

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Арутюнян Э. С. Определитель фитосейдных клещей сельскохозяйственных культур Армянской ССР. 176, Ереван, 1977.
2. Барабанова В. В. В кн.: Некоторые вопросы экологии и морфологии животных. 8—10, Киев, 1973.
3. Бекер Э. Г. Вестн. МГУ. 2, 103—111, 1956.
4. Белозеров В. П. Зоол. журн., 36, 12, 1802—1813, 1957.
5. Виноградова Г. А. Научн. тр. Калининск. отд. МОИП, 2, 63—73, М., 1960.
6. Колиссарчик Я. Ю., Уголев А. М. ДАН СССР, 194, 3, 731—733, 1970.
7. Лисутенко Ю. П. Зоол. журн., 41, 6, 840—852, 1962.
8. Порпеион Н. П. Защита растений от вредителей, 6, 1—2, 13—20, 1929.
9. Скоробитский Э. П., Шатурный Г. П., Маркевич С. О. В сб.: Фитиология и патология тонкой кишки. Мат-лы Всесоюз. конф. гастроэнтерологов 25—26, Рига, 1970.
10. Уголев А. М. Мембранные пищеварение. Полуэубстратные процессы, адаптации и регуляции. 356, Л., 1972.
11. Фейдоров М. В. Микробиология. 438, М., 1955.
12. Штейнхаус Э. Микробиология насекомых. Пер. с англ. 766, М., 1950.
13. Штейнхаус Э. Патология насекомых. Пер. с англ. 838, М., 1952.
14. De Robertis E., Nowinski W., Caes F. Cell Biology. W. B. Saunders Company, Philadelphia—London—Toronto, 474, 1970.
15. Reynolds E. S. J. Cell Biol., 17, 205—212, 1963.
16. Steinhans E. A. J. Int. Conf. Insect Pathol. Biol. Control, Praha, 37—50, 1953.
17. Sitovinski K. E. Acta microbiol. polon., 15, 1, 59—65, 1966.

«Биолог. ж. Армении», т. XXXVIII, № 7, 1985

УДК 631.465.67

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ СЕРНОГО ОБМЕНА И ФОРМЫ СЕРЫ В ПОЧВЕ

К. В. ГРИГОРЯН, С. А. АБРАМЯН, А. Ш. ГАЛСТЯН

Установлено, что соотношение форм серы и активность ферментов серного обмена в почве в условиях орошения зависят от приращенных свойств оросительных вод. Под влиянием техногенного фактора повышается содержание серы в почве, что приводит к подавлению активности ферментов серного обмена.

Ключевые слова: формы серы, орошение, ферментативная активность.

Сера играет важную роль в питании растений. Она участвует в обмене веществ, важных биохимических процессах, протекающих в растениях, способствует синтезу растительных белков [12—14]. Растения могут использовать серу только в том случае, если она находится в почвенном растворе в виде сульфатов. Поскольку сера в почве в основном находится в составе минералов и органических веществ, она становится доступной для растений после мобилизации. Этот процесс осуществляется в результате действия микроорганизмов и ферментов серного обмена: арилсульфатазы, цистеиндегидрогеназы, сульфидоксидазы, сульфитоксидазы, [1, 3—6]. Изучение активности этих ферментов будет способствовать познанию сущности мобилизации серы в почве в зависимости от содержания ее различных форм.

Материал и методика. Исследования проводили на коричневой лесной остепненной (Туманинский район) и пойменно-луговой (Кафанский район) почвах. Коричневые лесные остепненные почвы, орошаемые незагрязненными водами р. Шиха, характеризуются средним содержанием гумуса (3,2—3,6%), слабоосновной реакцией среды (рН 7,9—8,2), тяжелосуглинистым механическим составом, значительным содержанием карбонатов, высокой емкостью поглощения (37,6—45,4 мэкв). Коричневые лесные остепненные почвы, орошаемые загрязненными водами р. Дебед имеют сравнительно низкое содержание гумуса (1,9—2,1%), слабоосновную реакцию среды (рН 7,1—8,4), среднесуглинистый механический состав и высокое содержание карбонатов. По сравнению с незагрязненной почвой здесь содержатся тяжелые металлы и др. Для получения сравнительных данных в пределах типа почвы, орошаемой незагрязненными и загрязненными водами, разрезы были заложены под одними и теми же культурами: на коричневых лесных остепненных почвах — под овощными и плодовоыми, на пойменно-луговых — овощными.

