

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ И МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ВТОРИЧНО ЗАСОЛЕННЫХ И ОСОЛОНЦОВАННЫХ ПОЧВ АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ

© 2019 г. С. В. Саакян<sup>1</sup>\*, А. В. Багдасарян<sup>1</sup>, А. Ш. Элюян<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научный центр почвоведения, агрохимии и мелиорации им. Г.П. Петросяна, филиал  
Национального аграрного университета Армении, Армения, 0082, Ереван, пр. Адмирала Исакова, 24

\*e-mail: ssahakyan@yandex.ru

Поступила в редакцию 21.03.2018 г.

После доработки 08.06.2018 г.

Принята к публикации 24.10.2018 г.

Обосновано применение мелиоративных мероприятий по улучшению состояния и повышению плодородия вторично засоленных и осолонцованных орошаемых лугово-бурых почв (Anthrosols) Араратской равнины. Изучены показатели плодородия почв, определяющие урожайность основных сельскохозяйственных культур. По данным мониторинговых исследований выявлена экономическая эффективность производства различных сельскохозяйственных культур. Показано, что доходы от урожая озимой пшеницы, люцерны, овощных и бахчевых культур на почвах, где отсутствуют проблемы засоления и осолонцевания, увеличиваются соответственно в 2, 2.7, 4.2 и 13.7 раза. Для улучшения мелиоративного состояния исследованных почв предлагаются следующие мелиоративные мероприятия: выращивание люцерны, применение гипса в дозах 12–64 т/га и поливо-промышленного режима орошения, с увеличением нормы полива в 1.5 раза. Дается экономическая оценка предлагаемых мелиоративных мероприятий. Полученные результаты могут быть внедрены в фермерские хозяйства Армавирской и Араратской областей Армении.

*Ключевые слова:* урожайность, мелиорация почв, гипсование, мониторинг почв

**DOI:** 10.1134/S0032180X19040129

### ВВЕДЕНИЕ

На фоне изменения климата в ряде областей мира наблюдается тенденция к сокращению количества осадков, увеличению испаряемости, уменьшению влажности, гумуса и питательных элементов в почвах [20, 21]. Эти явления существенно ускоряют такие процессы, как увеличение минерализации и щелочности грунтовых вод, расширение ареалов засоления и осолонцевания (ЗО) почв. Указанные процессы сильно влияют на социально-экономические условия хозяйств: снижаются доходы, увеличивается бедность и эмиграция населения из страны. Исходя из вышеизложенного и руководствуясь приоритетом развития сельскохозяйственной науки в Республике Армения, где большое внимание уделяется рациональному использованию почвенных и водных ресурсов, сохранению и увеличению плодородия почв [14], поставлена задача: разработать мероприятия по улучшению плодородия засоленных и осолонцованных почв Араратской равнины.

Цель работы — обосновать применение различных мелиоративных мероприятий по улучшению состояния и повышению плодородия вторично засоленных и осолонцованных почв Ара-

ратской равнины. Задачи исследования: изучить показатели плодородия почв; по данным опросов выявить урожайность и затраты на выращивание основных сельскохозяйственных культур за последних 4 года; оценить экономическую эффективность сельскохозяйственного производства на почвах различной степени ЗО; выявить экономическую эффективность различных мелиоративных мероприятий, применяемых для улучшения мелиоративного состояния вторичных засоленных и осолонцованных почв.

### ХАРАКТЕРИСТИКА АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ

Араратская равнина расположена на высоте 800–1000 м над ур. м. На севере равнина граничит с горой Арагац, на юге — с горой Арарат. Река Аракс делит равнину на две части. Равнина вытянута с северо-запада на юго-восток на 120 км при ширине 10–30 км и служит резервуаром для твердых и жидких наносов [15].

Современная поверхность Араратской равнины представлена четвертичными аллювиальными

отложениями р. Аракс, перекрытыми пролювиально-делювиальными осадками.

Климат Араратской равнины сухой и резко континентальный. Ежегодная сумма осадков составляет 200–300 мм, испарение 500–600 мм, потенциальная испаряемость 1100 мм. Сумма температур больше 10°C – 4000–4250°C. Араратская равнина – важная экономическая область страны. Климатические условия территории благоприятны для выращивания основных сельскохозяйственных культур [1].

Араратской равнине развиваются бурые полупустынные, лугово-бурые почвы, солонцы-солончаки гидроморфные [11].

**Бурые полупустынные почвы**, или Calcisols по международной классификации World Reference Base for Soil Resources (WRB) [22], распространены на высотах 850–1250 м над ур. м. Площадь этих почв в пределах Араратской равнины составляет 19.0 тыс. га. Сухой континентальный климат приводит к интенсивному физическому и химическому выветриванию силикатно-карбонатных кор, на которых развивались эти почвы. Бурые полупустынные почвы характеризуются небольшим гумусовым слоем (25–40 см) с содержанием гумуса до 2%, сильной каменистостью (15–85%) и высоким содержанием карбонатов (7–41%). Ниже карбонатного горизонта часто встречаются гипсовые слои. Почвы насыщены обменными кальцием (87–71%) и магнием (8–24%) (рН 7.5–8.5), относительное содержание обменного натрия не превышает 5% [11]. Грунтовые воды залегают глубоко и не влияют на почвообразовательные процессы.

