

FIZYKOCHEMICZNE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY TORFOWO-MURSZOWEJ NAWADNIANEJ OCZYSZCZONYMI ŚCIEKAMI MIEJSKIMI

Wiesław Bednarek

Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15, 20- 950 Lublin
e-mail: hermes2@agros.ar.lublin.pl

Streszczenie. W badaniach polowych prowadzonych w dolinie rzeki Bystrzycy oceniano wpływ stosowania oczyszczonych ścieków miejskich na niektóre właściwości fizykochemiczne gleby torfowo-murszowej. Ścieki stosowano w trzech dawkach: a – 0 (kontrola), b – pojedyncza (S_1) i podwójna (S_2) dawka. Roślinami testowymi były: topola, wiklina i wierzbę wiciowa, kukurydza, konopie, rzepak jary i mieszanki traw. Pojedyncza dawka pod topolę oraz wiklinę i wierzbę wynosiła 900 mm, pod kukurydzę, konopie oraz mieszanki traw – 600 mm i pod rzepak – 400 mm. Dawka S_2 była dwa razy większa. Nawadnianie gleby torfowo-murszowej oczyszczonymi ściekami miejskimi nie spowodowało większych zmian odczynu, wpłynęło natomiast na zmniejszenie wartości kwasowości hydrolitycznej. Przyczyniło się do zwiększenia zawartości w glebie jonów Ca^{2+} , Mg^{2+} i Na^+ . Wpłynęło korzystnie na jej właściwości poprzez wzrost zawartości sumy kationów zasadowych oraz całkowitej pojemności sorpcyjnej.

Słowa kluczowe: gleba torfowo-murszowa, ścieki miejskie, właściwości fizykochemiczne

WSTĘP

Rolnicze wykorzystanie ścieków jest bardzo skutecznym sposobem ich oczyszczania. Spełnia ono jednocześnie dwa zadania: ochronę wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem oraz wykorzystanie nawozowych zdolności ścieków do wzrostu roślin. Interesującą metodą usuwania związków biogenych (szczególnie N i P) staje się ich oczyszczenie w środowisku glebowo-roślinnym na polach nawadnianych, intensywnie użytkowanych rolniczo. Wyeliminowane związki azotu i fosforu są włączane do obiegu biologicznego tworząc ostatecznie masę plonu roślin uprawnych [3,7,9,13-15,17,18].

Rolnicze wykorzystanie ścieków uzasadnione jest nie tylko ze względu na ochronę wód przed zanieczyszczeniem, ale również możliwość pozyskania najtańszej wody, której niekiedy brakuje w okresie wegetacji roślin. Wody pościekowe są

często zasobne w substancję organiczną i składniki pokarmowe i przez to mogą mieć wpływ na niektóre cechy nawadnianej gleby [1-8,12,13].

Celem badań była ocena wpływu stosowania oczyszczonych ścieków miejskich na niektóre właściwości fizykochemiczne gleby torfowo-murszowej.

MATERIAŁ I METODY

Przedstawione opracowanie powstało w oparciu o wyniki zebrane z doświadczenia polowego założonego i prowadzonego w dolinie Bystrzycy k/Lublina [13] na glebach hydrogenicznych, murszowych i murszowatych. Pole podzielono na siedem bloków, w których uprawiano rośliny testowe: topolę, wiklinę i wierzbę wiciową, kukurydzę, konopie, rzepak jary i mieszanki traw (I i II). Każdy blok podzielony został na trzy części (a, b, c), w której pod każdą uprawę stosowano ścieki w dawkach: a – O (kontrola), b – pojedyncza (S_1) dawka ścieków optymalna dla danej rośliny (ustalona w oparciu o ładunek azotu i wody), c – podwójna dawka (S_2). Pojedyncza dawka pod topolę oraz wiklinę i wierzbę wynosiła 900 mm, pod kukurydzę, konopie oraz mieszanki traw – 600 mm i pod rzepak – 400 mm. Dawka S_2 była dwa razy większa. Pod rzepak i trawy ścieki stosowano w dziesięciu częściach, pod pozostałe rośliny – w dwunastu. Ścieki oczyszczone pochodziły z komunalnej (mechaniczno-biologicznej) oczyszczalni Hajdów w Lublinie i charakteryzowały się następującymi parametrami: pH – 7,2-7,4, N – NH_4 – 1,1- 7,1 g $\text{N}\cdot\text{m}^{-3}$, N – NO_3 – 20,2-38,4 g $\text{N}\cdot\text{m}^{-3}$, Pog. – 3,7-7,0 g $\text{P}\cdot\text{m}^{-3}$, P- PO_4 – 3,1-6,8 g $\text{P}\cdot\text{m}^{-3}$, K^+ – 11,8-27,7 g $\text{K}\cdot\text{m}^{-3}$, Mg^{2+} – 12,6-19,7 g $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, Ca^{2+} – 59,7-95,5 g $\text{Ca}\cdot\text{m}^{-3}$, Na^+ – 24,3-69,4 g $\text{Na}\cdot\text{m}^{-3}$, ChZT – 30,1-56,3 g $\text{O}_2\cdot\text{m}^{-3}$, BZT₅ – 8,3-22,6 g $\text{O}_2\cdot\text{m}^{-3}$ [13].

