

ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТНО-МАГНИЕВОГО ЗАСОЛЕНИЯ НА УРОЖАЙ ХЛОПЧАТНИКА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ГИПСОНОСНЫХ ПОЧВАХ ФЕРГАНСКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

Н. Г. Минашина, Г. К. Гаврилова

Почвенный институт им. В.В. Докучаева

Ферганская (до 1961 г. Федченковская) опытная станция расположена в восточной части Ферганской обл. на конусе выноса Куvasая (правого от- ветвления Исфарамсая). С юга и востока конус выноса примыкает к ады- рам, на севере граничит с Яванской гипсово-солончаковой степью. С запа- да примыкает к Акбар-Раватскому конусу выноса. Почвы по принятой в Узбекистане классификации относятся к орошаемым сероземно-луговым, луговым, лугово-болотным в разной степени засоленным и солончакам (Панков, 1967).

В конце 20-х годов прошлого века в связи с расширением площадей под хлопчатником засоление почв усилилось. Промывки затруднялись высо- ким стоянием уровня грунтовых вод, в связи с чем был сооружен опытный дренаж на площади опытной станции 240 га. Глубина дрен – 1,2 м, коллек- торов – 2 м. Это позволило промыть наиболее засоленные почвы и часть солончаков, но ликвидировать сезонное засоление не удавалось. В 50-е годы дренажную сеть углубили, дрены до – 1,5 м и коллекторы – до 3– 3,5 м (Сурминский, 1970), что позволило усилить промывной режим (нор- мы промывок – 2000–4000 м³/га), но полностью исключить сезонное засо- ление не удается. По данным Сурминского (1970), содержание хлоридов в почвах к концу 60-х годов снизилось в 3–4 раза. За время работы дренажа отведена огромная масса солей из почв, произошло разбавление и верхне- го слоя грунтовых вод. Интересно, что минерализация дренажно- коллекторных вод выше, чем на орошаемых полях. Подпитка напорных грунтовых вод идет более минерализованными водами из более глубоких слоев.

Общая сумма солей в почвах по водной вытяжке уменьшилась незначи- тельно. Причины в том, что основная масса солей в водной вытяжке при- ходится на сульфат кальция. Почвы гипсоносны. Гипс мало растворим, а запасы его в почвах огромны. Это не принимается в расчет. Анализ дина- мики солей надо делать по легкорастворимым (токсичным) солям магния и натрия.

Ниже представлены наши данные на период 1985 г., спустя 20 лет после наблюдений Сурминского. Поля опытной станции орошаются из канала Дехкан-Абад, получающего воду через систему промежуточных каналов из Кара-Дарьи, являющейся вместе с р. Нарын основным источником

орошения Ферганской долины. Минерализация оросительной воды на ко- нец вегетационного периода 1985 г. составляла 1,27 г/л, состав гидрокар- бонатно-сульфатно-магниево-кальциевый.

Почвы опытной станции луговые слабо- и средnezасоленные на полях занятых сельскохозяйственными культурами, сильнозасоленные – на пе- релог и солончаки – на залежи. Почвы гипсоносны с 2 м от поверхности.

Содержание гипса в рассматриваемых почвах составляет от 5–10% до 30–35%. Содержание CaCO₃ колеблется в пределах от 3 до 28% (табл.1).

Таблица 1. Содержание гумуса, карбонатов, гипса и состав поглощен- ных оснований в орошаемых лугово-сероземных почвах (Ферганская опытная станция)

Глубина, см	Гумус, %	CaCO ₃ по CO ₂	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Поглощенные основания				Mg обм, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
				мг-экв/100г почвы				
Слабозасоленная луговая почва								
0–15	1.1	15.0	0.4	8.8	3.9	0.4	0.5	29
15–30	1.1	27.2	0.5	8.8	4.3	0.4	0.4	31
30–50	1.0	26.2	0.4	8.8	4.3	0.4	0.5	31
50–70	0.5	26.8	0.5	7.8	5.0	0.5	0.3	37
70–90	0.6	27.6	2.5	7.6	4.3	0.5	0.3	34
90–110	0.3	28.8	18.3	6.8	3.8	0.5	0.4	33
110–130	0.1	25.4	35.2	3.6	3.3	0.4	0.3	43
130–150	0.1	22.2	29.2	4.2	3.6	0.4	0.4	42
150–170	0.1	28.6	24.8	3.6	3.5	0.4	0.4	45
Сильнозасоленная луговая почва								
0–15	1.8	16.0	5.9	0.7	6.4	2.6	2.0	55
15–30	1.9	16.2	5.5	3.6	5.9	0.8	1.4	50
30–50	1.6	17.6	5.6	1.4	5.7	1.5	1.4	57
50–70	0.8	14.6	6.5	1.0	7.2	2.6	1.6	58
70–90	0.4	17.4	5.2	1.0	6.9	2.4	1.3	59
90–115	0.5	19.0	3.4	0.9	7.8	2.8	1.3	61

