

WPLYW NAWODNIEŃ ŚCIEKAMI MIEJSKIMI NA MIKROBIOLOGICZNĄ SPRAWNOŚĆ GLEB LEŚNYCH NA PODSTAWIE DOŚWIADCZEŃ LIZYMETRYCZNYCH

Jadwiga Kermen

Od roku 1969 w Zakładzie Gospodarki Wodnej Instytutu Badawczego Leśnictwa prowadzone są badania nad mikroflorą gleb leśnych nawadnianych ściekami komunalnymi. Badania mikrobiologiczne stanowią fragment prac, prowadzonych przez IBL, nad oczyszczaniem i wykorzystaniem wód ściekowych w warunkach środowiska leśnego. Doświadczenia prowadzone są na terenie Stacji Hydrologiczno-Leśnej w Puczniewie koło Łodzi, gdzie zainstalowano kilkaset lizymetrów. Lizymetry napełnione są glebą leśną Bśw pobraną z sąsiedztwa Stacji. Przedmiotem badań mikrobiologicznych przedstawionych w niniejszej pracy jest gleba lizymetrów, w których w sposób kontrolowany prowadzone są nawodnienia ściekami miejskimi.

Analizy mikrobiologiczne gleb wykonywane są dwa razy w roku: na wiosnę przed rozpoczęciem wegetacyjnych nawodnień ściekami oraz na jesieni po zakończeniu nawodnień. Badania dotyczą gleb nawadnianych różnymi dawkami ścieków i pod różnymi uprawami (sosną, modrzewiem i wikliną) oraz dwu rodzajów gleb kontrolnych: nie nawadnianych oraz nawadnianych wodą studzienną. Ścieki do nawodnień pobierane są z rzeki Ner w rejonie Puczniewa, 30 km od Łodzi. Nawodnienia wegetacyjne trwają każdego roku od maja do września.

Podstawą oceny aktywności mikrobiologicznej gleby są oznaczenia ogólnej liczby bakterii, grzybów i promieniowców (metodą płytkową), liczebności drobnoustrojów czynnych przy przemianie związków azotu i węgla w glebie (tzw. miano amonifikatorów, nitryfikatorów, denitryfikatorów, beztlenowców wiążących N_2 oraz drobnoustrojów celulolitycznych). Ponadto oznaczana jest w glebie aktywność nitrogenazy (metodą chromatografii gazowej), aktywność dehydrogenaz (metodą redukcji TTC), aktywność celulolityczna gleby (metodą tzw. testów celulozowych) oraz występowanie azotobaktera (metodą hodowli spontanicznej) [1-10].

Niektóre wyniki dotychczasowych badań przedstawiono w tabelach 1-4.

Tabela 1 przedstawia wyniki analiz mikrobiologicznych gleby leśnej pod uprawą modrzewia, nawadnianej ściekami miejskimi oraz wodą studzienną w dawce 50 mm, 1 raz w tygodniu w sezonie wegetacyjnym. Dane dotyczą drugiego, czwartego i siódmego roku nawodnień. Z danych zebranych w tabeli 1 widać, że gleby nawadniane zawierają wyższą liczbę żywych komórek bakterii niż gleba kontrolna nie nawadniana, przy czym gleby nawadniane ściekami zawierają liczbę najwyższą. Na liczebność grzybów w glebie zabieg nawodnienia również wpłynął dodatnio. Liczba promieniowców w glebach analizowanych ulegała małym wahaniom. Jedynie w siódmym roku nawodnień stwierdzono wyraźne zwiększenie ich liczby w glebach nawadnianych ściekami w porównaniu z glebami kontrolnymi. Z oznaczonych wartości miana różnych grup fizjologicznych drobnoustrojów wynika, że amonifikatorów było zwykle 10-krotnie więcej w glebie nawadnianej ściekami niż w obu glebach kontrolnych. Pod wpływem nawodnień ściekami zwiększyła się również w glebie, średnio około 10-krotnie, ilość nitryfikatorów. Drobnoustroje celulolityczne reagowały jednakowo zarówno na zabieg nawodnienia wodą jak i ściekami; w obu glebach nawadnianych ilość drobnoustrojów celulolitycznych wzrosła 10-krotnie w porównaniu z kontrolą nie nawadnianą. Z wartości miana denitryfikatorów, które oznaczono w glebie w siódmym roku doświadczeń, wynika, że ta grupa drobnoustrojów występuje liczniej w glebie nawadnianej ściekami niż w obu glebach kontrolnych.