**Орошаемые лугово-бурые почвы**, или Anthrosols по WRB, распространены в пределах 800–950 м над ур. м. Занимаемая ими площадь составляет 53 тыс. га. Почвы развиваются на четвертичных и аллювиальных отложениях р. Аракс в резко континентальных климатических условиях при одновременном воздействии грунтового и поверхностного увлажнения, а также в условиях многовековой антропогенной деятельности человека. В типе выделяются три подтипа: влажно лугово-бурые, лугово-бурые, остаточные лугово-бурые.

Влажно лугово-бурые и лугово-бурые подтипы почв развиваются в условиях залегания грунтовых вод на глубине 1–3 м и частично подвержены вторичному засолению и осолонцеванию.

Остаточные лугово-бурые почвы сначала развивались в условиях грунтового увлажнения, затем уровень грунтовых вод снизился более чем на 3 м, однако признаки гидроморфизма сохранились.

Полупустынные условия почвообразования и выпотной тип водного режима способствовали формированию двухъярусного профиля почвы: верхний до глубины 60 см ярус с накоплением гумусовых веществ, карбонатов и минеральных эле-

ментов. Для этого яруса характерна выраженная комковатая структура и оптимальные условия водно-воздушного режима. Нижний ярус (70–120 см) характеризуется усиленными процессами гидроморфизма под постоянным воздействием ближайшего водоносного горизонта.

Орошаемые лугово-бурые почвы характеризуются высоким содержанием карбонатов кальция (3–7%) и низким содержанием гумуса (1.5–3.0%), глинистым и суглинистым гранулометрическим составом, щелочной реакцией (рН 8.2–8.5), средней поглощающей способностью почвы 30–40 смоль(экв)/кг. Почвы имеют удовлетворительные гидрофизические свойства.

**Гидроморфные солонцы-солончаки**, или Sodic Solonchaks (Carbonatic) по WRB, развиваются на низких отметках Араратской равнины, в условиях близкого залегания грунтовых вод, имеющих щелочной характер минерализации. Площадь этих почв составляет 24.5 га, которые не обрабатываются и являются собственностью общин [11].

Гидроморфные солонцы-солончаки характеризуются значительным содержанием солей (1–3%), содовым характером засоления, высокой карбонатностью (7–15%) и щелочностью (рН 9–11) с высоким относительным содержанием обменного натрия (30–70%), малым содержанием гумуса (<1.0%), плохими водно-физическими свойствами.

**Мелиоративное состояние орошаемых лугово-бурых почв.** Площадь орошаемых почв Араратской равнины, включая бурые полупустынные почвы, составляет 81.8 тыс. га. Для улучшения мелиоративного состояния орошаемых лугово-бурых почв, начиная с 1950-х годов на площади в 32.7 тыс. га построены коллекторно-дренажные системы протяженностью 1532.2 км, из которых 795.47 км находятся в неудовлетворительном состоянии. Площадь переувлажненных орошаемых лугово-бурых почв в настоящее время составляет 11.4, а вторично засоленных – 19.4 тыс. га. В том числе на слабо-, средне- и сильнозасоленные почвы приходится соответственно 15.1, 2.4 и 1.9 тыс. га. Площадь вторично засоленных и осолонцованных почв составляет 9.6 тыс. га, в том числе 5.4 слабо- и 4.2 тыс. га средне- и сильнозасоленных и осолонцованных. Процессы вторичного засоления и осолонцевания почв особенно сильно развивались в 1994–2003 гг., когда из-за дефицита финансирования не проводилась очистка коллекторно-дренажных систем [6]. Если в 1994 г. площадь засоленных и осолонцованных почв составила 5958 га, то в 2003 г. их количество увеличилось и составило 9615 га. Несмотря на то, что начиная с 2003 г. ежегодно выделяются значительные средства для очистки дренажных систем, дающие возможность остановить процессы засоления, площадь засоленных и осолонцованных земель в настоящее время остается прежней.

**Таблица 1.** Количество фермерских хозяйств, занимающихся выращиванием различных сельскохозяйственных культур (I – имеющих проблемы засоленных и осолонцованных почв, II – не имеющих таких проблем), %

Год	Озимая пшеница		Люцерна		Овощные		Бахчевые		Не обрабатывают земли	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
2013	31	28	15	14	19	20	14	17	12	4
2014	29	22	13	17	10	16	12	15	25	5
2015	31	24	14	15	10	17	13	16	22	5
2016	28	21	14	14	10	19	14	17	22	4
Среднее	30	24	14	15	13	18	13	16	20	4

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования послужили вторично засоленные и осолонцованные орошаемые лугово-бурые почвы общин Армавирской области Армении, имеющие неудовлетворительные мелиоративные условия и высокий уровень залегания грунтовых вод с содовым характером минерализации.

