number	Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość pobrania Depth of sampling cm	pH H ₂ O	C		N	C/N	cmol(+)·kg ⁻¹ gleby				Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	CECe	B %	Zn	Pb	Cu
				g·kg ⁻¹				cmol(+)·kg ⁻¹ of soil													
1	Ptn1	0-7	5,8	515	16,4	31,4	23,7	1,16	1,27	12,1	38,24	39,84	96,0	2430	570	1910					
	Otn1	7-15	6,1	403	17,7	22,8	20,5	0,90	1,08	8,35	30,87	32,47	95,1	2840	530	1340					
	Otn2	15-21	5,7	190	9,2	20,7	19,9	0,70	0,95	6,73	28,30	29,50	95,9	1210	282	921					
	Otn3	21-35	5,8	362	15,1	24,3	18,7	0,59	0,70	6,08	26,05	28,45	91,6	647	251	634					
	D	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
2	Ptn1	0-6	n.o.	600	17,0	35,3	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
	Otn1	6-18	6,0	400	17,9	22,9	27,4	1,16	1,21	9,33	39,09	40,69	96,1	5840	387	1240					
	Otn2	18-28	6,0	399	16,8	23,8	26,2	1,06	0,95	7,92	36,09	37,69	95,8	4480	594	1210					
	Otn3	28-38	5,9	462	14,6	31,6	23,7	0,90	0,82	5,75	31,13	33,13	97,0	1850	364	1050					
	D	38-47	5,8	88	4,8	18,3	21,2	0,68	0,82	4,56	27,22	28,42	95,8	470	89,1	214					
3	Ptn1	0-8	6,0	426	15,7	27,1	26,1	1,30	1,65	8,03	37,12	39,12	94,8	2250	251	495					
	Otn1	8-18	6,1	378	13,7	27,6	21,2	0,99	0,82	7,38	30,35	32,35	93,8	1580	351	686					
	Otn2	24-34	6,2	174	5,6	31,1	16,2	0,55	0,51	4,01	21,25	23,65	89,8	1290	173	400					
	D	54-64	6,4	60	2,8	21,6	5,6	0,32	0,38	2,17	8,47	10,87	77,9	940	125	132					

Objaśnienia: S – suma kationów, CECe – pojemność kompleksu sorpcyjnego, B – stopień wysycenia kompleksu kationami zasadowymi, n.o. – nie oznaczono.
 Explanation: S – sum of cations, CECe – effective cation exchange capacity, B – base saturation, n.o. – not analyzed.

cia zawierały ponad 1 mg Zn w 1 dm³ [CZYŻYK, 1994]. W profilach obserwowano tendencje do kumulowania się metali w poziomach powierzchniowych i podpowierzchniowych. Wzbogacenie poziomów w miedź stwierdzono również w poziomach podścielających (tab. 2). Podobne wyniki uzyskała w swojej pracy BIERNACKA [1971].

WNIOSKI

1. Badane gleby organiczne pól irygacyjnych we Wrocławiu-Osobowicach zaliczono do płytkich gleb torfowych torfowisk niskich. Wpływ wieloletniego stosowania ścieków w budowie profilowej zaznaczył się przez zamulenie i zagęszczenie gleb oraz wysoki stopień rozkładu materii organicznej.

2. Stosowane ścieki zawierały znaczny ładunek makroskładników, w tym węgla i azotu. Zawartości tych składników były większe w poziomach powierzchniowych gleb niż w poziomach leżących głębiej.

3. Wieloletnie stosowanie ścieków miejskich na glebach torfowych spowodowało nagromadzenie się w nich dużych i bardzo dużych zawartości metali ciężkich.

LITERATURA

- BEDNAREK W., 2005. Fizykochemiczne właściwości gleby torfowo-murszowej nawadnianej oczyszczonymi ściekami miejskimi. *Acta Agrophysica* 5(3) s. 507–521.
- BERNACKA J., PAWŁOWSKA L., 2000. Substancje potencjalnie toksyczne w osadach z komunalnych oczyszczalni ścieków. Warszawa: IOŚ ss. 124.
- BIERNACKA E., 1971. Wpływ nawadniania wodami ściekowymi na zawartość mikroelementów w glebach mineralnych i torfowych. *Rocz. Nauk Rol. Ser. F. t. 77 z. 4 s. 545–567.*
- CZYŻYK F., 1994. Wpływ wieloletnich nawodnień ściekami na glebę, wody gruntowe i rośliny. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 77.
- CZYŻYK F., 1995. Wpływ ścieków na skład chemiczny gleb. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* z. 418 cz. 2 s. 571–576.
- HARADA Y., INKO A., 1975. Cation-exchange properties of soil organic mater. Effect of condition for the measurement on cation-exchange capacity values of humic acid preparations. *Soil Science Plant Nutrition* 21 s. 361–369.
- ILNICKI P., 2002. *Torfowiska i torf*. Poznań: Wydaw. AR ss. 606.
- LUBLINER-MIANOWSKA K., 1951. Wskazówki do badania torfu. *Metody geobotaniczne, polowe i laboratoryjne*. Katowice: PWT ss. 73.
- LUCAS R.E., 1982. Organic soils (Histosols). Formation, distribution, physical and chemical properties and management for crop production. Res. Report no. 435 (Farm Sci.). East Lansing: Michigan State Univ. ss. 435.
- LYNN W.C., MCKINZIE W.E., GROSSMAN R.B., 1974. Field laboratory tests for characterization of Histosols. W: *Histosols: Their characteristics, classification and use*. Pr. zbior. Red. A.R. Aandahl, M. Stelly. SSSA Spec. Publ. 6 s. 11–20.
- MARCINEK J., 1963. Badania nad zdolnością sorpcyjną i składem kationów wymiennych gleb torfowych. *Roczniki WSR Poznań* 15 s. 163–172.

- OKRUSZKO H., 1971. Określenie ciężaru właściwego gleb hydrogenicznych na podstawie zawartości w nich części mineralnych. *Wiadomości IMUZ t. 10 z. 1 s. 47–54.*
- Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych PTG 2008, 2009. *Roczniki Gleboznawcze t. 60 nr 2 s. 5–16.*
- RYKA W., MALISZEWSKA A., 1991. *Słownik petrograficzny.* Warszawa: Wydaw. Geol. ss. 415.
- WÓJCIK W., HOWARD T., ODUM H., SZILDER Ł., 2004. Ołów i cynk w środowisku oraz rola mokradeł w ich usuwaniu. Kraków: Uczeln. Wydaw. Nauk.-Dydakt. ss. 138.

Adam BOGACZ, Marta PRZYBYLSKA

**PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SELECTED PEAT SOILS
IN IRRIGATED FIELDS IN WROCLAW**

Key words: irrigated fields, organic soils, peat, soil properties

S u m m a r y

The aim of this work was to analyze organic soil properties in selected areas irrigated with waste waters in Wrocław-Osobowice. Soil profiles were analyzed and classified to appropriate groups according to Polish Soil System. Three profiles (13 samples) of peat soil were analyzed. The study showed that organic soils developed on sandy and loamy substratum. Developed soils represented minerotrophic habitat type. These organic materials were classified as sapric. Ash content was different in analyzed layers. High and very high concentrations of Cu, Pb and Zn were noted in upper soil horizons. The pH of mineral and peat layers was weakly acidic. Trophic status of these soils depended on the intensity of irrigation.

Recenzenci:

prof. dr hab. Wiesław Bednarek

prof. dr hab. Franciszek Czyżyk

Praca wpłynęła do Redakcji 10.11.2009 r.