

МИКРООРГАНИЗМЫ КАК ИНДИКАТОРЫ
ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ

Л. А. ХАЧИКЯН, К. В. ГРИГОРЯН

Загрязненные промышленными отходами оросительные воды снижают микробиологическую активность почв. Количественное изменение микроорганизмов можно использовать в качестве диагностического показателя загрязненности почв тяжелыми металлами.

Техногенные вещества, загрязняющие окружающую среду, по-разному действуют на биологическую активность почв [7, 8, 10]. Установлено, что загрязненность почвы можно диагностировать по активности ферментов [5, 6].

В Армении с ростом химической промышленности увеличивается загрязнение среды. Промышленные отбросы и отходы поступают в оросительные воды, что приводит к загрязнению почв. Влияние загрязненных вод на микробиологическую активность почв мало изучалось. Настоящая работа посвящена выяснению этого вопроса, который имеет определенное практическое значение для охраны почвы и поднятия ее плодородия.

Материал и методика. Исследования проводились на различных генетических типах почв: коричневой лесной остепненной (Туманянский район, совхоз Шнох), пойменной (Кафанский район, совхоз Сюник). Для получения сравнительных данных в пределах типа почв, орошаемых незагрязненными и загрязненными водами, разрезы закладывались под одной и той же культурой—на коричневых лесных остепненных—плодовых, пойменных—овощных. В свежих почвенных образцах численность бактерий (неспоровых, споровых, олигонитрофильных, аэробных целлюлозоразрушающих актиномицетов и грибов) определяли по методике, принятой Институтом микробиологии АН СССР, активность ферментов—по Галстяну [4], количественное определение железо- и марганцевосстанавливающей способности почв в соответствующих средах проводилось по модифицированной методике [9, 11]. Гумус определяли по Тюрину, рН водной суспензии—потенциметрически, карбонатность—газометрически, двухвалентное железо—по Казариной, Окпной, двухвалентный марганец—колориметрически с помощью персульфата аммония [1, 2].

Результаты и обсуждение. Коричневые лесные остепненные почвы, орошаемые незагрязненными водами реки Шнох, характеризуются средним содержанием гумуса, тяжелосуглинистым механическим составом, карбонатностью, щелочной реакцией среды, высокой микробиологической и ферментативной активностью (табл. 1, 2). Здесь биологически

Таблица 1

Микробиологическая активность коричневых лесных остепненных почв
(плодовые культуры, Туманянский р-он)

Почва, № разреза	Горизонт	Глубина, см	Млн г почвы									
			бактерии	неспоровые	споровые	олигоин- трофилы	целлюлозо- разрушаю- щие	актиноми- цеты	грибы	амифи- каторы	нитрифика- торы	Торф
Незагрязненная, оро- шается водами реки Шнох, 29	Ап	0-25	22,8	9,6	0,26	11,4	0,36	0,18	0,38	1,43	1,43	
	В ₁	26-50	17,3	3,2	0,12	3,9	0,30	0,10	0,30	1,43	1,43	
	В ₂	50-75	13,0	2,5	0,11	1,3	0,15	нет	0,26	0,90	1,41	
	В ₃	75-95	10,4	1,7	0,10	1,0	нет	0,06	0,23	0,16	1,30	
	BC	95-116	9,8	0,4	0,02	0,7	нет	нет	0,20	0,15	1,20	
Загрязненная, орошает- ся водами реки Дебед, 33	Ап	0-25	17,5	6,3	0,22	8,7	0,25	нет	0,33	1,39	1,39	
	В ₁	25-46	11,8	3,6	0,13	3,6	0,08	0,15	0,25	1,39	1,39	
	В ₂	46-62	13,2	2,5	0,25	3,2	0,03	0,03	0,35	1,32	1,32	
	В ₃	62-81	12,0	3,0	нет	4,8	0,06	0,06	0,34	1,34	1,34	
	BC	81-100	8,1	3,1	0,13	3,3	0,03	0,09	0,32	1,32	1,32	

Таблица 2

Биологическая активность коричневых лесных остепненных почв

Почва, № разреза	Содержание, ‰				рН, Н ₂ O	Инвертаза, мг глюкозы 1 г почвы	Фосфатаза, мг Р 100 г почвы	Уреаза, мг NH ₃ 1 г почвы	Каталаза, см ³ O ₂ 1 г почвы	Продукционная CO ₂ , мг O ₂ 100 г почвы
	гумус	CO ₂ карбо- натов	фракция, мм							
			0,001	0,01						
Незагрязненная, орошается вода- ми реки Шнох, 29	3,2	5,1	15,8	51,9	8,2	22,1	5,2	3,8	16,8	41,3
	2,5	5,4	13,4	52,4	8,1	18,8	3,4	2,3	14,1	37,4
	2,4	6,2	12,9	49,0	8,1	7,4	2,5	2,1	6,8	27,5
	1,8	7,5	11,2	42,8	8,3	2,5	2,0	1,6	4,1	20,9
	1,2	12,4	10,6	35,4	8,4	1,8	1,3	1,0	2,6	26,4
Загрязненная, оро- шается водами реки Дебед, 33	2,8	3,8	8,6	33,2	8,5	8,9	2,9	1,3	5,4	23,1
	2,5	4,0	9,3	36,9	8,6	4,8	1,8	1,0	4,8	18,7
	1,8	6,1	5,8	37,2	8,7	3,5	0,5	0,8	2,6	16,5
	1,5	12,8	6,0	30,8	8,5	2,2	0,3	0,5	2,2	12,1
	0,9	11,9	4,9	29,3	8,3	0,9	0,2	0,3	1,6	11,0

