

УДК 631.46:631.863

ВЛИЯНИЕ СТОЧНЫХ ВОД НА МИКРОФЛОРУ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

В. А. КАСАТИКОВ, Л. В. МОСИНА, В. Е. РУНИК, А. М. КАШКИН,
В. Т. ЕМЦЕВ, Н. Г. ВАСИЛЬЕВ

(Кафедра лесоводства, геологии и охраны природы,
кафедра микробиологии)

В мелкоделяночном опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве изучалось действие осадков сточных вод, полученных с иловых площадок и обеззараженных методом термофильного сбраживания, а также путем обработки тиозоном и КСДК (производное дитилкарбаминовой кислоты), на аэробные гетеротрофные микроорганизмы.

Установлено отсутствие токсичного действия осадков в дозах 15, 30 и 60 т/га и стимулирующее их действие в дозе 15 и 30 т/га. При увеличении доз осадков сточных вод изменяется групповой и видовой состав почвенных микроорганизмов.

В общем загрязнении биосферы и токсикации среды обитания человека немалая роль принадлежит осадкам сточных вод бытовой и промышленной сетей канализации. Общее их количество ежегодно возрастает. В целом по СССР оно достигает в настоящее время 4,1 млн. т. в расчете на сухое вещество, а к 1990 г. увеличится до 6 млн. т [12]. В связи с этим возникает санитарно-гигиеническая проблема утилизации всей массы такого рода осадков. Оптимальным решением данной проблемы является использование осадков городских сточных вод (ОСВ) в качестве органического удобрения в сельском хозяйстве при разработке методов снижения ожидаемого токсикологического их влияния в системе почва — растение — животное — человек.

Имеющиеся в литературе сведения о ценности ОСВ как удобрения и о влиянии их на биологические и физико-химические свойства почвы противоречивы, что объясняется различиями в составе осадков, а также неодинаковой технологией получения на станциях аэрации.

Исследования биологической активности почвы после внесения осадка свидетельствуют об увеличении общей численности микроорганизмов, повышении ферментативной активности и создании благоприятных условий для развития основных физиологических групп микроорганизмов [10]. Отмечено снижение содержания в почве плесневых грибов, что, очевидно, связано с ее подщелачиванием при применении ОСВ в качестве удобрения [2]. Отсутствие токсичного действия осадков на почвенную микрофлору наблюдалось в лабораторных опытах [15]. В то же время установлено сокращение численности микроорганизмов при увеличении дозы осадков до 16 кг/га [16].

Некоторые авторы считают, что токсическое влияние осадков на отдельные виды грибов, бактерий [9, 16, 18] и актиномицетов [4, 5, 14] связано с наличием в составе ОСВ тяжелых металлов.

Следует отметить, что большинство приведенных выше данных получено в лабораторных условиях на почвах, нетипичных для Нечерноземной зоны РСФСР.

В задачу наших исследований входило изучение действия различных доз и видов ОСВ на микробиологический режим почв под посевами сельскохозяйственных культур.

Методика

В мелкоделяночном опыте (размер учетной делянки 3 м²) под посев ячменя вносили ОСВ, обеззараженные методом термофильного сбраживания, с иловых площадок в дозах 15, 30, 60 и 120 т/га (в расчете на 50 % влажность осадков), под посев озимой ржи — те же ОСВ в дозах 15, 30 и 60 т/га; в посеве овса изучали последствие указанных доз. В другом опыте в звене севооборота яч-

мень — овес применяли ОСВ, обеззараженные фунгицидами — тиозоном и КСДК (производное дитилкарбаминовой кислоты), в дозе 25 т/га. Для сравнения действия НРК из ОСВ в опыт был введен вариант с оптимальными для данных культур нормами минеральных удобрений — 90N90P90K.

Опыты проводили в нормальные для развития зерновых культур годы — 1983—1985 гг.