Незагрязненные воды р. Халадж и загрязненные — р. Вохчи, используемые для орошения пойменно-луговых почв Кафанского района (с-оз Сюник), имеют различный химический состав и ирригационные свойства. Воды р. Халадж мало- и среднеминерализованы (0,16—0,40 г/л). По химическому составу они относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, второму типу, имеют рН 6,9—7,6, высокий ирригационный коэффициент ($K_u = 119—125$). Содержание тяжелых металлов в них не превышает допустимые концентрации. По соотношению ионов, степени минерализации (0,33—0,38 г/л), ирригационному коэффициенту ($K_u = 79—231$), реакции среды (рН 7,8—8,3) воды р. Вохчи пригодны для орошения. Однако содержание тяжелых металлов в них превышает пределы допустимых концентраций. Воды р. Дебед по этим показателям, сставляющим соответственно 0,33—0,62, 79—330 и 7,1—8,8, также пригодны для орошения. При средней норме орошения (5000 м³/га) водами рек Дебед и Вохчи в почву вносятся: Fe—1338—3965, Cu—115—238, Mn—103—241, Mo—38—57, Ni—3—4, Ti—149—419, Pb—4—17 кг.

Формы серы в почве определяли по методам Андияна [2], активность ферментов серного обмена — унифицированными методами Галетяна [7]. Активность арилсульфатазы выражали в мг SO₄ на 10 г, нитридегидрогеназы — мг ТФФ на 10 г, сульфидоксидазы и сульфатредуктазы — мг SO₄ на 100 г, сульфитоксидазы и сульфитредуктазы — мг SO₃ на 1 г почвы.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что содержание общей, минеральной и органической серы в различной степени окультуренных коричневых лесных остепненных почвах не одинаковое. Более низким содержанием серы характеризуются целинные почвы (табл. 1), в верхнем горизонте которых основная часть ее (90,5%) находится в составе органического вещества. По мере перехода к нижним малогумусированным горизонтам содержание общей и органической серы постепенно уменьшается, а минеральной — повышается. Значительное накопление серы в нижних горизонтах почвы связано с химическим составом материнских пород, а в верхних — биологической аккумуляцией.

В целинных почвах биохимические процессы в основном протекают под влиянием природных факторов. Следовательно, уровень активности ферментов в них является критерием, который можно принять за основу познания процессов, происходящих в пределах данного типа почв при его окультуривании путем орошения.

Опыты показали, что коричневые лесные остепненные почвы в естественных условиях обладают низкой активностью ферментов серного обмена (табл. 1). По профилю почвы окислительно-восстановительные ферменты имеют сравнительно высокий уровень активности, что в основном обусловлено основной реакцией среды, распределением мине-

Активность ферментов серного обмена и формы серы в коричневых лесных остепненных почвах (Туманянский район)

Углубле- ние раз- реза	Горизонт, глубина, см	Формы серы, мг S на 100 г почвы				Арилсульфатаза	Щелочная сера	Сульфидоксид	Сульфитредук- таза	Сульфидоксид	Сульфитредук- таза
		валовая	минераль- ная	органиче- ская	подкислая						
Целый, дуг, 20	A, 0-12	74	7	67	4	8.8	8.0	19.8	17.2	11.2	10.0
	B ₁ , 13-28	71	10	61	2	6.1	7.0	18.2	15.4	12.0	11.6
	B ₂ , 29-52	71	17	54	1	3.0	8.3	12.4	16.8	5.8	4.8
	B ₃ , 52-89	57	18	39	2	1.4	4.4	10.8	18.2	6.8	12.4
	BC, 89-110	52	31	21		0.8	2.0	11.3	12.8	7.4	8.0
Плодород- ный с д. бор- та, 20	A _п , 0-22	90	9	81	3	9.2	10.9	20.5	17.9	21.2	16.8
	B ₁ , 22-45	83	10	73	2	7.0	8.5	18.6	15.0	20.6	19.8
	B ₂ , 45-70	72	12	60	3	4.6	9.9	13.5	16.4	17.8	12.0
	B ₃ , 70-85	71	16	55	1	2.0	7.2	11.2	17.3	18.9	14.8
	BC, 85-105	59	29	30	2	1.0	2.8	10.5	14.5	10.2	7.2

ральной серы и карбонатов. Активность арилсульфатазы находится в тесней зависимости от содержания сероорганических соединений, а следовательно, и гумуса в почве. По профилю ее активность снижается в соответствии с уменьшением органического вещества.