Содержание гумуса колеблется в пределах 0.3–1.9%. При небольшом содержании валового азота отмечается большое количество минерального азота в виде нитратов. Так, к концу вегетационного периода концентрация нитратов в почвенном растворе в верхних 0–20 см поднялась до 1100–1700 мг/л, а в более глубоких горизонтах содержание нитратов колеблется в пределах 20–700 мг/л.

В почвенном поглощающем комплексе сильнозасоленных почв катионы Mg²⁺ преобладают над катионами Ca²⁺ (табл. 2, 3). По профилю этих почв

Таблица 2. Концентрация ионов в почвенном растворе, мг-экв/л

Глубина, см	Влажность, %	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма солей	
										г/л	%
Слабозасоленная орошаемая луговая почва											
0–15	19.3	0.64	3.4	12.2	36.8	17.6	39.8	24.2	7.8	4.8	0.05
15–30	20.3	0.94	4.8	1.8	12.3	Сл.	10.0	5.8	2.9	1.3	0.04
30–50	20.9	1.1	5.2	1.4	13.1	»	9.9	5.9	2.9	1.3	0.03
50–70	23.9	0.5	2.9	2.1	19.6	0.12	12.2	5.9	3.7	1.6	0.04
70–90	27.5	Сл.	4.3	3.5	54.4	Сл.	31.7	20.5	8.3	4.1	0.27
90–110	22.8	»	2.3	2.1	50.8	0.16	23.5	26.8	6.3	3.6	0.22
110–130	24.7	0.54	2.4	2.1	60.2	0.35	27.1	28.1	7.9	4.2	0.19
130–150	21.6	Сл.	3.2	2.5	66.7	0.25	26.4	31.1	9.1	4.6	0.23
150–170	23.0	0.54	3.1	1.8	62.4	Сл.	23.8	30.4	8.7	4.3	0.22
Грунтовая вода	1.1	6.3	2.5	59.5	0.32	27.1	31.1	10.0	4.5		
Сильнозасоленная орошаемая луговая почва											
0–15	13.4	Нет	12.9	345.6	252.4	277.5	65.5	430.6	206.5	56.1	1.0
15–30	19.2	Нет	6.7	7.4	103.7	7.6	30.1	52.2	26.9	8.3	0.4
30–50	20.3	1.9	8.3	13.7	147.9	9.8	23.7	74.3	49.7	11.7	0.5
50–70	25.6	2.4	9.6	66.6	248.0	12.3	23.1	134.8	110.5	20.9	0.7
70–90	27.1	1.8	7.3	36.5	240.8	12.1	24.1	128.7	114.2	19.7	0.7
90–115	27.5	1.4	7.3	38.6	162.4	Нет	14.9	85.2	85.5	13.2	0.8
Грунтовая вода	2.8	12.8	30.9	233.5	8.3	25.4	130.8	101.7	18.4		

содержание Mg составляет 50–60% от емкости поглощения, в слабозасоленных почвах – 30–37%. Обменного Na в этих почвах содержится 3–5%. Обменные катионы определяли методом Пфедфера в модификации Молодцова, Игнатовой.

Главный и постоянный источник высокого содержания Mg в этих почвах – грунтовые воды, минерализация которых на территории станции изменяется от 4.0 до 18.5 г/л.

В составе грунтовых вод содержание Mg постоянно больше, чем Ca, и составляет 45–70% от суммы катионов. Эту особенность состава грунтовых вод отмечали и ранее (Федоров и др., 1934)

Состав грунтовых вод оказывает влияние на формирование состава и концентрацию почвенных растворов этих почв. Осенью, после прекращения поливов хлопчатника, при близком уровне залегания грунтовых вод (110–120 см) происходит подъем воднорастворимых солей, в том числе и магниевых, за счет интенсивного испарения с поверхности почвенного раствора.