Почва опытных участков дерново-подзолистая супесчаная на моренном суглинке. Содержание гумуса — 1,44—1,66 %, рН сол — 5,5—6,1, емкость поглощения — 4,2—6,2 мг-экв, Н_г — 1,32—2,0 мг-экв, содержание подвижного Р₂О₅ — 7—10 мг, обменного калия — 10—11 мг на 100 г.

У ОСВ с иловых площадок рН_{сол} — 6,5, зольность — 52 %, валовое содержание азота — 1,55, Р₂О₅ — 2,59, К₂О — 0,48 %, у ОСВ, обеззараженных тиозоном

и КСДК, — соответственно 7,6, 14,1 %, 1,0, 1,3 и 0,6 %.

Микробиологические исследования были выполнены по общепринятой методике [11]. Общее количество аммонифицирующих микроорганизмов определяли путем посева почвенной суспензии на МПА (рН 7,0—7,2), спорообразующих бактерий — путем посева пастеризованной в течение 10 мин почвенной суспензии при температуре 75—80° на среду, состоящую из равных объемов МПА и СА (рН 7,0—7,2), общее количество микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, в том числе численность актиномицетов — на КАА (рН 7,2—7,4), грибов на подкисленном СА (рН 5,0—5,5). Бациллы идентифицировали по методике Родиной и определителю Берге [1]. Групповую принадлежность актиномицетов устанавливали по определителю Н. А. Красильникова [6]. Микробиологический посев проводили в 6-кратной повторности.

Результаты

Численность аммонифицирующих микроорганизмов в большинстве случаев не снижалась при внесении ОСВ, а под некоторыми сельскохозяйственными культурами даже увеличивалась. Лишь при ежегодном

Вариант опыта	На МПА, млн.		Вегетативные клетки бацилл, %	Спорообразующие на МПА—СА, тыс.	На КАА		Грибы на СА, тыс.	МПА/КАА
	всего	в т. ч. спорообразующие			всего, млн.	в т. ч. актиномицеты, %		
Контроль	9,2	3,5	38,0	17,0	1,8	<0,01*	7,0	5,0
Посев ячменя								
ОСВ, 15	8,0	0,3	3,8	21,0	0,6	<0,01*	Не опр.	16,0
» 30	4,7	0,1	4,2	6,0	4,9	<0,01*	» »	0,6
» 60	8,2	2,4	29,3	38,0	4,5	8,0	» »	1,4
» 120	4,9	2,0	40,8	32,0	20,2	6,2	6,0	0,1
НРК	9,3	0,3	3,2	23,0	9,7	7,0	8,0	0,6
Посев озимой ржи								
ОСВ, 15	11,5	0,6	5,2	16,0	30,9	21,4	12,0	0,2
» 30	12,9	0,6	5,0	38,0	64,1	6,9	12,0	0,2
» 60	14,5	1,1	7,6	22,0	47,0	3,3	Не опр.	0,6
Последствие ОСВ в посеве овса								
ОСВ, 15	11,1	6,0	54,0	20,0	127,0	11,0	14,0	0,2
» 30	24,6	4,0	16,2	22,0	14,4	9,4	16,0	1,0
» 60	7,8	0,8	10,3	47,0	16,5	7,9	Не опр.	1,1
В звене севооборота ячмень — овес								
ОСВ, обеззар. тиозоном	27,3	2,7	9,9	38,0	26,3	4,0	17,0	2,0
ОСВ, обеззар. ксдк	26,8	2,1	7,8	40,0	2,0	5,5	15,0	9,0
Исходный ОСВ								
	43,8	2,5	5,7	3,0	13,3	5,0	14,0	7,0

* Численность менее 10 тыс. клеток.

применении ОСВ в дозах 30 и 120 т/га отмечалось незначительное ее снижение (табл. 1).

Действие доз ОСВ на развитие аммонификаторов в посевах разных культур было неоднозначным. Увеличение доз в посевах озимой ржи стимулировало развитие этих микроорганизмов, а в посевах овса наблюдалась параболическая зависимость: влияние ОСВ резко возрастало при внесении 30 т/га и резко снижалось при дозе 60 т/га. Обработка ОСВ тиозоном и КСДК не приводила к снижению биологической активности самих осадков в почве или даже стимулировала развитие аммонификаторов, что можно объяснить дополнительным внесением питательных веществ, содержащихся в этих препаратах. Исходный осадок содержит очень большое количество аммонифицирующих микроорганизмов, что также объясняется значительным запасом в нем питательных элементов.