Из 30 общин было выбрано 94 хозяйства, земли которых обрабатывались в указанных мелиоративных условиях. Отбор почвенных образцов осуществляли по принятой методике определения мелиоративного состояния почв [12]. Из каждого разреза брали по 4 образца почв с глубины: 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 см. Анализы в отобранных образцах почв выполняли следующими методами: гумус по Тюрину, карбонаты титрометрически, обменные катионы Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> по Иванову (вытеснение 3.0 н. раствором NaCl), гранулометрический состав по Качинскому, анализ водной вытяжки по методам, описанным Аринушкиной [3], электропроводность (ЕС) – кондуктометрическим в вытяжке водонасыщенной пасты, процентное содержание обменного натрия (ESP) расчетным методом (отношение содержание обменного натрия на сумму обменного комплекса почвы, выраженной в процентах).

Для экономической оценки производства основных сельскохозяйственных культур (озимой пшеницы, люцерны, овощных, бахчевых) проводили мониторинговые исследования методом опроса в 94 фермерских хозяйствах. В ходе опроса установили количество полученных урожаев и расходы, связанные с обработкой земель за последние 4 года (2013–2016 гг.), площадь обрабатываемых участков и др. При обработке полученных данных фермерские хозяйства разделили на две группы:

I. Имеющие проблемы засоленных и осолонцованных почв, 37 фермерских хозяйств из 12 общин.

II. Не имеющие проблем засоленных и осолонцованных почв, 54 фермерских хозяйства из 18 общин.

Такое разделение хозяйств дало возможность сравнить экономические показатели производства сельскохозяйственных культур на вторично засоленных и осолонцованных почвах с почвами, не имеющими данной проблемы. В табл. 1 приведены некоторые данные мониторинговых исследований.

Обобщая данные табл. 1, можно заключить, что в группе I среднее количество фермеров, занимающихся выращиванием зерновых культур, составляет 30%, а во группе II 24%, то есть на незасоленных землях фермеры предпочитают выращивать культуры, от которых можно получить больший доход. Количество фермеров, занимающихся выращиванием овощных и бахчевых культур на засоленных и осолонцованных почвах, уменьшается, и их среднее количество в группе I составляет 13%, а в группе II – 16–18%. В группе I в среднем 14% фермеров данного региона занимаются выращиванием люцерны, в группе II – 15%. Установлено, что в хозяйствах, где уровень грунтовых вод достаточно высок, около 10% (в таблице не включены) фермеров занимаются виноградарством и садоводством, то есть культурами, урожай которых достаточно низок.

На засоленных и осолонцованных почвах большая часть фермеров (20%) не возделывает приватизированные почвы. Однако в районах, где нет проблем с засоленными и осолонцованными почвами, только 4% фермеров не возделывают приватизированные почвы. Здесь причиной отказа от возделывания почв является преобладание малоплодородных песчаных почв.

Для оценки мелиоративного состояния почв использовали группировки засоленных и осолонцованных почв, утвержденные для Араратской равнины (табл. 2) [7], а для определения характера засоления – классификацию Ковды [8].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Выявление показателей плодородия почв.** В табл. 3 показаны изменения степени и характера засоления вторично засоленных и осолонцо-

**Таблица 2.** Группировка почв по степени их засоления и осолонцевания (по [7])

Степень засоления	ЕС, дСм/м	Степень осолонцевания	ESP, %
Незасоленные	0–2	Неосолонцованные	<15
Слабозасоленные	2–4	Слабоосолонцованные	15–20
Среднезасоленные	4–8	Среднеосолонцованные	20–30
Сильнозасоленные	8–16	Сильноосолонцованные	>30
Солончаки	>16		

**Таблица 3.** Данные анализа водной вытяжки различной степени вторично засоленных почв

Глубина, см	ЕС, дСм/м	Сумма солей, %	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>
			смоль(экв)/кг						
Незасоленные почвы. Хозяйство Галстяна Г., община Аревик									
0–25	1.8	0.126	0	0.84	0.24	0.64	0.32	0.22	1.18
25–50	1.5	0.106	0	0.72	0.20	0.52	0.3	0.22	0.92
50–75	1.3	0.087	0	0.64	0.12	0.42	0.3	0.22	0.66
75–100	1.1	0.078	0	0.60	0.16	0.30	0.26	0.24	0.56
Слабозасоленные почвы. Хозяйство Оганесяна Г., община Ерасхаун									
0–25	4.1	0.332	0	3.68	0.24	0.18	0.24	0.29	3.62
25–50	3.8	0.295	0.16	3.24	0.2	0.18	0.16	0.12	3.34
50–75	3.9	0.301	0.40	3.24	0.24	0.24	0.14	0.10	3.48
75–100	3.7	0.256	0.24	2.72	0.24	0.24	0.12	0.10	2.98
Среднезасоленные почвы. Хозяйство Григоряна С., община Аргаванд									
0–25	8.0	0.582	2.72	6.12	0.92	0.22	0.12	0.10	7.04
25–50	5.9	0.409	2.00	4.40	0.44	0.22	0.20	0.12	4.74
50–75	6.6	0.456	1.44	4.92	0.40	0.32	0.3	0.22	5.12
75–100	5.3	0.366	1.92	3.68	0.80	0.18	0.24	0.14	4.28
Сильнозасоленные почвы. Хозяйство Агаджаняна М., община Аргаванд									
0–25	16.2	1.289	2.8	4.28	11.36	3.8	0.44	0.26	13.74
25–50	15.5	1.205	2.4	4.16	10.28	3.6	0.4	0.22	17.44
50–75	10.1	0.699	1.28	2.92	3.32	3.7	0.2	0.2	9.54
75–100	9.6	0.664	0.96	2.80	3.12	3.5	0.24	0.16	9.02