более активны пахотные и подпахотные горизонты, где количество бак-
терий доходит до 22,8 млн/г почвы. Численность микроорганизмов и
действие ферментов в соответствии с содержанием гумуса вниз по про-
филю постепенно уменьшается. Высокая биологическая активность ко-
ричневых лесных остепненных почв обусловлена орошением незагряз-
ненными водами реки Шнох, имеющими хорошие ирригационные свой-
ства [6]. Под их влиянием почвы приобретают однородную микробио-
логическую активность.

При сравнении их с коричневыми лесными остепненными почвами,
орошаемыми водами реки Дебед, загрязненными промышленными отхо-
дами городов Кировска, Спитака, Алаверди, было установлено, что

активность микрофлоры снижается (табл. 1). Количественный состав всех рассматриваемых групп почвенных бактерий изменяется, особенно уменьшается численность спорофитных бактерий и актиномицетов. Эти почвы обладают неоднородной биологической активностью. В то же время благодаря необычайно высокому метаболическому разнообразию микроорганизмы могут приспосабливаться к неблагоприятным условиям среды. Для бактериальной микрофлоры в почвах, орошаемых загрязненными водами, характерна олиготрофность. Олиготрофные микроорганизмы способны ассимилировать зольные элементы из рассеянного состояния и довольствоваться малым количеством питательных веществ [3]. Исследованиями установлено, что под влиянием вод реки Дебед происходит также снижение активности ферментов и интенсивности продуцирования углекислого газа по всему профилю почв. В пахотном слое сильнозагрязненных почв активность ферментов снизилась на 34—68%. В водах реки Дебед содержится большое количество тяжелых металлов и бора, которые сильно загрязняют почву, где их количество намного превышает пороговые концентрации [6]. Здесь низкая ферментативная активность сочетается с наименьшей численностью микроорганизмов.

Таблица 3
Микробиологическая активность пойменных почв (овощные культуры, Кафанский р-он)

Почва, № разреза	Горизонт	Глубина, см	%		рН, H ₂ O	Млн/г почвы								
			гумус	СО ₂ карбонатов		бактерии	песпоровые	спорные	олигонитрофилы	целлюлозоразрушающие	актиномицеты	грибы	аммонификаторы	нитрификаторы
Незагрязненная, орошается водами реки Халадж, 48	Ап	0—26	2,2	1,6	7,9	17,8	16,0	1,35	8,7	0,30	1,6	0,12	1,39	1,39
	В ₁	26—39	1,9	1,5	8,0	14,9	14,0	0,93	7,6	0,28	1,0	0,06	1,37	1,37
	В ₂	39—52	1,5	2,0	8,1	13,2	12,3	0,90	7,1	0,22	0,6	0,02	1,32	1,32
	В ₃	52—67	1,1	1,2	8,1	13,0	12,0	0,70	6,3	0,18	1,3	0,02	1,32	1,32
	В ₄	67—79	1,1	1,4	8,2	11,9	9,9	0,50	5,7	0,13	нет	0,01	1,32	1,32
	ВС	79—98	0,9	2,0	8,2	10,7	9,0	0,36	5,0	0,11	нет	0,01	1,30	1,30
	С ₁	98—100	0,6	0,8	8,3	7,8	7,4	0,10	3,3	0,06	нет	нет	1,20	1,20
Сильнозагрязненная, орошается водами реки Вохчи, 46	Ап	0—25	1,3	3,8	8,3	14,0	9,6	0,58	5,1	0,20	нет	0,07	1,29	1,29
	В ₁	25—32	1,6	2,2	8,2	13,0	9,4	0,29	4,5	нет	0,7	0,01	1,26	1,26
	В ₂	32—43	1,3	2,8	8,2	7,9	6,5	0,35	2,1	нет	0,2	0,10	1,31	1,31
	В ₃	43—57	1,3	2,3	8,3	7,6	6,9	0,55	3,0	нет	0,5	0,01	1,29	1,29
	В ₄	57—72	1,0	2,6	8,4	6,6	5,7	0,50	2,6	0,11	0,3	0,02	1,32	1,32
	ВС	72—92	0,9	2,6	8,2	8,6	6,3	0,25	2,9	0,10	1,2	нет	1,30	1,30
	С ₁	92—115	0,1	2,1	8,2	7,7	6,9	0,41	1,9	0,04	0,9	0,01	0,32	1,32

Понижение микробиологической активности наблюдается также на пойменных почвах Кафанского района, орошаемых водами реки Вохчи, загрязненными отходами медно-молибденного комбината и предприятий городов Каджарана и Кафана. Установлена также высокая микробиологическая активность почв, орошаемых незагрязненными водами реки Халадж.