Окультуренные орошаемые почвы характеризуются сравнительно высокой активностью оксидоредуктаз серного обмена, что обусловлено улучшением водо-воздушного режима при их распаивании. Наблюдается также незначительное повышение содержания сероорганических соединений и активности арилсульфатазы, осуществляющей их гидролитическое расщепление и перевод серы в доступную растениям форму.

Установлено, что окультуренные орошаемые почвы, по сравнению с неорошаемыми, имеют более высокую активность гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов [8-11]. Однако в коричневых лесных остепненных орошаемых почвах такая закономерность для некоторых ферментов серного обмена не обнаруживается. Наблюдается лишь заметное повышение активности сульфидоксидазы и сульфитредуктазы (табл. 2).

В коричневых лесных остепненных орошаемых почвах, по сравнению с целинными и окультуренными неорошаемыми, нарушается равномерное распределение валовой и органической серы, а активность ферментов вниз по профилю снижается умеренно. Для орошения коричневых лесных остепненных почв Туманянского района часто применяются загрязненные техногенными веществами воды реки Дебед, которые по химическому составу и ирригационным свойствам резко отличаются от речных вод, сформированных под влиянием природных факторов. Содержание сульфат-иона в водах реки Дебед в среднем за вегетационный период составляет 240 мг/л [10]. При норме орошения 7000 м³ каждый гектар почвы получает около 560 кг серы. Почвы, орошаемые этими

водами, характеризуются высоким содержанием минеральной, органической, воднорастворимой и, следовательно, валовой серы (табл. 2).

Таблица 2

Влияние орошения на активность ферментов серного обмена и формы серы в коричневых лесных остепненных почвах (Тумановский район)

Почва, № разреза	Горизонт, глубина, см	Формы серы, мг S на 100 г почвы				Арилсульфатаза	Цистеиндегидрогеназа	Сульфатоксидаза	Сульфатредуктаза	Сульфидоксидаза	Сульфидредуктаза
		паловой	минеральной	органической	воднорастворимой						
Незагрязненные, орошенные водами р. Шпох, 29	Ап 0—26	101	13	89	2	7.3	9.9	16.1	8.0	28.4	25.1
	В ₁ 26—50	65	16	49	3	5.9	7.6	10.3	5.2	26.1	18.8
	В ₂ 50—75	93	15	75	3	3.6	4.3	6.9	2.5	24.5	11.4
	В ₃ 75—95	57	21	31	4	1.1	6.7	4.3	0.8	18.3	10.3
	ВС 95—116	45	24	24	4	0.3	1.1	1.2	0.6	4.8	5.4
Среднезагрязненные, орошенные водами р. Дебед, 31	Ап 0—25	177	77	100	6	5.1	6.4	12.5	6.2	22.5	21.4
	В ₁ 25—45	195	90	105	10	1.8	5.3	11.6	5.2	20.8	17.8
	В ₂ 45—72	154	74	85	7	3.0	4.2	8.2	2.0	20.2	13.2
	В ₃ 72—99	177	117	61	5	1.4	2.0	3.0	1.0	16.4	14.5
	ВС 96—115	134	100	34	5	0.4	1.4	1.6	0.9	5.9	8.0
Высокозагрязненные, орошенные водами р. Дебед, 33	Ап 0—25	263	96	167	8	3.2	4.2	6.8	4.6	18.9	17.0
	В ₁ 25—46	161	66	95	9	3.6	2.9	5.4	4.2	22.6	15.3
	В ₂ 46—62	239	109	130	10	2.1	2.0	2.8	3.0	16.4	12.1
	В ₃ 62—81	176	117	59	12	1.0	1.8	2.5	1.2	13.5	16.0
	ВС 81—109	211	113	68	14	0.4	1.0	1.3	0.5	6.1	9.2

В среднезагрязненных (разрез 31) и сильнозагрязненных (разрез 33) коричневых лесных остепненных почвах, по сравнению с незагрязненными (разрез 29), содержание серы значительно выше: паловой в 1,8—2,6 раза, минеральной—в 5,9—7,4, органической—в 1,1—2,0 раза. Повышение содержания серы наблюдается по всему профилю загрязненных почв. Здесь не обнаруживается зависимости между активностью ферментов серного обмена и содержанием различных форм серы. Орошение этих почв загрязненными водами реки Дебед приводит к накоплению тяжелых металлов в них, изменению химического состава, физических и физико-химических свойств, а также снижению их биологической активности [14]. В пахотном горизонте сильнозагрязненной коричневой лесной остепненной почвы активность ферментов серного обмена, по сравнению с незагрязненной, ниже: арилсульфатазы на 56, цистеиндегидрогеназы и сульфидоксидазы—на 58, сульфатредуктазы—на 43, сульфитоксидазы—на 34, сульфитредуктазы—на 32%. В нижних горизонтах такого снижения активности ферментов не наблюдается, потому что влияние различных факторов на биохимические процессы в основном проявляется в верхнем полуметровом слое.