ванных почв Араратской равнины. Незасоленные почвы не содержат соды (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), а сумма солей не превышает 0.126%. Содержание щелочных катионов Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> варьирует в пределах 0.56–1.18 смоль(экв)/кг. В слабозасоленных почвах проявляется токсичное содержание карбонатов натрия (0.16–0.40 смоль(экв)/кг), в присутствии которых уменьшается содержание ионов Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, а суммарное содержание водорастворимого натрия и калия повышается до 2.98–3.62 смоль(экв)/кг. Увеличение содержания водорастворимых солей (0.26–0.33%) происходит за счет гидрокарбонатов натрия и калия. В среднезасоленных почвах наблюдается увеличение в профиле почвы содержания нормальных карбонатов до 1.92–2.72 смоль(экв)/кг, что особен-

но токсично для таких культур, как бахчевые. Сумма солей достигает 0.37–0.58% за счет увеличения общей щелочности и ионов Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup> (4.28–7.04 смоль(экв)/кг). Содержание солей в профиле сильнозасоленных и солончаковых почв достигает 0.66–1.29%. При этом увеличение содержания солей происходит за счет хлоридов и сульфатов Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup> до 9.02–17.44 смоль(экв)/кг. При переходе от среднезасоленных к сильнозасоленным почвам характер засоления меняется от содового к содово-хлоридному. Сильнозасоленные и солончаковые почвы требуют капитальной промывки, то есть необходимы значительные финансовые вложения. В табл. 4 приведены некоторые индикаторы показателей плодородия различной степени засоленных и осолонцованных почв на

**Таблица 4.** Некоторые физические, химические и физико-химические свойства вторично засоленных почв

Глубина, см	Гумус	Ил	Физическая глина	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Обменные катионы, смоль(экв)/кг			ESP, %	ЕС, дСм/м
						Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>		
Незасоленные почвы. Хозяйство Галстяна Г., община Аревик										
0–25	2.85	19.2	54.4	11.4	5.5	15.6	1.8	2.2	11.4	1.8
25–50	1.54	14.6	35.5	11.0	2.5	13.8	0.8	2.3	13.6	1.5
50–75	0.80	10.2	28.2	12.0	3.3	14.8	0.8	1.8	10.4	1.3
75–100	0.60	17.6	40.4	12.4	3.0	14.2	0.8	2.4	13.8	1.1
Слабозасоленные почвы. Хозяйство Оганесяна Г., община Ерасхаун										
0–25	2.55	10.8	42.3	11.0	4.2	15.6	1.8	6.2	26.4	4.1
25–50	1.34	7.8	22.9	11.4	3.3	16.8	0.8	5.3	23.2	3.8
50–75	0.75	6.8	23.2	10.4	1.7	16.9	0.8	4.8	21.4	3.9
75–100	0.65	6.2	22.0	11.4	2.5	14.2	2.3	4.4	21.1	3.7
Среднезасоленные почвы. Хозяйство Григоряна С., община Аргаванд										
0–25	2.56	10.8	42.3	11.0	4.2	15.6	1.8	7.2	31.9	8.0
25–50	1.48	7.8	22.9	11.4	3.3	15.8	0.8	6.3	31.7	5.9
50–75	0.75	6.8	23.2	10.4	1.7	14.9	0.8	6.8	30.3	6.6
75–100	0.57	6.2	22.0	11.4	2.5	13.2	2.3	4.4	22.2	5.3
Сильнозасоленные почвы. Хозяйство Агаджаняна М., община Аргаванд										
0–25	2.45	16.6	45.4	14.0	2.5	11.5	3.5	13.4	47.1	16.2
25–50	1.44	14.5	36.0	12.0	2.5	7.0	4.5	15.6	57.6	15.5
50–75	0.70	11.6	33.2	12.4	2.5	6.5	6.0	15.1	54.6	10.1
75–100	0.50	11.4	35.0	13.0	4.2	7.0	4.5	15.9	58.0	9.6

объектах исследований. Содержание гумуса в слое 0–50 см – во всех исследованных почвах не превышает 1.34–2.85%, а содержание ила в верхнем метровом слое варьирует в пределах 6.2–19.2%, что составляет более 30% от содержания физической глины (22.0–54.4%) однако морфологические признаки осолонцевания не наблюдаются.

Почвы в основном имеют тяжелосуглинистый гранулометрический состав, они карбонатные, содержание карбонатов кальция (10.4–14.0%) значительно превышает таковое карбонатов магния (1.7–5.5%). Процентное содержание обменного натрия (ESP) в слое 0–100 см в незасоленных и неосолонцованных почвах варьирует в пределах 11.4–13.8%, почва характеризуется как неосолонцованная. Электропроводность (ЕС) вытяжки из водонасыщенной пасты в слое 0–100 см изменяется в пределах 1.1–1.8 дСм/м, что не приводит к потере урожайности основных сельскохозяйственных культур.

