

<https://doi.org/10.3176/biol.1983.3.03>

УДК 631.46 : 628.3

Мария АКСЕЛЬ, Хельда РИЙС

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТОЧНОЙ ВОДЫ НА РАЗВИТИЕ ПОЧВЕННЫХ ГРИБОВ И ВОДОРΟΣЛЕЙ В ЛУГОВОЙ ПОЧВЕ

Утилизация отходов хозяйственной деятельности человека — одна из актуальнейших проблем современности. Промышленными и бытовыми сточными водами загрязняются водоемы, почва, грунтовые воды. Поэтому с целью защиты окружающей среды от загрязнения вредными отходами необходимо решить вопрос о влиянии их на разные компоненты экосистемы, в частности на почву и обитающие в ней микроорганизмы. В настоящее время хорошими биоиндикаторами загрязненности почвы разными по происхождению и химическому составу сточными водами считаются почвенные водоросли и грибы (Липницкая и др., 1977; Бондаренко и др., 1980; Марфенина и др., 1980; Сайфуллина, Минибаев, 1980).

В секторе микробиологии Института экспериментальной биологии АН ЭССР в течение ряда лет изучалось влияние высоких доз сточной воды Соммлэ (из расчета 100—400 т/га) на численность почвенных бактерий, актиномицетов, грибов и водорослей и на азотный режим полевых почв, содержащихся без растений (Аксель, Рийс, 1978; Рыис и др., 1978; Троль и др., 1978). Результаты этих исследований свидетельствуют о том, что почвенные микроорганизмы быстро реагируют на довольно высокие дозы сточной воды, причем наиболее чувствительными являются азотобактер и некоторые роды почвенных грибов и водорослей.

Поскольку сточная вода Соммлэ богата соединениями азота, то мы пытались выяснить возможность использования ее в умеренных дозах в качестве азотного удобрения. Именно с этой целью исследовали влияние умеренных доз технологической сточной воды Соммлэ (8—32 т/га) на урожайность трав, азотный режим и ферментативную активность луговой почвы, а также на численность и состав почвенных микроорганизмов. В настоящей статье приводятся данные о влиянии умеренных доз сточной воды Соммлэ на численность и флористический состав грибов и водорослей в луговой почве.

Материал и методика

Технологическая сточная вода Соммлэ (ТСВС) — результат разложения комплекса C_5 — C_{30} первичных хлорорганических соединений и уротропина водяным паром в уксуснокислой среде в присутствии формалина. Химический состав сточной воды, %: вода 98,1, уксусная кислота 0,8, формальдегид 0,5, хлорорганические соединения 0,3, уротропин 0,2, дихлорэтан 0,1.

Исследовалась дерново-карбонатная типичная суглинистая луговая почва, засеянная многолетними травами (доминировали тимофеевка и

красный клевер). Опыты проводились с 1977 по 1981 г. Испытывали разные дозы ТСВС (8, 16 и 32 т/га и 16 т/га, разбавленной водой в соотношении 1:1). Кроме того, в 1979 г. исследовалось последствие ТСВС, внесенной в почву в дозе 16 т/га в 1977 г. и в дозе 32 т/га в 1978 г. Опыты проводились в четырех повторностях, размер делянок — 25 м².

Почву обрабатывали ТСВС после первого укоса, в июне, а в 1980 г. ТСВС вносили в мае, т. е. перед укосом. Почвенные образцы для анализа брали в течение вегетационного периода 1—2 раза в месяц с глубины 5 см. По каждому варианту брали 5 проб и из них составляли четыре смешанных образца. Анализы проводили в двух повторностях.

Численность и состав почвенных грибов определяли методом разликов с использованием среды Чапека с агаром. Определялись наиболее часто и по сравнению с другими группами в большем количестве встречающиеся в дерново-карбонатной почве роды *Penicillium*, *Torula*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Verticillium* из группы *Imperfecti* и *Mucor* из порядка *Mucorales*.

Общую численность водорослей, состав по систематическим группам (синезеленые, зеленые и диатомовые) и флористический состав по родовым признакам анализировали в жидкой и на агаризованной среде Данилова (Новогрудский, 1956). Определяли частоту встречаемости типичных для дерново-карбонатной луговой почвы синезеленых водорослей из родов *Nostoc*, *Anabaena*, *Cylindrospermum*, *Phormidium* и зеленых водорослей из родов *Chlorella* и *Chlamydomonas*.

Статистическую обработку полученных результатов проводили методом *t*-распределения по Стьюденту (Рокицкий, 1967).