Z danych liczbowych zestawionych w tabeli 1 wynika, że 6-letnie nawadnianie w sezonie wegetacyjnym gleby leśnej pod uprawą modrzewia nie tylko nie wywołało zmęczenia gleby, ale spowodowało ożywienie działalności jej mikroflory wyższe nawet niż przy nawadnianiu wodą studzienną.

W tabeli 2 zebrano dane liczbowe ilustrujące aktywność celulolityczną gleby oznaczoną metodą tzw. testów celulozowych. Z danych tych wynika, że łączna ilość celulozy rozłożonej przez mikroflorę gleby w ciągu 4 lat, w wyniku kilkakrotnego zakładania testów, w glebie nawadnianej wodą była nieco wyższa niż w glebie nie nawadnianej. Natomiast w glebie nawadnianej dawką ścieków 50 mm tygodniowo, ilość celulozy rozłożonej była 2-krotnie wyższa niż w glebach pozostałych. Nawadnianie ściekami zdecydowanie pobudziło aktywność enzymatyczną drobnoustrojów rozkładających błonnik.

W tabeli 3 zebrano dane ilustrujące aktywność nitrogenazy w glebie. Wyniki oznaczeń charakteryzujące w tym przypadku potencjalną zdolność mikroflory gleby do wiązania azotu gazowego z powietrza wskazują,

że nawadnianie zarówno wodą jak i ściekami wpływa dodatnio na aktywność nitrogenazy.

Tabela 4 podaje wyniki badań, których celem było porównanie wpływu dawki ścieków na mikroflorę gleby pod różnymi uprawami. Z danych tych wynika, że w glebach pod uprawami sosny i modrzewia ilość drobnoustrojów celulolitycznych, a pod uprawą modrzewia również ilość nityfikatorów, jest niższa w glebie nawadnianej dawką ścieków 200 mm tygodniowo niż w glebie nawadnianej dawką ścieków 50 mm. Także liczba komórek bakterii w glebach pod tymi uprawami jest niższa w glebach nawadnianych wysoką dawką ścieków.

Takich zmian nie obserwuje się w glebie pod uprawą wikliny. Należy wnioskować, że dawka ścieków 200 mm tygodniowo jest dla mikroflory gleby pod uprawą sosny i modrzewia za wysoka, natomiast dobrze jest znoszona przez wiklinę. Tłumaczyć należy to tym, że mikroflora gleby pod uprawą wikliny ma odmienne warunki rozwoju niż mikroflora gleby spod uprawy sosny lub modrzewia. Opadające liście wikliny dostarczają glebie dużych ilości substancji organicznych, których obecność ułatwia rozkład ewentualnych związków toksycznych wnoszonych ze ściekami. Ponadto bogato rozwinięty system korzeniowy wikliny sprzyja rozwojowi aktywnej mikroflory rizosfery. Produkty mineralizacji nie są kumulowane w glebie w sposób nadmierny, gdyż szybko rosnąca wiklina pobiera dużo wody i składników mineralnych, które wraz z plonem usuwane są co roku z lizymetrów. Dawkę ścieków należy więc dostosować m.in. do potrzeb rośliny uprawianej.

Ogólnie biorąc, na podstawie dotychczasowych badań własnych nad mikroflorą gleb nawadnianych ściekami miejskimi można wysnuć następujące wnioski.

1. Mikroflora gleby leśnej reaguje dodatnio zarówno na zabieg nawadniania wodą czystą jak i ściekami miejskimi. Świadczy o tym większa liczba żywych komórek mikroorganizmów w glebie oraz ich wzmożona aktywność enzymatyczna.

2. Dawka polewowa ścieków miejskich 50 mm, stosowana 1 raz w tygodniu w sezonie wegetacyjnym, jest bardziej odpowiednia pod uprawy sosny i modrzewia niż wyższe dawki ścieków. Po 6 latach nawodnień dawką ścieków 50 mm nadal stwierdza się dodatni wpływ na mikroflorę gleby nie tylko w porównaniu z kontrolą nie nawadnianą, ale również w porównaniu z kombinacjami nawadniania wodą studzienną. Natomiast pod uprawą wikliny dawka ścieków 200 mm była przez glebę dobrze znoszona jeszcze w czwartym roku prowadzenia doświadczeń, bez wyraźnych objawów „zmęczenia” gleby.