В слабозасоленных и осолонцованных почвах ESP в слое 0–100 см составляет от 21.1 до 26.4%, то есть почвы характеризуются как слабоосолонцованные. ЕС вытяжки из водонасыщенной пасты в метровом слое составляет 3.7–4.1 дСм/м. Про-

дуктивность основных сельскохозяйственных культур на засоленных почвах в зависимости от ЕС приведена в работе [13], однако при засолении и осолонцевании показатели уменьшения продуктивности культур отличаются. Показатели ESP и ЕС в среднезасоленных и осолонцованных почвах в слое 0–100 см варьируют в пределах 22.2–31.9% и 5.3–8.0 дСм/м соответственно. Показатель ESP в метровом слое сильнозасоленных и осолонцованных почв составляет 47.1–58.0%, ЕС – 9.6–16.2 дСм/м.

**Экономическая оценка плодородия почв.** Урожайность растений, а также полученный доход на засоленных почвах лимитируется многими факторами, в частности биологическими особенностями выращиваемых сельскохозяйственных культур, способных в разной степени адаптироваться к отрицательным свойствам засоленных почв в конкретных почвенно-климатических условиях [4, 17]. В этом отношении значительно отличается оценка плодородия почв и проведение мероприятий по улучшению их мелиоративного состояния. При засолении почв лимитирующими факторами являются водный стресс и токсичность отдельных ионов [9]. На солонцах основными факторами, лимитирующими уро-

**Таблица 5.** Средние показатели экономической эффективности сельскохозяйственных культур по данным мониторинга 2017 г. в 94-х хозяйствах из тридцати общин Армавирского района

Экономические показатели	Группа		Разница
	I	II	
<b>Озимая пшеница</b>			
Средняя урожайность, ц/га	29	40	11
Стоимость 1 ц урожая, тыс. АМД	10	10	–
Стоимость всего урожая, тыс. АМД	290	400	110
Общая сумма затрат, тыс. АМД/га	180	180	–
Полученный доход, тыс. АМД/га	110	220	110
<b>Люцерна</b>			
Средняя урожайность, ц/га	80	150	70
Стоимость 1 ц урожая, тыс. АМД	5	5	–
Стоимость всего урожая, тыс. АМД	405	750	345
Общая сумма затрат, тыс. АМД/га	200	200	–
Полученный доход, тыс. АМД/га	205	550	345
<b>Овощные культуры</b>			
Средняя урожайность, ц/га	140	330	90
Стоимость 1 ц урожая, тыс. АМД	10	10	–
Стоимость всего урожая, тыс. АМД	1400	3300	1900
Общая сумма расходов, тыс. АМД/га	800	800	–
Полученный доход, тыс. АМД/га	600	2500	1900
<b>Бахчевые культуры</b>			
Средняя урожайность, ц/га	155	397	242
Стоимость 1 ц урожая, тыс. АМД	5	5	–
Стоимость всего урожая, тыс. АМД	775	1985	1210
Общая сумма затрат, тыс. АМД/га	680	680	–
Полученный доход, тыс. АМД/га	95	1305	1210

жайность сельскохозяйственных культур, являются высокое содержание обменного натрия и дефицит кальция, высокая щелочность почвенного раствора и токсичных солей [16, 18]. Ликвидация кальциевого голодания наступает при относительном содержании обменного натрия до 60%. В условиях одновременного засоления и осолонцевания все указанные факторы являются лимитирующими. Экономическая оценка производства сельскохозяйственных культур на незасоленных почвах Армении приведена в [13]. Однако сравнительная экономическая оценка производства сельскохозяйственных культур на засоленных и незасоленных почвах Араратской равнины приводится впервые.

В табл. 5 показаны данные средней урожайности и некоторые экономические показатели, определяющие экономическую эффективность производства сельскохозяйственных культур в исследуемых хозяйствах. При этом использованы средние рыночные цены на сельскохозяйствен-

ную продукцию за последние 4 года. Сопоставление данных показывает, что средняя урожайность зерна озимой пшеницы в группе I (хозяйства, имеющие проблемы засоленных и осолонцованных почв) составляет 29 ц/га, что на 11 ц/га ниже урожайности, полученной в группе II (хозяйства, не имеющие проблемы засоленных и осолонцованных почв) – 40 ц/га.

В группе I полученный доход также низкий – 110 тыс. АМД<sup>1</sup>/га, в то время как во группе II хозяйств доход в 2 раза выше (220 тыс. АМД/га). При возделывании люцерны разница этих показателей также существенная. Урожайность люцерны в группе I составляет 80 ц/га, во группе II – 150 ц/га, разница равна 70 ц/га. Расходы на выращивание люцерны составляют 205 тыс. АМД. На почвах, где нет проблем засоленных и осолонцованных почв, доход 550 тыс. АМД/га, то есть

<sup>1</sup> АМД – армянский драм: национальная валюта, курс равен 1 : 7.8 руб.

увеличиваются в 2.68 раза. Полученный дополнительный доход по сравнению с землями, подверженными засолению и осолонцованию, равен 345 тыс. АМД/га. Ситуация меняется при выращивании овощных и бахчевых культур, которые очень чувствительны к засолению.