Результаты

ТСВС, внесенная в почву, вызывала изменение численности и качественного состава почвенных грибов, а также изменение количественных соотношений между отдельными родами. Влияние ТСВС на рассматриваемые нами роды грибов было разным. В целом оно выразилось в уменьшении общей численности грибов.

Данные о трех наиболее часто встречающихся в исследованных нами почвах родах грибов (*Penicillium*, *Torula*, *Fusarium*) были статистически обработаны.

Грибы из рода *Penicillium* как по численности, так и по частоте встречаемости были доминирующими и составляли примерно 70% общей численности исследованных нами грибов. Поэтому они существенно определяли общую численность их в пробах. В проведенных опытах численность *Penicillium* изменялась под влиянием ТСВС. Выяснилось, что в опытных вариантах по сравнению с контрольным она уменьшалась, и лишь в том случае, когда ТСВС была внесена в почву за два года до анализа, численность восстанавливалась до контроля (таблица). Следовательно, на *Penicillium* ранее внесенная в почву ТСВС влияния не имела.

Грибы из родов *Torula* и *Fusarium* реагировали на ТСВС иначе — численность их не снижалась. Численность *Torula* в общем оставалась на уровне численности в контроле. В варианте с 8 т/га отмечалось достоверное ($P < 0,05$) увеличение, а в вариантах с 16 т/га ТСВС+16 т/га воды и с ранее внесенной ТСВС наблюдалось ее снижение по сравнению с численностью в контроле. На грибы из рода *Fusarium* сточная вода во всех вариантах опытов, кроме варианта с 16 т/га ТСВС+16 т/га воды, оказывала достоверно положительное влияние. При этом следует

отметить, что на *Fusarium* ТСВС имела положительное достоверное влияние ($P < 0,01$) в варианте опытов, где она была внесена за два года до анализа.

Из изученных нами родов почвенных грибов в меньшем количестве встречались *Trichoderma*, *Verticillium*, *Acremonium* и *Mucor* по сравнению с рассмотренными выше родами. Численность *Trichoderma* была во всех случаях, кроме варианта, где ТСВС вносили за два года до анализа, несколько выше контроля. *Verticillium* и *Acremonium* встречались относительно редко, поэтому судить о влиянии ТСВС на их численность труднее, особенно в случае *Verticillium*. Реакция *Acremonium* на ТСВС, видимо, отрицательная, так как в вариантах с внесением ТСВС их было обнаружено очень мало или они отсутствовали вообще. Численность *Mucor* в опытных вариантах оставалась примерно на уровне контрольного, откуда следует, что ТСВС на *Mucor* влияния не оказывала.

Увеличение численности *Fusarium* и *Torula*, возможно, обусловлено тем, что ТСВС отрицательно влияет на антагонистов этих родов и тем самым создает более благоприятные условия для развития названных грибов. Возможно также, что внесенные в почву вещества способствовали развитию *Torula* и *Fusarium*.

Проведенные опыты показывают, что внесение ТСВС нарушает установившиеся в почве количественные соотношения между родами почвенных грибов, чем нарушается нормальная жизнедеятельность почвы. Влияние ТСВС сохранялось в почве до конца опытов и отмечалось даже при исследованиях последствий ТСВС, а также внесения 16 т/га ТСВС, разбавленной водой.

Внесение в почву умеренных доз ТСВС не вызывало достоверных изменений в численности почвенных водорослей. Средняя численность водорослей в контрольной почве в течение всего опыта была в пределах 680—2100 тыс., а в обработанных ТСВС почвах около 780—3300 тыс. клеток на 1 г абсолютно сухой почвы. Исключение составили анализы 1978 г., где достоверное ($P < 0,05$) повышение численности водорослей отмечено четыре месяца после обработки почвы ТСВС в дозе 16 т/га. В этот период средняя численность водорослей в обработанной ТСВС почве превышала их численность в контрольной почве приблизительно в два раза.

Естественный фон альгофлоры в изучаемой дерново-карбонатной почве под многолетними травами составляют сообщества водорослей, в которых численно доминируют синезеленые, причем доминантами являются роды *Nostoc* и *Anabaena*, реже встречается род *Cylindrospermum* и очень незначительна роль рода *Phormidium*. Из зеленых водорослей доминирует род *Chlorella*, гораздо реже встречается род *Chlamydomonas*. В обработанных ТСВС почвах состав альгофлоры существенно не изменился — доминирующими остались по-прежнему синезеленые.

