

JÓZEF BOCKO

## USPRAWNIENIE GLEB LEKKICH NAWADNIANYCH ŚCIEKAMI W WYNIKU GROMADZENIA SUBSTANCJI ORGANICZNEJ

Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych AR we Wrocławiu

Gleby nawadniane ściekami spełniają podwójną funkcję — rolę dokładnej oczyszczalni ścieków i wysokowydajnego warsztatu produkcji rolniczej [3]. Te złożone zadania o dużym znaczeniu gospodarczym najlepiej spełniają obiekty nawadniane ściekami, zlokalizowane na glebach lekkich [3, 6, 12]. Gleby te z natury swej ubogie i o małej retencji wodnej bardzo silnie reagują na kompleksowe działanie nawożące i zwilżające ścieków [4, 6, 8, 9, 12, 13]. Przy tym gleby lekkie, ze względu na dużą przepuszczalność wody i powietrza, są mało wrażliwe na krótkotrwałe przeciążenie ściekami i tym samym stosunkowo dobrze zapewnić mogą ciągłość odbioru ścieków.

Istnieje względnie bogate piśmiennictwo dotyczące bezpośredniego wpływu nawodnień ściekami na plonowanie roślin. Natomiast mniej jest poznany proces oczyszczania ścieków w środowisku glebowym. Jeszcze uboższa jest literatura na temat zmian we właściwościach gleb zachodzących pod wpływem wieloletniego nawadniania poszczególnymi rodzajami ścieków.

### GROMADZENIE SUBSTANCJI ORGANICZNEJ W GLEBIE

Na obiektach nawadnianych ściekami, szczególnie przy stosowaniu wysokich dawek, obserwuje się wzrost zawartości substancji organicznej. Jest ona dostarczana do gleby pod postacią zanieczyszczeń organicznych. W typowych ściekach miejskich zawartość suchej pozostałości przekracza 1200 mg/l, w tym substancja organiczna wynosi około 700 mg/l, co stanowi 60% ogólnych zanieczyszczeń. Przy normie nawodnienia 1000 mm ściekami miejskimi do gleby doprowadza się co roku 7 t/ha substancji organicznej. Na wielu obiektach zlokalizowanych na glebach piaszczystych obciążenie ściekami często sięga kilku tys. mm, a tym samym odpowiednio duży ładunek zanieczyszczeń organicznych trafia do gleby [2, 3, 4, 10, 11, 13, 14]. Jest zrozumiałe, że pod-

czyszczanie ścieków na urządzeniach sztucznej oczyszczalni zmniejsza ich działanie próchnicujące. Na przykład oczyszczanie mechaniczne ścieków miejskich w osadnikach, które z innych względów jest wskazane, obniża zawartość substancji organicznej o około 20%.

Nawadnianie żyznymi ściekami także drogą pośrednią przyczynia się do wzrostu próchnicy w glebie. Zawarte w ściekach składniki pokarmowe, występujące częściowo w postaci zmineralizowanej, zwiększając żyzność nawadnianych gleb powodują uaktywnianie procesów biologicznych prowadzących do zwiększania jej ogólnej biomasy.

W pracy przytoczono wyniki badań nad zawartością substancji organicznej w glebie nawadnianej ściekami miasta Wrocławia od około 90 lat. Obiekt został zlokalizowany na madzie piaszczystej całkowitej, której zwierciadło wody gruntowej leży poniżej 2 m od powierzchni. Kwatery przystosowane do nawodnienia stokowo-zalewowego wymagały w omawianych warunkach stosowania wysokich jednorazowych dawek ścieków, sięgających 600 i więcej mm [3, 7, 13, 14]. Stąd też obciążenie roczne kształtowało się na poziomie 2000–4000 mm ścieków. Określono zawartość substancji organicznej w glebie na poszczególnych kwaterach w odległości 1, 10 i 30 m od rowu nawadniającego (tab. 1). Najwięcej

Tabela 1

Zawartość substancji organicznej w glebie nawadnianej ściekami miejskimi systemem stokowo-zalewowym w Osobowicach pod Wrocławiem  
Organic matter content in soil irrigated with municipal sewage by the strip-flood method at Osobowice near Wrocław