Przed założeniem doświadczenia niektóre właściwości wierzchniej warstwy gleby (0-20 cm) kształtowały się następująco: pH_{KCL} – 7,15, Hh – 6,31, S – 581,8, T – 588,1 mmol(+) $\cdot\text{kg}^{-1}$, subst. org., – 26,5 %, zawartość rozpuszczalnego potasu 190 mg $\text{K}\cdot\text{kg}^{-1}$, fosforu – 518 mg $\text{P}\cdot\text{kg}^{-1}$ i magnezu – 1108 mg $\text{Mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Próby glebowe pobrano w czterech terminach (I – maj 1996, II – lipiec 1997, III – wrzesień 1997, IV – maj 1998) i analizowano następującymi metodami:

- pH w 1 mol $\cdot\text{dm}^{-3}$ KCl potencjometrycznie z zastosowaniem elektrody szklanej,
- kwasowość hydrolityczną metodą Kappena,
- kationy wymienne po ekstrakcji z gleby 1 mol $\cdot\text{dm}^{-3}$ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, metodą ASA (aparatury Hitachi, Z – 8200).

Zebrane wyniki oceniono statystycznie metodą analizy wariancji z zastosowaniem półprzedziałów ufności Tukey'a ($p = 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza danych przedstawionych w tabeli 1 i 2 wskazuje, że odczyn gleby nawadnianej ściekami utrzymywał się w okresie prowadzenia badań na wyrównanym poziomie i nie zależał od wielkości zastosowanej dawki. Lekko alkaliczny i wyrównany odczyn badanych gleb został prawdopodobnie spowodowany stosunkowo wysokim wyjściowym pH (7,15), zasadowym odczynem stosowanych ścieków ($\text{pH}_{\text{KCL}}=7,2-7,4$) oraz dużą pojemnością sorpcyjną i znacznymi właściwościami buforowymi gleb torfowo-murszowych [1,13].

Tabela 1. Wpływ ścieków na fizykochemiczne właściwości gleby ($\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$)

Table 1. Influence of sewage waste on the physicochemical properties of soil ($\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$)

Dawka ścieków Dose of the waste	pH_{KCL}	Hh	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	S TEB	T CEC	V(%)
0	7,21	6,10	553,8	32,85	1,31	3,87	591,7	597,8	99,0
S ₁	7,20	5,76	586,9	35,38	1,25	5,74	629,2	635,0	99,1
S ₂	7,23	5,59	574,2	35,98	1,27	5,59	617,0	622,6	99,1
NIR – LSD p = 0,05	–	*	*	*	*	1,3	*	*	–

* brak istotnych różnic, n.s – no significant differences, Hh – kwasowość hydrolityczna – hydrolytic acidity, S – suma wymiennych kationów zasadowych – base exchangeable capacity, T – całkowita pojemność wymienna kationów – cation exchangeable capacity, V – wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi – base cation saturation.

Tabela 2. Fizykochemiczne właściwości gleby w okresie prowadzonych badań ($\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$)

Table 2. Physicochemical properties of soil during the experiments ($\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$)

Termin – Date	I	II	III	IV	NIR – LSD p = 0,05
pH_{KCL}	7,15	7,27	7,25	7,18	–
Hh	6,31	4,60	5,75	6,61	*
Ca^{2+}	576,9	512,3	497,1	700,3	*
Mg^{2+}	32,4	33,8	34,6	38,1	*
K^{+}	1,16	1,07	1,19	1,69	0,71
Na^{+}	3,59	5,30	6,87	4,50	1,65
S TEB	614,0	552,5	539,8	744,3	125,2
T CEC	620,3	557,1	545,5	750,9	125,2
V(%)	99,0	99,2	98,9	99,1	–

Objaśnienia jak w tabeli 1 – Explanations as in Table 1.