Снижение микробиологической активности почв под влиянием загрязненных промышленными отходами оросительных вод свидетельствует о том, что поступающие в почву химические соединения тяжелых металлов токсичны и оказывают неблагоприятное влияние на жизнедеятельность микроорганизмов. Под влиянием этих вод меняется также почвенная среда, в результате чего микроорганизмы или погибают, или приспособляются к новым условиям, меняя свой родовой состав. Более чувствительными оказались грибы рода *Penicillium*, количество которых под влиянием загрязненных вод резко падает, снижается также численность грибов родов *Aspergillus*, *Mucor*, *Trichoderma*.

Некоторые химические соединения, поступающие в почву с загрязненными оросительными водами, под действием анаэробных процессов подвергаются изменению. Процесс восстановления железа и марганца под действием соответствующих микроорганизмов усиливается (табл. 4). Почвы, орошаемые загрязненными водами, по сравнению с незагрязненными, обладают высокой железо- и марганцевосстанавливающей способностью.

Таблица 4
Железо-, марганцевосстанавливающая активность почв

Почва, № разреза		Fe. ⁺⁺ мг/кг		Mn. ⁺⁺ мг/кг		
		п о ч в ы				
		подвижное железо	активность	подвижный марганец	активность	
Коричневая лесная остепленная	незагрязненная, 29	1,4	30,0	175	750	
		2,1	40,0	150	930	
		1,7	50,0	185	700	
		0,7	50,0	68	620	
		0,7	30,0	72	870	
	сильнозагрязненная, 33	20,4	60,0	200	900	
		10,0	60,0	166	1140	
		0,7	60,0	88	1050	
		0,7	45,0	88	1050	
		10,0	60,0	106	830	
	Пойменная	незагрязненная, 48	3,0	30,0	106	600
			2,0	40,0	119	790
			2,0	40,0	98	770
			3,0	40,0	102	580
4,0			39,0	75	410	
1,2			39,0	81	640	
1,0			39,0	87	1130	
сильнозагрязненная, 46		4,2	70,0	185	720	
		4,0	50,0	222	800	
		3,0	50,0	280	810	
		1,0	30,0	315	900	
		3,0	30,0	200	450	
		1,0	80,0	203	650	
		1,0	60,0	174	930	

Таким образом, почвенные микроорганизмы являются биоиндикатором загрязненности почвы.

Институт почвоведения и агрохимии
МСХ АрмССР

Поступило 11.IV 1979 г.

ՄԱՆՐԷՆԵՐԸ, ՈՐՊԵՍ ՀՈՂԻ ԱՂՏՈՏՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԻՆԻԿԱՏՈՐՆԵՐ

Լ. Ա. ԽԱՉԻԿՅԱՆ, Կ. Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Ուսումնասիրվել է շաղտոտված և աղտոտված ոռոգիչ ջրերի ազդեցությունը անտառային տափաստանացված դարչնագույն և գետահովտային հողերի մանրէաբանական ակտիվության վրա:

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ արդյունաբերական թափոններով աղտոտված ոռոգիչ ջրերը իջեցնում են հողերի մանրէաբանական ակտիվությունը: Մանրէների ակտիվությունը կարելի է օգտագործել, որպես հողի աղտոտվածությունը բնութագրող ցուցանիշ:

MICROORGANISMS AS INDICATORS OF SOIL POLLUTION

L. A. CHATCHIKIAN, K. V. GRIGORIAN

Irrigation waters polluted by industrial by-products reduce microbiological activity of soils. Quantitative changes of microorganisms may be used as a diagnostic indicator of soil heavy metal pollution.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Агрохимические методы исследования почв. М., 1975.
2. Александрова Л. Н., Найденова О. А. Лабораторно-практическое занятие по почвоведению. Л., 1967.
3. Аристовская Т. В. Микробиология подзолистых почв. М.—Л., 1965.
4. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974.
5. Григорян К. В. Биолог. ж. Армении. 31, 8, 1978.
6. Григорян К. В., Галстян А. Ш. Почвоведение, 3, 1979.
7. Долгова Л. Г., Кучма В. И. Тез. докл. V делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. 2, Минск, 1977.
8. Евдокимова П. А., Мозкова Н. П. В кн.: Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. Вильнюс, 1978.
9. Оганесян Н. А., Хачикян Л. А. Известия с/х наук, 8, 1977.
10. Рыис О., Аксель М., Рийс Х., Сирп Л., Тролль В. В кн.: Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. Вильнюс, 1978.
11. Хачикян Л. А., Оганесян Н. А. Тез. докл. конф. женщин-ученых. Советской Армении. Ереван, 1977.