Określenie Specification	Odległość od rowu nawadniającego - m Distance from irrigation ditch, m		
	1	10	30
Niższosc poziomu próchniczego, cm Thickness of humus horizon, cm			
- wahania - fluctuations	50 - 80	35 - 68	25 - 46
- średnio - mean	62	50	30
Zawartość substancji organicznej, % Organic matter content, %			
- wahania - fluctuation	12,2 - 21,3	3,0 - 8,1	1,6 - 4,1
- średnio - mean	15,4	5,6	2,1

substancji organicznej gromadzi się na początku stoku; w miarę oddalania się od rowu nawadniającego ilość stale maleje. Zależność tę należy tłumaczyć kilkoma przyczynami. Stok w czasie nawadniania ściekami działa podobnie jak osadnik. Ścieki w czasie przepływu po stoku pozbywają się części zawieszin, głównie zawieszin grubszych. Dlatego im dalej od rowu nawadniającego, tym ścieki wsiąkające do gleby są uboższe w części stałe. Drugim czynnikiem tłumaczącym zaobserwowane zjawisko jest nierównomierność obciążenia hydraulicznego ściekami poszczególnych części stoków. Szczególnie jaskrawo występujące różnice w równomierności nawadniania przy nawodnieniach grawitacyjnych na

glebach o dużej przepuszczalności. W tych warunkach wyraźnie więcej wsiąka wody na początku stoków niż w punktach bardziej oddalonych od źródeł zasilania [13]. Na bardzo wysoką zawartość substancji organicznej tuż przy rowie działał jeszcze trzeci czynnik. Odłożony tam bowiem materiał w dużej mierze pochodzi z przeprowadzanego czyszczenia rowu nawadniającego z namulów powstających z osadzających się zawieszin, głównie organicznych.

Nawodnienie ściekami wpływa na zwiększenie poziomu próchnicznego i równocześnie na procentową zawartość w nim substancji organicznej (tab. 1). Podobne procesy gromadzenia substancji organicznej na kwaterach nawadnianych stoków ściekami stwierdzili inni autorzy w dolinie Neru [4, 8, 9]. Ze względu jednak na krótszy okres eksploatacji obiektów i mniejszą długość stoków wyniki są mniej wyraziste.

#### WŁAŚCIWOŚCI WODNE GLEB NAWADNIANYCH ŚCIEKAMI

Zwiększenie zawartości substancji organicznej w glebach lekkich wpływa na zmniejszenie prędkości wsiąkania i równocześnie na wzrost połowej pojemności wodnej. Na badanym obiekcie stwierdzono, że średnia prędkość wsiąkania w wierzchniej warstwie gleby wynosi w ciągu 1 godziny: przy zawartości substancji organicznej 2,9% — 14 mm/min, przy 38% — 10 mm/min, a przy 4,8% już tylko 6,2 mm/min [7]. Podobne zależności stwierdzono w dolinie Neru [8]. Na glebach piaszczystych ten kierunek zmian jest bardzo korzystny, ponieważ przy stosowaniu nawodnień grawitacyjnych ułatwia uzyskanie lepszej równomierności nawodnienia i zwiększa użyteczność doprowadzanej wody do gleby.

Dla gospodarki wodnej w glebie jeszcze większe znaczenie ma powiększenie zdolności magazynowania wody. Wskutek wieloletniego nawadniania ściekami miejskimi gleb piaszczystych akumulowana substancja organiczna kilkakrotnie zwiększa połową pojemność wodną w czynnej warstwie gleby [4, 7, 8, 9, 11, 14]. Według Ostromeckiego w dolinie Neru w glebach piaszczystych nawadnianych w 60-centymetrowej warstwie gleby przy poziomie wody gruntowej 1 m połowa pojemność wodna wzrosła z 60 do 190 mm [8].

#### WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE SUBSTANCJI ORGANICZNEJ

Gleby nawadniane ściekami odznaczają się dużą aktywnością biologiczną [3, 12]. Wskutek tego odkładana w glebie substancja organiczna ścieków ulega przemianom prowadzącym do powstawania próchnicy. Badania próchnicy wykonano metodą Tiurina. Do wydzielenia substancji próchnicowych z gleby użyto 0,1 molowego roztworu pirofosforanu sodu według uproszczonej metody opracowanej przez Bielczykową i Kononową. Otrzymane wyniki wskazują, że ilość C organicznego przechodzącego do wyciągu waha się w granicach 30–50% w stosunku do ogół-

Tabela 2

Substancja organiczna w glebie nawadnianej ściekami miejskimi  
Organic matter in soil irrigated with municipal sewage