Итак, ТСВС в умеренных дозах (8, 16 и 32 т/га) не вызывала снижения численности водорослей и существенных изменений во флористическом составе их в почве культурного луга, как это было показано в наших предыдущих исследованиях (Рийс и др., 1978). Наоборот, была обнаружена даже активизация роста водорослей. Следовательно, использованные нами в данном опыте дозы ТСВС не оказали токсичного действия на развитие почвенных водорослей, а обогатили почву доступными для клеток водорослей питательными элементами. Водоросли как индикаторные организмы загрязненности почвы не отразили неблагоприятных для их развития изменений в экологическом состоянии почвы. Однако на численность и состав почвенных грибов ТСВС влияла отрицательно, причем чем больше была доза ТСВС, тем меньше оказывалась общая численность грибов.

Численность колоний почвенных грибов в обработанной ТСВС
луговой дерново-карбонатной почве (в среднем на пробу)

Род грибов	Конт-роль	Доза ТСВС, т/га				Последствие 16+32 т/га через 2 года
		8	16	32	16+16 т/га воды	
<i>Penicillium</i>	72	59*	64*	51**	35**	75
<i>Torula</i>	13	17*	14	14	7	10
<i>Fusarium</i>	4	5*	7**	5**	4	8**

* Статистически значимый эффект на уровне $P \leq 0,05$.

** $P \leq 0,01$.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксель М. Ю., Рийс Х. А. Влияние технологической сточной воды на флористический состав почвенных грибов и водорослей. — В кн.: Микробиологические основы повышения плодородия почвы. Таллин, 1978, 196—207.
- Бондаренко Н. Г., Гузев В. С., Мирчинк Т. Г., Звягинцев Д. Г. Об отрицательном действии минеральных удобрений на микробиологическое состояние дерново-подзолистой почвы. — В кн.: Мелиорация, использование и охрана почв Нечерноземной зоны. М., 1980, 125—126.
- Липницкая Г. П., Давыдов В. Д., Голубничая Е. А. Влияние влагозарядковых поливов фенольно-аммиачными сточными водами коксохимического завода на урожай растений и численность почвенных водорослей. — В кн.: Развитие и значение водорослей в почвах Нечерноземной зоны. Пермь, 1977, 76—78.
- Марфенина О. Е., Бондаренко Н. Г., Мирчинк Т. Г. Характеристика комплекса микроскопических грибов дерново-подзолистых почв при длительном внесении удобрений и известковании. — Научн. докл. высш. школы. Биол. науки, 1980, 12, 97—102.
- Новогрудский Д. М. Почвенная микробиология. Алма-Ата, 1956.
- Рийс Х. А., Аксель М. Ю., Троль В. О. О влиянии технологической сточной воды на динамику численности почвенных водорослей. — В кн.: Микробиологические основы повышения плодородия почвы. Таллин, 1978, 185—191.
- Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск, 1967.
- Рысь О., Аксель М., Рийс Х., Сирп Л., Троль В. Микроорганизмы как индикаторы загрязнения почвы промышленными отходами. — В кн.: Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. Вильнюс, 1978, 295—297.
- Троль В. О., Аксель М. Ю., Рийс Х. А. О влиянии технологической сточной воды на почвенную микрофлору. — В кн.: Микробиологические основы повышения плодородия почвы. Таллин, 1978, 192—195.
- Сайфуллина З. Н., Минабаев Р. Г. Влияние орошения на почвенные водоросли. — Бот. ж., 1980, 65, 1613—1618.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
16/VI 1982

Maria AKSEL, Helda RIIS

TEHNOLOOGILISE HEITVEE MÕJU MULLASEENTE JA VETIKATE ARENGULE ROHUMAAMULLAS

Katsetulemuste põhjal on konstateeritud, et Sommeleti tehnoloogiline heitvesi (8, 16 ja 32 t/ha) avaldab mullaseente arengule negatiivset mõju — seente hulk mullas vähenes heitveekoguse suurenedes, kusjuures eri perekonnad reageerisid heitveele erinevalt. Mullavetikate arvukust ja floristilist koostist mõõdukates doosides antud heitvesi oluliselt ei muutnud.

Maria AKSEL, Helda RIIS

EFFECTS OF TECHNOLOGICAL SEWAGE ON SOIL FUNGI AND ALGAE DYNAMICS IN MEADOW SOIL

Soddy calcareous loamy soil was treated with technological sewage in doses of 8, 16 and 32 tons per hectare. Analysis of quantitative dynamics of soil fungi revealed a negative effect of sewage: the treatment of soil with high doses of sewage resulted in decreasing the amount of fungi in the soil. The reactions of different genera of soil fungi to the influence of sewage showed differences. The dynamics and the floristic composition of soil-inhabiting algae did not depend significantly on the sewage treatment.