Например, если урожайность овощных культур в группе I хозяйств составляет 140 ц/га, а общий доход 600 тыс. АМД/га, то во группе II хозяйств соответственно 330 ц/га и 2500 тыс. АМД/га. Дополнительный доход по сравнению с доходом земель, подверженных засолению, составляет 1900 тыс. АМД/га, то есть увеличивается в 4.17 раза. При выращивании бахчевых культур в группе I хозяйств урожайность равна 155 ц/га, а полученный доход – 95 тыс. АМД/га. Во группе II урожайность составляет 397 ц/га, а полученный доход – 1305 тыс. АМД/га. Полученный дополнительный доход по сравнению с доходами с почв, подверженных засолению и осолонцованию, составляет 1210 тыс. АМД/га, то есть увеличивается в 12.74 раза.

Обобщая полученные результаты, приходим к выводу, что при выращивании сельскохозяйственных культур на почвах, чувствительных к засолению и осолонцованию, необходимо предварительно проводить химические анализы, что позволит на средне- и сильнозасоленных почвах выращивать устойчивые к этим условиям культуры и получать относительно высокие доходы.

**Мелиоративные мероприятия и их экономическая оценка.** Мелиоративные мероприятия, проводимые для улучшения физических и химических свойств почв, зависят от степени засоления и осолонцования, свойств и гидрогеологических условий почв. При этом в различных регионах рекомендации по улучшению мелиоративного состояния почв значительно отличаются [2].

Для улучшения мелиоративного состояния слабозасоленных почв Араратской равнины предлагается поздней осенью или ранней весной применять 4 полива, при этом для создания промывного режима необходимо увеличить нормы полива в 1.5 раза [10]. Согласно закону “О мелиорации земель” Республики Армения [5], для промывки засоленных почв в указанные периоды поливная вода поставляется бесплатно. При этом фермерские хозяйства могут организовать работу самостоятельно и дополнительные финансовые средства не требуются. Для мелиорации средне- и сильнозасоленных почв предлагается на этих земельных участках в течение двух лет выращивать люцерну. Для промывки солей целесообразно применять поливо-промывной режим орошения с увеличением нормы полива в 1.5 раза для одновременного проведения полива и промывки [10]. Экономическая оценка применяемых мелиоративных мероприятий (табл. 6) поз-

воляет прийти к выводу, что общая стоимость, включая дополнительную стоимость промывки засоленной почвы, составляет 519 тыс. АМД/га, а полученный доход – 500 тыс. АМД/га. Таким образом, время возврата финансовых средств составляет один год. Необходимо отметить, что расценки всех агротехнических мероприятий, приведенные на табл. 6, отражают средние рыночные цены за последние 4 года. Они установлены Правительством Армении только на поливную воду (11 АМД/м<sup>3</sup>). После двухлетнего выращивания люцерны почвы будут полностью рассолены, что позволит выращивать на них овощные и бахчевые культуры и обеспечить высокие доходы.

Для проведения мелиоративных мероприятий засоленных и осолонцованных почв необходимо в первую очередь рассчитать норму гипса для различной степени осолонцованности почв. Расчет гипса осуществляется по формуле [19]:

$$G = 0.086(Na - Na_d)Hd, \quad (1)$$

где  $G$  – норма гипса, т/га;  $Na$  – количество обменного натрия, смоль(экв)/кг;  $Na_d$  – допустимое содержание обменного натрия, 4.0 смоль(экв)/кг;  $H$  – мелиорируемый слой почвы, 100 см;  $d$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>, принимается в среднем 1.25 г/см<sup>3</sup>. Подставляя в формулу (1) их числовые значения, получим:

$$G = 10.75(Na - 4). \quad (2)$$

По формуле (2) рассчитана норма гипса для мелиорации почв различной степени осолонцования.

Для мелиоративного улучшения слабоосолонцованных почв предлагается осенью применять гипс в дозах 12 т/га, который необходимо равномерно распределить на поверхности почвы и провести 4 полива с увеличением нормы полива в 1.5 раза. Промывка может быть продолжена также ранней весной, поскольку в этот период оросительная вода подается бесплатно. Стоимость 1 т гипса составляет 55 тыс. АМД, включая транспортные расходы. Финансовые расходы на мелиорацию этих почв составляют 660 тыс. АМД/га. В период выращивания овощных культур эти затраты могут быть возвращены через год, а в дальнейшем можно ожидать более высоких доходов. Для мелиорации средне- и сильноосолонцованных почв предлагается выращивать люцерну в течение двух лет с применением нормы гипса 37–64 т/га или в среднем 51 т/га [12].