Tabela 1

Analiza mikrobiologiczna gleby leśnej pod uprawą modrzewia, nawadnianej ściekami miejskimi oraz wodą studzienną, dawką 50 mm 1 raz w tygodniu, w sezonie wegetacyjnym (2-7 rok nawodnień)

Rodzaj analizy	7 V 1970			27 IV 1972			28 IV 1975		
	nie nawadniana wodą	nawadniana wodą	nie nawadniana wodą	nie nawadniana wodą	nawadniana wodą	nie nawadniana wodą	nawadniana wodą	nie nawadniana wodą	nawadniana wodą
Ogólna liczba w mln/1 g gleby:									
bakterii	1,8	7,4	20,6	1,5	3,1	27,0	2,1	2,7	6,4
grzybów	0,5	0,7	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1	0,3	0,2
promieniowców	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,6	0,7	1,3
Miano:									
amonifikatorów	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
nitryfikatorów	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
denitryfikatorów	nb.	nb.	nb.	nb.	nb.	nb.	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
drobnoustrojów celulolitycznych	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵

nb. — nie badano.

Tabela 2
Wpływ nawadniania lizymetrów żelbetowych ściekami miejskimi na energię rozkładu błonnika w różnych warstwach gleby (1-4 rok nawodnień)

Wariant	Łączna ilość rozłożonej celulozy w latach 1969-1972						Łącznie g			
	sosna		modrzew		wiklina					
doświadczenia	głębokość gleby w cm									
	2-8	20-30	80-90	2-8	20-30	80-90	80-90			
Gleba nie nawadniana	3,73	3,12	2,82	2,81	2,73	4,24	2,90	2,16	3,55	28,06
Gleba nawadniana wodą w dawce 50 mm, raz tygodniowo	4,71	2,71	2,84	2,74	1,99	3,66	5,18	3,29	5,46	32,58
Gleba nawadniana ściekami w dawce 50 mm, raz tygodniowo	9,09	8,73	5,73	8,06	4,93	4,07	6,41	5,46	4,11	56,58

Tabela 3

Aktywność nitrogenazy w glebie pobranej spod uprawy modrzewia
Ekspozycja w ciemności, w atmosferze argonu (7 rok doświadczeń)

Rodzaj próbki gleby	Głębokość gleby cm	Ilość etylenu w badanej próbce gazów (w nM C ₂ H ₄ na 1 g gleby abs. suchej)						
		po 1 dobie	po 2 dobach	po 3 dobach	po 4 dobach	po 5 dobach	po 14 dobach	
Gleba nie nawadniana	2-8	363,4	667,8*	541,9	409,7	165,6	nb.	
	20-30	0	0	42,5	104,5	135,5	305,3	
Gleba nawadniana wodą w dawce 50 mm, 1 raz w tygodniu	2-8	743,0*	706,5	481,0	215,6	-69,7	nb.	
	20-30	377,2	414,8*	383,5	286,0	154,0	nb.	
Gleba nawadniana ściekami w dawce 50 mm, 1 raz w tygodniu	2-8	1459,5*	556,9	59,5	-50,1	nb.	nb.	
	20-30	387,0	604,3*	468,6	512,6	288,6	nb.	

* Wartości te dotyczą najwyższej aktywności; nb. — nie badano.

Tabela 4

Analiza mikrobiologiczna gleby pod uprawami sosny, modrzewia i wikliny nawadnianymi ściekami miejskimi
(4 rok nawodnień)

Rodzaj oznaczeń	Sosna (<i>Pinus silvestris</i>)			Modrzew (<i>Larix europea</i>)			Wiklina (<i>Salix americana</i>)		
	nie na- wadniana		ścieki 200 mm	nie na- wadniana		ścieki 200 mm	nie na- wadniana		ścieki 200 mm
	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	200 mm	
Ogólna liczba w mln/1 g gleby:									
bakterii	2,0	8,0	4,0	1,5	27,0	15,8	2,8	26,2	59,0
grzybów	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4
promieniowców	0,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,6	0,8	2,0	2,0
Miano:									
amonifikatorów	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
nitryfikatorów	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
drobnoustrojów celulolitycznych	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴

LITERATURA

1. Casida L. E., Klein I. D. A., Santoro T.: Soil dehydrogenase activity. Soil Sci. 98, z. 6. 1964, s. 371.
2. Corke C. T., Chase F. E.: The selective enumeration of actinomycetes in the presence of large numbers of fungi. Can. J. Microbiol. 2, 1965, s. 12-16.
3. Johnson L. E., Curl E. A., Bond J. F., Fribourg H. A.: Methods for studying soil microflora — plant disease relationships. Burges Publ. Co, Minneapolis 1959, s. 144-145.
4. Kermen J., Pinkiewicz J.: Wpływ nawodnień ściekami przemysłowymi na biologiczną aktywność gleb leśnych (badania lizymetryczne). Prace IBL, z. 508/512, 1976, s. 110-133.
5. Kuźniar K.: Nowe metody określania aktywności gleby leśnej. Sylvan, nr 94, 4, 1950, s. 49-57.
6. Meiklejohn J.: The isolation of *Nitrosomonas europaea* in pure culture. J. Gen. Microbiol., 4, 1950, s. 185.
7. Parkinson D., Gray T. R. G., Williams S. T.: Methods for studying the ecology of soil micro-organisms. IBP Handbook No 19, Blackwell Sci. Publ. Oxford a. Edinburgh 1971, s. 107.
2. Phillips G. B., Hanel E. Jr: Control of mold contaminations on solid media by use of actidione. J. Bacteriol. 60, 1950, s. 104-105.
9. Unger H.: Der Zellulosetest — eine Methode zur Ermittlung der zellulolytischen Aktivität des Bodens in Feldversuchen. Ztsch. Pflanz. Düng. Bodenk. 91, 1960, s. 44-52.
10. Unger H.: Der Gazebeuteltest — eine Methode zur quantitativen Erfassung der biologischen Substanzen im Boden. Zentr. Bakt. Parasit. Infekt. Hyg., II Abt. 120, 1966, s. 61-79.

Я. Кэрмэн

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ ГОРОДСКИМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ
НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ СПОСОБНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЧВ
НА ОСНОВАНИИ ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

Резюме

От 1969 г. в Отделе водного хозяйства Научно-исследовательского института лесного хозяйства ведутся испытания по микрофлоре легких почв орошаемых городскими сточными водами. Орошение проводится в вегетационном периоде, от мая до сентября каждого года. Микробиологические анализы почв производится два раза в год: до начала орошения и после его окончания. Образцы почвы для анализа берется из лизиметров размещенных под сосной, лиственницей и ивой американской. В почве определяется: общее количество бактерий, грибов и актиномицетов, активные микроорганизмы при превращению соединений угля и азота в почве а также энзиматическую акитивность почвы.

После 6 лет орошения дозой стоков 50 мм (50 литров на 1 м² площади) применяемой 1 раз в неделю за вегетационный период констатируется в дальнейшем большую биологическую активность почвы на культуре сосны и листвен-

ницы чем контрольных, неорошенных почв, или орошенных водой с колодца, в тех самых дозах и сроках что сточной водой. Большие однократные дозы сточных вод для этих культур вызывают некоторые явления перегрузки лесных почв сточными водами. Но почва в культуре ивы американской еще в 4 году опытов хорошо переносила орошение сточными водами, дозой 200 мм. применяемой 1 раз в неделю за вегетационный период.

J. Kermen

THE EFFECT OF THE IRRIGATION WITH MUNICIPAL SEWAGE
UPON MICROBIOLOGICAL EFFICIENCY OF FOREST SOILS
ON THE BACKGROUND OF LYSIMETRIC EXPERIMENTS

S u m m a r y

Studies on the microflora of light forest soils irrigated with municipal sewage are being carried out in the Section of Water Management, Institute of Forest Research, since 1969. Irrigation is performed during vegetation season from May until September of each year. Microbiological soil analyses are performed twice a year, viz. before the initiation of seasonal irrigation and after its completion. Samples of soil for analyses are taken from lysimeters planted with pine, larch, and basket willow. Total number of bacteria, fungi, and actinomycetes, titre of microorganisms active in the transformation of carbon and nitrogen compounds in soil, and enzymatic activity of soil are determined in the soil sampled.

Following to 6 years of irrigation with 50 mm dose of sewage (50 litres per 1 m² of area), applied once a week throughout the vegetation season, still higher biological activity of soil was found under pine and larch plantations, when compared with unirrigated control soils and those irrigated with tap water with the same doses and dates as those used in sewage treatments. Greater, single doses of sewage for these plantations result in certain phenomena of an overload of forest soils with sewage. On the other hand the soil under basket willow plantation even during the 4th year of experiments performed well under the irrigation with the dose of 200 mm of sewage applied once a week during a vegetation season.

Dr Jadwiga Kermen

Instytut Badawczy Leśnictwa — Zakład Gospodarki Wodnej
Warszawa, ul. Wery Kostrzewy 3
Kierownik Zakładu: doc. dr Feliks Białkiewicz