Численность бацилл возрастала при высоких дозах ОСВ — 60 и особенно 120 т/га. Возможно, ежегодное внесение таких доз затрудняет развитие беспоровых бактерий, и бациллы, обладая мощным ферментативным аппаратом, лучше приспособляются к данным условиям среды. Дозы ОСВ 15 и 30 т/га оказывали такое же действие на развитие бацилл, как и минеральные удобрения.

Спорообразующие бактерии хорошо развивались в варианте с овсом, особенно при внесении наименьшей дозы ОСВ (на них приходилось более 50 % всех микроорганизмов). Под озимой рожью ОСВ способствовали развитию неспоровых бактерий. Химическое обеззараживание ОСВ также приводило к массовому развитию последних.

Таблица 2

Видовой состав бацилл (% от общего количества спор)

Вариант опыта	Bac. megaterium (1)	Bac. idosls (2)	Bac. mycorides (3)	Bac. mesentericus, Bac. sibirilis (4)	Bac. cereus (5)	Bac. virgulus (6)	Bac. agglomeratus (7)	Bac. petasites (8)	Прочие	Сумма	
										(1) — (4)	(5) — (8)
Контроль	—	55	—	17	—	14	—	—	14	72	14
Посев ячменя											
ОСВ, 15	7	54	—	—	—	21	—	—	17	61	21
» 30	—	66	—	34	—	—	—	—	—	100	—
» 60	5	13	32	—	—	16	32	2	2	50	48
» 120	19	53	6	—	—	10	—	—	12	78	10
НПК	—	9	70	—	—	13	—	—	8	79	13
Посев озимой ржи											
ОСВ, 15	12	40	3	12	—	12	9	—	12	67	21
» 30	4	46	7	8	3	13	8	11	—	65	35
» 60	4	60	—	11	—	5	5	—	15	75	10
Последствие ОСВ в посевах овса											
ОСВ, 15	10	63	—	—	—	18	—	—	10	73	17
» 30	5	55	—	14	—	14	—	—	12	74	14
» 60	3	30	2	6	—	8	20	20	11	41	48
В звене: севооборота ячмень — овес											
ОСВ, обеззар. тиозоном	7	67	—	9	—	9	—	—	8	3	9
ОСВ, обеззар. КСДК	—	23	—	—	—	53	17	—	7	23	70
Исходный ОСВ											
	30	40	—	—	—	30	—	—	—	70	30

Численность микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, существенно изменялась по вариантам опыта. Содержание их в вариантах с ежегодным применением осадков было несколько выше, чем в контроле, но ниже, чем на фоне НРК. При дозе 120 т/га резко увеличивалось число микроорганизмов на КАА. Существенно различалась численность данной группы микробов под разными сельскохозяйственными культурами. При дозе 15 т/га происходило ее увеличение под озимой рожью и овсом, но особенно резко — под овсом. При дозе 30 т/га численность микроорганизмов этой группы повышалась в 2 раза под озимой рожью и снижалась в 8 раз под овсом по сравнению с этим показателем при дозе 15 т/га. Вследствие увеличения дозы до 60 т/га численность микроорганизмов на КАА под озимой рожью снижалась в 1,5 раза, а под овсом изменялась незначительно.

В результате обеззараживания ОСВ тиозоном численность микроорганизмов на КАА возрастала. Действие КСДК в этом случае было незначительным.

При разовом внесении 15 т ОСВ под озимую пшеницу, как и в последствии на овес, доля актиномицетов повышалась. Последующее увеличение доз ОСВ под эти культуры приводило к снижению содержания этой группы микроорганизмов.

Химическое обеззараживание осадка в севообороте ячмень — овес в случае применения КСДК несколько увеличивает содержание актиномицетов.