Перед посевом люцерны гипс равномерно распределяется на поле и запаховывается на глубину 20–22 см (табл. 7). После посева люцерны применяется поливо-промывной режим орошения с увеличением нормы полива в 1.5 раза. Общие затраты, включая дополнительные работы, связанные с применением гипса в дозе в среднем 51 т/га

**Таблица 6.** Экономическая оценка мелиоративных мероприятий для 1 га средне- и сильнозасоленных орошаемых лугово-бурых почв Араратской равнины

Работа	Стоимость, тыс. АМД
Лушение стерни (дискование) на глубину 5–6 см	10
Вспашка зяблевая. Глубина обработки 20–22 см	40
Предпосевная культивация на глубину 4–5 см	15
Прикатывание и частичное выравнивание поля	10
Посев с глубиной заделки в почву 3–4 см	15
Проведение поливной сети	10
Полив с промывным режимом орошения ( $800 \text{ м}^3 \times 1.5 \times 8$ поливов $\times 11$ АМД/м <sup>3</sup> )	106
Обработка инсектицидами плюс стоимость ядохимикатов	25
Скашивание люцерны (4 укоса $\times 4000$ АМД)	16
Ворошение скошенной люцерны (4 укоса $\times 29$ тюка $\times 50$ АМД)	6
Стоимость семян	26
Налог на землю	15
Непредвиденные расходы	20
<b>Итого расходы за первый год</b>	<b>314</b>
Скашивание люцерны (4 укоса $\times 4000$ АМД)	16
Ворошение скошенной люцерны (4 укоса $\times 117$ тюка $\times 50$ АМД)	23
Полив с промывным режимом орошения ( $800 \text{ м}^3 \times 1.5 \times 8$ поливов $\times 11$ АМД/м <sup>3</sup> )	106
Обработка инсектицидами + стоимость ядохимикатов	25
Налоги на землю	15
Непредвиденные расходы	20
<b>Итого расходы за второй год</b>	<b>205</b>
<b>Всего расходы за 2 года</b>	<b>519</b>
Стоимость урожая первый год (20 ц/га $\times 5000$ АМД)	100
Стоимость урожая второй год (80 ц/га $\times 5000$ АМД)	400
<b>Итого за 2 года</b>	<b>500</b>
Время возврата финансовых средств, год	1.0

и поливо-промывного режима орошения, составляют 3630 тыс. АМД/га, а полученный доход – 500 тыс. АМД/га.

Таким образом, если продолжить возделывание люцерны на мелиорированных средне- и сильноосолонцованных почвах потребуется 6.0 лет для возврата затрат.

После двухлетнего выращивания люцерны почва будет полностью рассолонцована, что позволит выращивать овощи или бахчевые культуры и обеспечить высокие доходы – 2500 и 1305 тыс. АМД/га соответственно. При этом срок возврата расходов составит соответственно 1.2 и 2.4 г.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлена экономическая эффективность производства различных сельскохозяйственных культур. Показано, что полученные доходы от урожая озимой пшеницы, люцерны, овощных и

бахчевых культур на почвах, подверженных засолению и осолонцеванию, составляют соответственно 110, 205, 600, 95 тыс. АМД/га. На почвах, где отсутствуют проблемы засоления и осолонцевания, доходы увеличиваются соответственно в 2, 2.7, 4.2 и 13.7 раза.

2. Для улучшения мелиоративного состояния почв с различной степенью засоления предлагается выращивать на них люцерну (за исключением слабозасоленных) в течение двух лет с применением поливо-промывного режима орошения, при котором норма полива увеличивается в 1.5 раза для осуществления одновременно и полива, и промывки. Время возврата финансовых средств составляет один год. На слабо-, средне- и сильноосолонцованных почвах предлагается выращивать люцерну (за исключением слабоосолонцованных) в течение двух лет с применением гипса соответственно в дозах 12, 37.6 и 64.5 т/га и поливо-промывного режима орошения. После двухлетне-



**Таблица 7.** Экономическая оценка мелиоративных мероприятий для 1 га средне- и сильнозасоленных орошаемых лугово-бурых почв Араратской равнины

Работа	Сумма, тыс. АМД
Стоимость гипса с перевозкой (51 т × 55000 АМД/т)	2805
Рассеивание гипса на поле (51 т × 6000 АМД/т)	306
Возделывание люцерны с поливо-промывным режимом орошения (см. табл. 6)	314
<b>Итого расходы за первый год</b>	<b>3425</b>
Возделывание люцерны с поливо-промывным режимом орошения (см. табл. 6)	205
<b>Итого расходы за второй год</b>	<b>205</b>
<b>Всего расходы за 2 года</b>	<b>3630</b>
<b>Стоимость урожая за 2 года (см. табл. 6)</b>	<b>500</b>
<b>Время возврата финансовых средств, лет (3630–500)/550*</b>	<b>6.0</b>

\* Доход при выращивании люцерны (см. табл. 5).

го выращивания люцерны на этих почвах возможно выращивать овощи или бахчевые культуры, что позволит вернуть средства за 1.2–2.4 г.

3. При отсутствии в фермерских хозяйствах необходимых финансовых средств для проведения мелиоративных мероприятий рекомендуется предварительно проводить анализ почв, что позволит на средне- и сильнозасоленных и осолонченных почвах выращивать устойчивые к засолению и осолонцеванию культуры и получать относительно высокие доходы.