Różnice wartości kwasowości hydrolitycznej badanej gleby w poszczególnych terminach okazały się nieistotne (pomimo pewnych wahań). Także zastosowanie wzrastającej dawki ścieków nie wpłynęło w sposób udowodniony statystycznie na jej zmiany. Jednak należy zwrócić uwagę, że wystąpiła wyraźna tendencja do zmniejszenia wartości tej cechy pod wpływem zastosowanych oczyszczonych ścieków miejskich (z 6,1, obiekt 0, do 5,59 mmol(+)-kg⁻¹, obiekt S₂). Tendencja do obniżenia wartości kwasowości hydrolitycznej gleby została wywołana zapewne wysokim pH wód pościekowych oraz wzrostem sumy kationów zasadowych kompleksu sorpcyjnego w obiektach nawadnianych ściekami [1,4,5,12,13,16].

Oczyszczone ścieki miejskie nie wpłynęły istotnie na zmiany zawartości wapnia wymiennego w badanej glebie, niezależnie od terminu pobrania prób glebowych i dawki zastosowanych wód pościekowych (tab. 1 i 2). Można jednak zauważyć wyraźne zmniejszenie ilości tego pierwiastka w II i III terminie, które zostało spowodowane, jak się wydaje, intensywnymi opadami atmosferycznymi. W rejonie doświadczenia suma opadów miesięcznych w maju 1996 roku wyniosła 202%, w maju 1997 – 145%, a w lipcu – 250% normy¹. W terminie IV nastąpił wzrost koncentracji tej formy Ca, która była uzależniona przede wszystkim od składu chemicznego ścieków i ich dawki [1,13].

Stosowanie wzrastającej dawki ścieków nie wpłynęło istotnie na zmiany zawartości w glebie magnezu wymiennego w czasie trwania badań. Wystąpiła jednak zauważalna tendencja do zwiększenia ilości tej formy Mg pod wpływem czynników doświadczalnych (dawka ścieków, czas trwania badań). Podobne prawidłowości zaobserwowali w swoich badaniach również inni autorzy [1,2,6,8,9].

Ścieki oczyszczone spowodowały istotny przyrost zawartości potasu wymiennego w glebie w okresie badań. Przedstawione wyniki są zgodne z obserwacjami dokonanymi między innymi przez Borowca i in.[6-8] i wskazują, że szczególnie podatne na zwiększenie udziału potasu są gleby organiczne, zwłaszcza po zastosowaniu pierwszej porcji ścieków.

Wzrastające dawki ścieków spowodowały istotny przyrost zawartości sodu wymiennego w glebie w stosunku do obiektu kontrolnego (tab. 1) oraz w próbach pobranych w II i III terminie, w relacji do terminu I (tab. 2). Znaczny wzrost zawartości Na⁺ w glebie murszowej zauważył w swoich badaniach Borowiec [6] oraz Dechnik i Filipek [12]. Był on spowodowany, jak się wydaje, dużym udziałem związków sodu w ściekach miejskich [8,13,17].

Nawadnianie gleby ściekami spowodowało zauważalny przyrost zawartości sumy kationów zasadowych oraz pojemności sorpcyjnej (tab. 1 i 2). Zależał on, jak twierdzi Filipek [13], Dechnik i Filipek [12] od składu chemicznego ścieków, wielkości

¹Wg Katedry Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie.

zastosowanej dawki i czasu nawodnień oraz właściwości gleby. Nawadnianie prowadzone przez kilkanaście lat wpływało korzystnie na żyzność gleby [1,9,10, 11,14,18]. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego gleby kationami zasadowymi utrzymywało się w okresie prowadzonych badań na bardzo wysokim poziomie – około 99%.

WNIOSKI

1. Nawadnianie gleby torfowo-murszowej oczyszczonymi ściekami miejskimi nie spowodowało większych zmian odczynu, wpłynęło natomiast na zmniejszenie wartości kwasowości hydrolitycznej.