Численность микроскопических грибов колебалась от 6 до 17 тыс. При внесении ОСВ она повышалась в 2 раза. С увеличением доз ОСВ под озимую рожь и овес не отмечалось существенного изменения в развитии этих микроорганизмов. При обеззараживании осадка тиозоном и КСДК наблюдалась тенденция к увеличению обсемененности микроскопическими грибами.

Более точную картину процессов, происходящих в почве, дает анализ видового состава микроорганизмов. Так, видовой состав бактерий является хорошим показателем минерализационных процессов [7, 8]. Виды *Bac. megaterium*, *Bac. idosus*, *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis* в противоположность *Bac. cereus*, *Bac. virgulus*, *Bac. agglomeratus* лучше развиваются на более поздних этапах распада органического вещества и свидетельствуют о глубоко идущих процессах его деструкции. Показателем минерализационных процессов в почве может служить и соотношение численности микроорганизмов, развивающихся на органических и минеральных формах азота [7].

Ежегодное применение ОСВ в разных дозах оказывало различное влияние на видовой состав бактерий (табл. 2). Так, при внесении 15 и особенно 60 т снижалась численность бактерий, развивающихся на более поздних этапах распада органического вещества, а при дозе 30 т улучшалось их развитие. Усиление минерализационных процессов подтверждается и анализом соотношения микроорганизмов на МПА и КАА

Таблица 3
Групповой состав актиномицетов
(% от общего количества)

Вариант опыта	Albus	Стерильные	Цветные
Контроль	—	—	—
Посев ячменя			
ОСВ, 15	—	—	—
» 30	—	—	—
» 60	25	75	—
» 120	29	57	14
НРК	50	40	10
Посев озимой ржи			
ОСВ, 15	30	33	36
» 30	11	44	45
» 60	25	75	—
Последствие ОСВ в посевах овса			
ОСВ, 15	30	33	36
» 30	11	44	45
» 60	25	75	—
В звене севооборота ячмень — овес			
ОСВ, обеззар. тиозоном	2	100	—
ОСВ, обеззар. КСДК	—	100	—
Исходный ОСВ			
	—	100	—

Увеличение доз ОСВ в посевах озимой ржи усиливало минерализационные процессы — сумма *Bac. megaterium*, *Bac. idosus*, *Bac. mesentericus* — *Bac. subtilis* возрастала, а под овес — ослабляло их, что также подтверждается соотношением численности микроорганизмов на МПА и КАА. Химическое обеззараживание ОСВ тиозоном обеспечило максимальную минерализацию органического вещества — сумма видов *Bac. megaterium*, *Bac. idosus*, *Bac. mesentericus* и *Bac. subtilis* составила 83 %, а при обеззараживании ОСВ КСДК на них приходилось только 23 % бактерий.

Интенсивность минерализационных процессов в исходном ОСВ также высокая.

Анализ качественного состава актиномицетов (табл. 3) показал, что содержание аспорогенных форм повышается с увеличением доз ОСВ. Химическое обеззараживание осадка затрудняет образование воздушного мицелия, что приводит к существованию только стерильных форм лучистых грибов. То же отмечается и в исходном ОСВ.

Заключение

Внесение в почву ОСВ в дозах 15, 30 и 60 т/га не оказывает токсического действия на аэробные гетеротрофные микроорганизмы, а в почве под озимой рожью и овсом при внесении ОСВ в дозах 15 и 30 т/га они активизируются.

Обеззараживание ОСВ тиозоном и КСДК не приводит к снижению биологической активности почвы.

В результате применения высоких доз ОСВ (60 т/га и особенно 120 т/га) численность бацилл возрастает. При увеличении доз ОСВ интенсивность минерализационных процессов под озимой рожью усиливается, под овсом — ослабляется. Об этом можно судить по увеличению суммы видов *Bac. megaterium*, *Bac. idosus*, *Bac. mesentericus* — *Bac. subtilis* в первом случае (с 67 до 76 %) и уменьшению в последнем (с 72 до 42 %).