Среднезагрязненные коричневые лесные остепненные почвы, по сравнению с сильнозагрязненными, характеризуются сравнительно низким содержанием форм серы и более высокой активностью ферментов серного обмена.

Пойменно-луговые почвы Кафанского района орошаются незагрязненными водами р. Халадж и загрязненными—р. Вохчи. Эти воды имеют неодинаковый химический состав и ирригационные свойства. Поэтому они по-разному действуют на ход биохимических процессов, протекающих в почве, и на содержание форм серы.

Активность ферментов пойменно-луговых почв, орошаемых незагрязненными водами р. Халадж, более высокая, чем при их орошении загрязненными водами р. Вохчи (табл. 3). В этих почвах оксидазы имеют высокую активность по всему профилю. Арилсульфатаза активна и гумусовом горизонте, по профилю ее активность снижается в соответствии с уменьшением органического вещества.

Таблица 3

Влияние орошения на активность ферментов серного обмена и формы серы в пойменно-луговых почвах (Кафанский район)

Угодье № разреза	Горизонт, глубина, см	Формы серы, мг S на 100 г почвы					Арилсульфатаза	Пентентегидро- геназа	Сульфидоксидаза	Сульфатредук- таза	Сульфидоксидаз	Сульфатредук- таза
		назоян	минераль- ная	органиче- ская	полноцен- ная	свободная						
Опешные культу- ры, орошаемые не- загрязненными во- дами р. Халадж, 48	A ₀	0-26	128	74	51	5	4.8	6.2	12.6	10.4	15.8	20.4
	B ₁	26-52	162	54	104	4	3.6	4.8	11.3	8.5	16.4	17.8
	B ₂	52-79	107	45	61	1	1.5	2.6	8.4	6.2	10.9	14.5
	BC	79-98	222	185	37	6	1.0	3.2	9.9	8.3	13.4	15.1
	C	98-120	138	89	49	2	0.4	0.9	1.5	4.5	8.9	9.8
Опешные культу- ры, орошаемые не- загрязненными во- дами р. Вохчи, 46	A ₀	0-25	240	49	14	9	2.0	3.1	7.8	7.2	13.5	14.1
	B ₁	25-43	154	19	135	13	1.4	2.0	7.2	6.0	14.2	12.4
	B ₂	43-72	19	132	57	12	1.0	1.0	3.8	4.8	10.0	10.5
	BC	72-92	283	238	55	13	0.5	1.8	5.0	4.0	8.2	9.2
	C	92-115	463	40	61	15	0.2	0.4	0.9	3.2	8.4	5.6

Таким образом, активность ферментов серного обмена и соотношение форм серы в почве в значительной степени зависят от ирригационных свойств используемых оросительных вод. При орошении загрязненными водами, содержащими серу, содержание ее форм в почве возрастает, что приводит к закономерному снижению активности ферментов серного обмена. Следовательно, активность ферментов серного обмена в почве регулируется в зависимости от содержания форм серы и их соотношения.

Ереванский государственный университет,
кафедра экологии и охраны природы

Получено 20.XII 1981 г.

ԱՌՌԻՄԱՆ ԱՂԻՅՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀՈՂՈՒՄ ՄԵՐԻՄԸ ՉԵՎԱԲՈՒՆՈՂ ՀԵՐՄԵՆՏԵՐԻ
ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՊՈՒՐՐԻ ՉԵՎԵՐԻ ՎՐԱ

Կ. Վ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ս. Ա. ԽՐԻՍՏԻԱՖԱՆԵՆ, Ս. Շ. ԻՎԼԵՍՅԱՆ

Գոլտորականացման և աղտոտվածության տարրեր աստիճաններ ունեցող
հողերում ոռոտման արդյունքի է ոռոտման ազդեցությունը թմբերի ձևերի և նրանց