Warstwa próchniczna Humus layer cm	Substancja organiczna w % s.m. gleby Organic matter in % of d.m.		Kwasy organiczne w % substancji organicznej Organic acids in % of organic matter		a : b
	ogółem total	w wyciągu in extract	huminowe humic a	fulwowe fulvic b	
0 - 50	8,1	2,9	1,7	1,2	1,5
0 - 48	7,4	2,4	1,3	1,1	1,2
0 - 50	6,4	2,5	1,3	1,2	1,1
0 - 55	6,2	2,9	1,4	1,5	0,9
0 - 60	6,1	1,9	1,0	0,9	1,1
0 - 30	5,6	2,0	1,1	0,9	1,2
0 - 40	5,4	2,8	1,3	1,5	0,9
0 - 50	4,2	1,7	1,0	0,7	1,4
0 - 35	4,1	2,2	1,0	1,2	0,9
0 - 46	3,5	1,8	0,7	1,0	0,9
0 - 25	3,5	1,1	0,5	0,6	0,8
0 - 50	3,0	1,2	0,7	0,5	1,4
0 - 48	3,0	1,3	0,9	0,4	2,2
0 - 34	2,4	0,8	0,5	0,3	1,8
0 - 68	2,3	1,0	0,6	0,4	1,3
0 - 47	2,3	0,8	0,4	0,4	1,0
0 - 30	1,8	0,6	0,4	0,2	2,0
0 - 27	1,8	0,4	0,2	0,2	1,0
0 - 26	1,6	1,1	0,5	0,6	0,9

nej jego ilości w glebie (tab. 2). Przy czym nie stwierdzono wyraźnej zależności między ilością substancji organicznej w glebie a procentowym udziałem w niej kwasów organicznych przechodzących do roztworu. W wyciągu kwasy huminowe lekko przeważają nad kwasami fulwowymi, a stosunek pierwszych do drugich w poszczególnych próbkach gleby pobranych z kwater nawadnianych ściekami waha się w granicach od 2,2 do 0,85. Najniższy udział węgla kwasów huminowych do fulwowych stwierdzono w glebie o zawartości około 4% substancji organicznej.

W glebach nawadnianych ściekami zachodzą jeszcze inne zmiany chemiczne korzystne z punktu widzenia ich produktywności. W glebach lekkich zwiększa się suma zasad wymiennych i podnosi się pH gleby z kwaśnego do obojętnego [1, 2, 3, 6, 8, 12]. Nie stwierdzono natomiast w naszej strefie klimatycznej na obiektach nawadnianych ściekami miejskimi objawów zasolenia gleby [3, 12]. Ten korzystny kierunek procesów glebowych występuje na glebach lekkich o dużej przewodności. Natomiast na glebach cięższych, o gorszej zdolności wymiany powietrza glebowego z atmosferą istnieje niebezpieczeństwo zachwiania prawidłowego przebiegu procesów glebowych. Może to mieć miejsce także na glebach cięższych o zbyt wysokim poziomie wody gruntowej. Objawia się to między innymi chlorozą roślin, którą Rhode tłumaczy nadmiernym gromadzeniem substancji organicznej, w tym głównie związków tłuszczowych [10].

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Nawodnienie żyznymi ściekami — miejskimi i przemysłu rolno-spożywczego — nie tylko bezpośrednio wpływa na plonowanie roślin, ale prowadzi do trwałych zmian gleby, szczególnie korzystnych na glebach lekkich. Po kilkudziesięciu latach nawadniania ściekami miejskimi gleb piaszczystych stwierdzono wielokrotny wzrost substancji organicznej. Dzięki temu polepszają się właściwości fizyczne i chemiczne tych gleb. Wzrasta retencja wodna gleb nawadnianych i ogólna zasobność w składniki nawozowe. W glebach piaszczystych z natury ubogich w próchnicę gromadzona substancja organiczna odgrywa jeszcze inną dodatnią rolę w produkcji rolniczej. Stwierdzono, że w czasie intensywnej asymilacji roślin mogą one odczuwać na glebach ubogich w próchnicę niedobór dwutlenku węgla w otoczeniu organów asymilacyjnych [5]. Związki organiczne dostarczane w ściekach do gleby mogą przez swój rozkład wyrównywać niedobór  $\text{CO}_2$ .

Nawadnianie ściekami gleb lekkich należy traktować nie tylko jako zabieg krótkotrwały, poprawiający gospodarkę wodną i pokarmową nawadnianej rośliny. Jest to przedsięwzięcie melioracyjne, które po pewnym okresie nawodnień ściekami prowadzi do przeobrażenia gleb lekkich w gleby o wyższej klasie bonitacyjnej.