2. Oczyszczone ścieki miejskie spowodowały przyrost zawartości w glebie jonów wapniowych, magnezowych i sodowych. Wpłynęły korzystnie na zwiększenie zawartości sumy kationów zasadowych oraz całkowitej pojemności sorpcyjnej gleby.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bednarek W., Lipiński W.:** Kationy wymienne w glebie poddanej oddziaływaniu ścieków oczyszczonych Lublina. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 437, 89-94, 1996.
2. **Bednarek W., Tkaczyk P.:** Wpływ oczyszczonych ścieków miejskich na występowanie w glebie torfowo-murszowej rozpuszczalnych form fosforu, potasu i magnezu. Fol. Univ. Agricult. Stetin. Agricult., 77, 200, 21-25, 1999.
3. **Boćko J.:** Gleba jako środowisko oczyszczania ścieków. Roczn. Glebozn., 15,2, 497-545, 1965.
4. **Boćko J., Szerszeń L.:** Zmiany kompleksu sorpcyjnego gleby nawadnianej ściekami miejskimi. Roczn. Glebozn., 10, dod., 753-754, 1962.
5. **Boćko J., Szerszeń L.:** Zmiany chemiczne gleby nawadnianej ściekami miejskimi. Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu, Melioracja VII, 44, 71-80, 1962.
6. **Borowiec J.:** Ocena zdolności różnych utworów glebowych do zatrzymywania składników zawartych w ściekach miejskich. Ann. UMCS Sec. E, 37, 209-218, 1982.
7. **Borowiec J., Dudziak S., Gajda J.:** Wstępna ocena działania ścieków miejskich Lublina na środowisko glebowo-roślinne łąk w dolinie Bystrzycy. Ann. UMCS Sec.E, 32/33, 241-259, 1977/1978.
8. **Borowiec J., Kosienkowski R.:** Efekty systematycznego nawożenia ściekami łąk w dolinie Wieprza. Ann UMCS Sec. E, 40, 113-123, 1985.
9. **Czyżyk F.:** Wpływ wieloletnich nawodnień ściekami na glebę, wody gruntowe i rośliny. Wydaw. IMUZ, Wrocław – Falenty: 1-77, 1994.
10. **Czyżyk F.:** Wpływ ścieków na skład chemiczny gleb. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 418, 571-576, 1995.
11. **Czyżyk F.:** Przydatność gleb torfowych do oczyszczania ścieków. Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Materiały seminaryjne, Falenty 6-7 września 1995, Wydaw. IMUZ, 34, 341-344, 1995.
12. **Dechnik I., Filipek T.:** Oddziaływanie wody pościekowej na niektóre właściwości gleby i wykorzystanie z niej potasu przez kupkówkę pospolitą. Fol. Univ. Agricult. Stetin. Agricult. 77, 200, 57-62, 1999.

13. **Filipek T.:** III^o oczyszczania ścieków miejskich w agrosystemach. Wydawnictwo AR Lublin, 1998.
14. **Hus S., Kutera J.:** Oddziaływanie nawodnień ściekami na glebę, rośliny, wody gruntowe i powierchniowe. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Konf. III, 2, 246, 99-106, 1994.
15. **Kutera J.:** Wykorzystanie ścieków w rolnictwie. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 375, 101-115, 1989.
16. **Szerszeń L., Chodak T., Kabała C., Lewandowska M.:** Właściwości gleb nawadnianych ściekami miejskimi we Wrocławiu - Osobowicach. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, konf.XIII, (1), 293, 117-124, 1996.
17. **Uziak S., Baszyński T., Izdebski K., Kimsa T., Michna E., Paczos S., Szember A., Słupczyński W.:** Wpływ ścieków miejskich Lublina na siedlisko i produktywność zbiorowiska łąkowego w dolinie Bystrzycy. Roczn. Nauk Roln., Ser. D, 168, 1-143, 1978.
18. **Uziak S., Klimowicz Z., Lewandowska E., Melke J., Steinbrich K.:** Dynamika niektórych właściwości gleb łąkowych nawadnianych ściekami miejskimi. Roczn. Glebozn., 31 (1), 3-26, 1980.

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF PEAT-MUCK SOIL IRRIGATED WITH TREATED MUNICIPAL SEWAGE WASTE

Wiesław Bednarek

Department of Agricultural and Environmental Chemistry, University of Agriculture
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: hermes2@agros.ar.lublin.pl

Abstract. In field experiments conducted in the valley of the River Bystrzyca the influence of the application of treated municipal sewage waste on some of the physicochemical properties of peat-muck soil was evaluated. The waste was administered in three doses: a – 0 (control), b – single (S_1) and double (S_2) dose. The plants tested were poplar, purple willow and flagellum willow, maize, hemp, spring rape and mixtures of grasses. The single dose for poplar, purple willow and flagellum willow was 900 mm, for maize, hemp and mixture of grasses – 600 mm and for spring rape – 400 mm. The dose S_2 was doubled. Watering the peat-muck soil with treated municipal sewage waste did not cause any considerable changes of its reaction. On the other hand it reduced the value of hydrolytic acidity. It improved the content of Ca^{2+} , Mg^{2+} and Na^+ . It enhanced its properties through the increase of the content of the alkaline cations sums and the complete sorptive capacity.

Key words: peat-muck soil, municipal sewage waste, physicochemical properties