**Благодарность.** Работа проводилась в рамках проекта “Выявить отрицательное влияние процессов засоления и осолонцевания на плодородие почв Араратской равнины и предложить мероприятия по улучшению их мелиоративного состояния”, поддержанного программой малых исследовательских грантов Глобального и Евразийского почвенного партнерств Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Армянской ССР. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 388 с.
2. Айдаров И.П., Завалин А.А. Обоснование комплексных мелиораций (теория и практика). М.: ВНИИА, 2015. 128 с.
3. Ариунушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 487 с.
4. Вальков В.Ф., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Кузнецов Р.В., Вальков В.Ф. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2008. 416 с.
5. Закон о мелиорации сельскохозяйственных земель. 2005, www.parliament.am/legislation.php?sel=show&ID=2329 (на арм. яз.).
6. Кадастр мелиоративного состояния орошаемых и осушенных почв Республики Армения. Отчет ЗАО “Мелиорация”, 2015. 195 с. (на арм. яз.).
7. Качество почвы: требования к мелиорации засоленных почв. Ереван: АСД 291. 2008, www.sarm.am/am/standarts/view/127795. 16 с. (на арм. яз.).
8. Ковда В.А. Основы теории и практики мелиорации и освоение засоленных почв аридной зоны // Проблемы засоления почв и водных источников. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 174–206.
9. Кучер А.В. Методы оценки экономической эффективности комплексных мероприятий по мелиорации засоленных земель // Руководство по управлению засоленными почвами. Рим: ФАО, 2017. С. 84–86.
10. Нуридджанян В.Н. Регулирование водно-солевого режима содовых солонцов-солончаков Араратской равнины при химической мелиорации и сельскохозяйственном освоении на фоне различных систем дренажа. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ереван, 1986. 24 с.
11. Почвы Армении. Ереван: Айастан, 1976. 415 с.
12. Руководство по химической мелиорации содовых солонцов-солончаков Араратской равнины Армянской ССР. М., 1982. 35 с.
13. Свонберг К., Торчян В., Геворгян М. Производственные расходы и доходы сельскохозяйственных культур в Армении. Фонд вызовы тысячелетия. Ереван, 2009. 27 с. (на арм. яз.).
14. Стратегия устойчивого развития сельского хозяйства и села РА на 2010–2020 гг. Решение Правительства РА, 2010, № 1476-Н, www.arlis.am/DocumentView.aspx?DocID=63109 (на арм. яз.).
15. Физическая география Армянской ССР. Ереван: АН Армении, 1971. 376 с.
16. Хитров Н.Б., Панкова Е.И., Новикова А.Ф., Черноусенко Г.И., Ямнова И.А. Теоретические и методические основы предотвращения вторичного засоления. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2013. Т. 1. С. 383–464.
17. Abbas A., Khan S., Hussain N., Hanjra M.A., Akbar S. Characterizing soil salinity in irrigated agriculture using a remote sensing approach // Phys. Chem. Earth. Parts A/B/C. 2013. V. 55–57. P. 43–52.
18. Allbed A., Kumar L., Aldakheel Y.Y. Assessing soil salinity using soil salinity and vegetation indices derived

- from IKONOS high-spatial resolution imageries: Applications in a date palm dominated region // *Geoderma*. 2014. V. 230–231. P. 1–8.
19. *Ayers R.S., Westcot D.W.* Water quality for agriculture. Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations. FAO Irrigation and Drainage. 1985. Paper 29. 156 p.
  20. *Gevorgyan A.* Main types of synoptic processes and circulation types generating heavy precipitation events in Armenia // *Meteorology and Atmospheric Physics*. 2013. V. 22. P. 91–102.
  21. *Hovsepyan A., Melkonyan H., Petrosyan Z., Sahakyan V., Astsatryan H., Shoukourian Yu.* Climate Change over South Caucasus based on Regional Climate Model Simulations // *Conf. Proc. "Computer Science and Information Technolog"*. Yerevan, 2011. P. 325–329.
  22. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. World Soil Resources Reports No 106. Rome: FAO, 2014. 181 p.

## **Economic Assessment of Fertility and Reclamation Measures for Secondary Saline and Alkaline Soils of the Ararat Plain**

**S. V. Sahakyan<sup>a, \*</sup>, A. V. Baghdasaryan<sup>a</sup>, and A. Sh. Eloyan<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>*Petrosyan Research Center of Soil Science, Melioration, and Agrochemistry of the Armenian National Agrarian University, ul. Admirala Isakova 24, Erevan, 0082 Armenia*

*\*e-mail: ssahakyan@yandex.ru*

The application of ameliorative measures to improve the state and increase the fertility of the secondary saline and alkaline irrigated meadow-brown soils (Anthrosols) of the Ararat Plain is justified. The indicators of soil fertility determining the yield of the main crops have been studied. According to monitoring studies, the economic efficiency of different crops has been estimated. It is shown that the income from the yield of winter wheat, alfalfa, vegetables, and melons on soils without salinization and alkalization increases by 2, 2.7, 4.2 and 13.7 times, respectively. The following reclamation measures to improve the ameliorative state of the studied soils are proposed: the cultivation of alfalfa, the application of gypsum in doses of 12–64 t/ha, and the washing of the soil with irrigation water; the duty of water in this case has to be increased by 1.5 times in comparison with the norm. The economic assessment of the proposed ameliorative measures is given. The obtained results can be implemented in the farms of Armavir and Ararat regions of Armenia.

*Keywords:* productivity, soil reclamation, gypsuming, soil monitoring