## LITERATURA

- [1] Boćko J., Szerszeń L.: Zmiany chemiczne gleby nawadnianej ściekami miejskimi. Zesz. nauk. WSR Wrocław. Melioracje 7, 1962, 44.
- [2] Boćko J.: Trebutur li izwestkowanija poczwy oroszajemyje stecznymi wodami. Ref. na międzynar. konf. Bukareszt 7-12.IX.1965.
- [3] Boćko J.: Gleba jako środowisko oczyszczania ścieków. Roczn. glebozn. 15, 1965, 2, 2.
- [4] Kaca E.: Zmiany niektórych właściwości fizycznych i wodnych gleb nawadnianych wodami ściekowymi w dolinie rzeki Ner. Zesz. nauk. SGGW, Melioracje 12, 1973.
- [5] Kononowa M.: Substancje organiczne gleby, ich budowa, właściwości i metody badań. Tłum. z ros. PWRiL, 1968.
- [6] Kurhański M.: Meliorowanie użytków zielonych za pomocą nawadniania ściekami rozszarniczymi. Prace IPWL, R. 16, 1069.
- [7] Matusiewicz H.: Rozkład wsiąkania i rozmieszczenie zanieczyszczeń przy nawadnianiu brudowym ściekami plantacji leśnych. Praca doktorska, AR. Wrocław. 1979.
- [8] Ostromecki J.: Podstawy melioracji nawadniających. PWN, 1973, 34-40.
- [9] Piwiński A.: Zmiany zachodzące w wodnych właściwościach profilów glebowych pod wpływem nawodnień wodami ściekowymi w dolinie Neru. Zesz. nauk. SGGW. Mel. rol. 1959, z. 2.
- [10] Rohde G.: Spurenelementenveicherung verursacht Rieselmüdigkeit. Wasserwirtschaft, Wassertechnik 11, 1961.
- [11] Śniadowski Z.: Zmiany we właściwościach fizycznych gleby pod wpływ

wem nawodnień wodami ściekowymi na polach irygacyjnych pod Bydgoszczą. Zesz. SGGW. Mel. rol. 1957, nr 1.

- [12] Uziak S. i in.: Wpływ ścieków miejskich Lublina na siedlisko i produktywność zbiorowiska łąkowego w dolinie Bystrzycy. Roczn. Nauk rol. Ser. D, 168, 1978.
- [13] Ząbek S.: Stokowe nawodnienie łąk w świetle wstępnych badań w Osobowicach. Zesz. nauk WSR Wrocław. 1958, nr 13.
- [14] Ząbek S.: Zmiany zachodzące w glebach pól nawadnianych ściekami miejskimi. Roczn. Nauk rol. 70-F-2, 1965, 327-355.

Ю. БОЦЬКО

УЛУЧШЕНИЕ ЛЕГКИХ ПОЧВ ОРОШАЕМЫХ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ  
В ИТОГЕ АККУМУЛЯЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Сельскохозяйственная академия во Вроцлаве

Резюме

Орошения богатыми питательными веществами сточными водами земельных угодий, благодаря комплексному удобряющему и увлажняющему действию, отчетливо повышает плодоношение растений. Сопутствуют этому устойчивые изменения в почвах, налагающие свой отпечаток на их продуктивность. Особенно положительные преобразования отмечаются на легких почвах. В результате многолетних орошений органическими сточными водами на этих почвах обнаруживается многократный рост содержания органического вещества. В результате наступает улучшение водных свойств (увеличение ретенции) и общее обогащение элементами орошаемых почв. Легкие почвы, удобряемые сточными водами, при правильной их эксплуатации переходят с течением времени в высший бонитировочный класс.

J. BOĆKO

IMPROVEMENT OF SEWAGE-IRRIGATED LIGHT SOILS  
BY MEANS OF ORGANIC MATTER ACCUMULATION

Agricultural University of Wrocław

Summary

Irrigation of agricultural lands with fertile sewage leads to a distinct growth of crop fields owing to a complex fertilizing and moistening effect. At that permanent changes in soils occur, effecting their productivity. Particularly favourable transformations occur in light soils. In consequence of many-year irrigation with organic sewage a several-time growth of organic matter content in them takes place. That in its turn contributes to an improvement of water conditions [water retention growth] and of general abundance of sewage-irrigated soils. Light soils fertilized with sewage, at their correct utilization, pass after a certain time to higher bonitation classes.