Таблица 3. Состав водной вытяжки из образцов луговых орошаемых почв Ферганская опытная станция, осень 1985 г., мг-экв/100 г

Глубина, см	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Сумма солей, %
Слабозасоленная орошаемая луговая почва									
0–15	Нет	0.63	0.15	0.11	0.66	0.80	0.38	0.21	0.113
15–30	»	0.65	0.02	0.04	0.51	0.52	0.38	0.20	0.085
30–50	»	0.66	0.03	0.08	0.39	0.57	0.23	0.21	0.081
50–70	»	0.64	Сл.	0.08	0.55	0.57	0.37	0.30	0.089
70–90	»	0.38	»	0.15	11.38	7.85	2.74	0.43	0.811
90–110	»	0.33	»	0.08	16.03	2.77	3.07	0.38	1.094
110–130	»	0.24	0.02	0.04	16.42	13.48	2.55	0.28	1.112
130–150	»	0.31	0.03	0.08	16.70	13.38	3.08	0.40	1.140
150–170	»	0.26	0.03	0.08	16.66	13.38	3.17	0.39	1.137
Сильнозасоленная орошаемая луговая почва									
0–15	Нет	0.29	1.85	3.61	19.06	10.59	7.29	6.95	1.702
15–30	»	0.38	0.13	0.11	14.85	9.93	3.50	0.88	1.036
30–50	»	0.33	0.14	0.181	5.76	9.32	4.25	1.58	1.101
50–70	»	0.29	0.20	0.50	21.27	11.30	5.73	3.58	1.488
70–90	»	0.30	0.13	0.68	20.92	10.74	5.95	4.02	1.473
90–110	»	0.35	0.19	0.68	17.57	7.05	6.10	4.13	1.245

Сумма токсичных солей составляет 0.7–1.0% в метровом слое. По данным водной вытяжки, состав солей сульфатно-кальциевый. Концентрация почвенного раствора здесь изменяется по профилю от 13 до 56 г/л, его состав сульфатно-магниевый (табл. 2). Доля Mg – 47, Ca – 8–10, Na–38% от суммы катионов. Отношение Mg/Ca в почвенных растворах этих почв колеблется в пределах 1.7–6.5, а количество обменного Ca – 5–13%. Повышенное содержание магниевых солей отрицательно сказывается на состоянии хлопчатника. Растения низкорослы, количество коробочек на кусте 5–6, из них раскрытых 2–3. Урожай хлопка не превышает 10–12 ц/га.

На полях, где уровень грунтовых вод находится на глубине 140–170 см, сумма токсичных солей не превышает 0.22–0.27%, засоление сульфатно-кальциевое. Концентрация почвенного раствора к концу вегетационного периода – 3–4 г/л при сульфатно-магниево-кальциевом засолении, где Ca составляет 55, Mg –33, Na –10% от суммы катионов. При этом отношение Mg/Ca в почвенных растворах этих почв 0.50–0.65. Содержание обменного Ca – 59–64%. В таких местах урожай хлопка возрастает до 30 ц/га. По данным опытной станции, пороговое значение обменного Ca в почве, когда еще не наблюдается снижения урожая сельскохозяйственных культур, составляет 65–70%, а отношение Mg/Ca в почвенных растворах не выше 1.1.

В исследуемых почвах опытной станции содержание обменного Са меньше этого уровня, что возможно является одной из причин не очень высокого урожая на этих почвах, а в местах с повышенной магниальностью почвенных растворов отмечалось сильное изреживание посевов, низкорослость растений и значительный недобор урожая хлопка.

Как видно из этих данных за длительный срок интенсивного промывного режима орошаемых почв на фоне мелкого дренажа не удастся ликвидировать сезонное засоление. Почвы в ранневесенний срок промываются, а к осени часть солей возвращается в пахотный слой почвы. В наибольшей мере подвижны хлориды и нитраты. Источником последних служат высокие нормы внесения химических удобрений. Другие компоненты солей в какой-то мере тоже поступают с минеральными удобрениями. Но основная их масса накапливается из близко залегающих к поверхности грунтовых вод. С углублением коллекторно-дренажной сети появилась возможность усилить промывной режим. Но эта глубина недостаточна, чтобы значительно снизить уровень грунтовых вод. К тому же воды напорные. До углубления дренажа средний уровень грунтовых вод по территории станции колебался от 110 см весной до 140 см осенью. После углубления дрен и коллекторов и усиления промывного режима несколько увеличилась сезонная амплитуда колебания уровня от 95–100 см весной и до 145 см осенью. Это средние многолетние данные. По-прежнему засоление почв лимитирует получение высокого урожая хлопчатника.