Установлено положительное влияние ОСВ на развитие актиномицетов, особенно при дозе 15 т/га. При увеличении доз ОСВ количество аспорогенных форм этой группы микроорганизмов возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берге Д. Краткий определитель бактерий/Под ред. Г. А. Заварзина. М.: Мир, 1980. — 2. Двойнишникова Е. И., Решеткий Н. П., Калининская И. А. Влияние осадка сточных вод на биологическую активность почвы. — В сб. науч. тр. Белорус. с.-х. акад., 1975, № 134, с. 36—40. — 3. Евдокимова Г. А. Микробиологическая активность почв при загрязнении тяжелыми металлами. — Почвоведение, 1982, № 6, с. 125—132. — 4. Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Содержание тяжелых металлов и микрофлора целинных почв в зоне влияния цветной металлургии. — В кн.: Состояние природной среды Кольского Севера и прогноз ее изменения. Апатиты, 1982, с. 105—118. — 5. Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Влияние тяжелых металлов промышленных выбросов на микрофлору почвы. — В кн.: Микробиол. исслед. на Кольском полуострове. Апатиты, 1978, с. 3—18. — 6. Красильников Н. А. Лучистые грибы. — М.: Наука, 1970. — 7. Мишустин Е. Н. Географический фактор, почвенные типы и их микробное население. — В сб.: Микрофлора почв северной и средней части СССР. М.: Наука, 1966. — 8. Мишустин Е. Н., Тимофеева А. Г. Смена микрофлоры при процессе разложения органических остатков. — Микробиология, 1944, с. 13, вып. 6, с. 44. — 9. Наплекова Н. И., Булаво Г. Н. Изменение видового состава грибов в почвах, загрязненных свинцом. — В кн.: Использование микроорганизмов в сельск. хоз-ве и промышленности. Новосибирск, 1982, с. 57—62. — 10. Покровская С. Ф., Гладкова Л. И. Использование осадка сточных вод в сельск. хоз-ве. — М.: Наука, 1977. — 11. Практикум по микробиологии/Под. ред. Н. С. Егорова М.: Изд-во МГУ, 1976. — 12. Рекомендации по внесению осадков городских сточных вод с иловых площадок в качестве удобрений. ВНИПТИОУ, 1984. — 13. Шикунов Ф. Н., Степанов А. М., Фролов В. А. Загрязнение биосферы в северном полушарии на фоновом уровне. — В кн.: Антропогенные нарушения и природные изменения наземных экосистем. М.: Изд-во АН СССР, 1981, с. 38—42. — 14. Тодоров Ц., Димков Р., Цончева П., Стоянов П. Влияние на замьярсяването на почвата с олово върху наком показатели на почвената микрофлора. — Почвознание и агрохимия, 1981, № 2, с. 115—120. — 15. Eiland F. The effects

of high doses of slurry and farmyard manure in microorganisms in soil. Report ort no. 1546. Midsskr. Planteol, 1981, vol. 85, N 2, p. 145—152. — **15.** Doelman P., Haanstra L. — Soil Biol. Biochem, 1979, vol. 11, N 5, p. 487—491. — **17.** Tomati U. —

Proceeding of the 2nd european symposium held in Vienna, October 21—23. 1980, Vienna, p. 553—561. — **18.** Zibilska L., Wagner G. — Soil Sci., 1982, vol. 134, N 6, p. 364—370.

Статья поступила 17 апреля 1986 г.

SUMMARY

Dynamics in microorganisms' number and specific composition in soddy-podzolic soil as a result of applying sewage deposits (SD) as fertilizers has been studied. Application of SD at the rates of 15, 30, and 60 tons/ha does not produce any toxic effect on aerobic heterotrophic microorganisms in the soil under winter rye and oats. SD applied at the rates of 15 and 30 tons/ha stimulate development of the crops. Disinfecting SD with thiosine and CSDC (derivative of dithilcarbamic acid) does not reduce biological activity of the soil. With high rates of SD (60 tons/ha and especially 120 tons/ha) the number of bacilli increases.