Агромелиораторы (Легостаев, 1953) считают нецелесообразным больше заглублять дренажную сеть, чтобы не снизить уровень грунтовых вод ниже критического. При высоком уровне опресненных грунтовых вод значительную часть влаги растения берут них. Со снижением их уровня единственным источником влаги являются поливные воды. При малейшей задержке полива происходит подсушка растений и снижение урожайности. Высокий уровень опресненных грунтовых вод стабилизирует урожайность. Но как показано расчетами (Минашина, 1971), это связано со значительным повышением расхода воды на промывки почв для ликвидации сезонного засоления. Годовой расход воды увеличивается в 1.5 раза и более. Ферганская долина расположена в верхней части бассейна Сырдарьи, и недостатка в оросительных водах здесь нет. Значительные объемы воды расходуются не только на промывки почв, но и на сброс избытка забранных оросительных вод в дренажно-коллекторную сеть из-за примитивности оросительно-дренажной сети. Требуется реконструкция оросительной и дренажно-коллекторной сети. В последующие годы часть открытой дренажной сети замещена на закрытые дрены.

Второй вывод из анализа солевого состава засоленных почв опытной станции касается магниевых солей. Несмотря на высокую растворимость сульфатно-магниевых солей их количество в почвах остается высоким.

Это касается не только растворимых солей, но и обменного магния в составе поглощенных оснований. Высокая магниальность почв и верхнего слоя грунтовых вод характерна для районов распространения гипсоносных почв Ферганской долины. Это при том, что источники питания долины глубинными грунтовыми и поверхностными водами имеют преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый состав, содержание магния в них незначительно. Сульфат магния накапливается в результате гипергенных процессов обмена катионами между гипсом и карбонатом магния (Минашина, 2005). Соли магния токсичны для растений в большей мере, чем натриевые, и отрицательно влияют на урожайность хлопчатника. При использовании высоких норм удобрений и применении высоких промывных и оросительных норм на опытной станции удастся получать урожай до 30 ц/га, но в производственных условиях при меньших расходах удобрений и воды урожай хлопчатника колеблется в пределах 12–20 ц/га. В то время как на оазисных луговых не гипсоносных почвах при таких нормах удобрений и высокой агротехнике получают до 50 ц/га хлопка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные данные анализа почвенных растворов и состава поглощенных оснований свидетельствуют о малой рассолительной эффективности мелкой дренажной сети, несмотря на регулярный промывной режим орошения. Весной дается промывка нормой 2–4 тыс. м³/га. К осени соли возвращаются в верхний слой и накапливаются при эвапотранспирации. При сильном засолении урожай значительно снижается, несмотря на высокий уровень агротехники, обеспеченность водой и минеральными удобрениями.

Следовательно, существует необходимость углубления дренажа до 2.5–3.0 м и более и полного удаления с орошаемых полей минерализованных промывных вод. Снижение уровня грунтовых вод будет способствовать рассолению почвенного профиля.

В дальнейшем не будет необходимости в ежегодных промывках, и засоление будет стабилизировано на более низком уровне при меньшем расходе воды, как это было показано ранее по лизиметрическим наблюдениям СОЮЗНИХИ (Минашина, 1971).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Легостаев В.М. О строительстве горизонтального дренажа в орошаемых районах // Хлопководство. №5. 1971. С. 35–37.
Минашина Н.Г. Солевой режим почв и дренаж грунтовых вод // Хлопководство. 1971. №8. С. 38–41.
Минашина Н.Г. Зависимость содержания и состава солей в почвенном растворе от влажности гипсоносной почвы // Почвоведение. 2005. № 3. С. 815–824.

Панков М.А. Почвы Ферганской области // Почвы Узбекской ССР. Ташкент: Изд-во АН Узб. ССР, 1967. Т. 11. С. 7–159.

Сурминский Н.С. Режим грунтовых вод Ферганской опытной станции // Физические свойства почв, применение удобрений и вопросы мелиорации. Ташкент: Изд-во Узбекистан, 1970. С.167–191.

Федоров Б.В., Малахов В.В., Федорова Е.Е. Засоленные земли Ферганы и их мелиорация. М.–Ташкент, 1934. 136 с.