

оценить на базе оверлейных операций каждую ландшафтную структуру.

Результаты, полученные за счет комплексного использованием ГИС и технологий обработки данных дистанционного зондирования, могут помочь правительству и местным управленцам предотвратить дальнейшую деградацию засоленных почв и, где это еще возможно, восстановить их плодородие. Представленный здесь подход является относительно дешевым и быстрым методом оценки распространения текущего и возможного будущего засоления почвы на региональном уровне, обеспечивает информационную поддержку при разработке планов эффективного управления территориями

Библиографический список

1. Исмаилов А.И. Информационная система почв Азербайджана. – Баку, 2004. – 305 с.
2. Исмаилов А.И., Столбовой В.С. Разработка цифровой базы почвенных данных Азербайджана в формате почвенной географической информационной системы ЕС // Сб. науч. тр. – Рязань, 2011. – Вып. 9. – С. 148-154.
3. Исмаилов Х.Р., Абдуллаева С.М. Структура базы данных справочной географической информационной системы анализа и отображения экологической ситуации // Известия АН Азерб. Серия физико-технических и математических наук. – Баку, 1999. – Т. 19. – № 3-4.
4. Исмаилов Х.Р., Талыбова С.С., Сулейманова Е.Д., Салахова С.Э. Технологии дистанционного зондирования в создании и

информации о землепользовании // Известия АНАКА. – Баку, 2005. – Т. 8. – № 4(8). – С. 33-39.

5. Столбовой В., Монтанарелла Л. и др. Интеграция данных о почвах России, Молдавии и Украины в почвенную географическую базу данных Европейского Союза // Почвоведение. – 2001. – № 7. – С. 773-790.

References

1. Ismailov A.I. Informatsionnaya sistema pochv Azerbaidzhana. – Baku, 2004. – 305 s.
2. Ismailov A.I., Stolbovoi V.S. Razrabotka tsifrovoy bazy pochvennykh dannykh Azerbaidzhana v formate pochvennoi geograficheskoi informatsionnoi sistemy ES // Sb. nauchn. tr. – Ryazan', 2011. – Vyp. 9. – S. 148-154.
3. Ismatova Kh.R., Abdullaeva S.M. Struktura bazy dannykh spravochnoi geograficheskoi informatsionnoi sistemy analiza i otobrazheniya ekologicheskoi situatsii // Izvestiya AN Azerb., seriya fiziko-tekhnicheskikh i matematicheskikh nauk. – Baku, 1999. – T. 19. – № 3-4.
4. Ismatova Kh.R., Talybova S.S., Suleimanova E.D., Salakhova S.E. Tekhnologii distantsionnogo zondirovaniya v sozdanii i obnovlenii informatsii o zemlepol'zovanii // Izvestiya ANAKA. – Baku, 2005. – T. 8. – № 4 (8). – S. 33-39.
5. Stolbovoi V., Montanarella L. i dr. Integratsiya dannykh o pochvakh Rossii, Moldavii i Ukrainy v pochvennuyu geograficheskuyu bazu dannykh Evropeiskogo Soyuza // Pochvovedenie. – 2001. – № 7. – S. 773-790.



УДК 631.582.574.5

М.Ж. Аширбеков
M.Zh. Ashirbekov

СОЛЕВОЙ РЕЖИМ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРОМЫВКА ПОЧВЫ В ХЛОПКОВОМ СЕВООБОРОТЕ СТАРООРОШАЕМОЙ ЗОНЫ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

SALT REGIME AND SOIL WASH WORK IN COTTON CROP ROTATION IN OLD-IRRIGATED AREA OF THE MIRZACHOL STEPPE

Ключевые слова: Махтаарал, урожай, хлопок, хлопковый севооборот, плодородие почвы, продуктивность хлопчатника.

Приведены результаты пересчета ионов в гипотетические соли. Кроме этого определена динамика содержания вредных и токсичных солей в вариантах бесменного возделывания хлопчатника и в севообороте. Установлены влияние эксплуатационной промывки на солевой режим почвы культур хлопкового севооборота, эффективность осенне-зимних промывок хлопковых полей на засоленность почвы, а также на изменение характера динамики солевого режима почвы.

Keywords: Maktaaral District, yield, cotton, cotton crop rotation, soil fertility, cotton yield.

The results of the recalculation of ions into hypothetical salts are presented. The content dynamics of harmful and toxic salts in the variants of permanent cotton cultivation and in crop rotations is revealed. The effect of wash work on the soil salt regime under the crops of cotton crop rotation is discussed. The effectiveness of autumn and winter soil wash work in cotton fields on soil salinity and on the change of the salt regime dynamics pattern is revealed.

Аширбеков Мухтар Жолдыбаевич, к.с.-х.н., с.н.с., Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Республика Казахстан. Тел.: 705-901-13-00; 707-532-85-87. E-mail: mukhtar_agro@mail.ru.

Ashirbekov Mukhtar Zholdybayevich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Kazakh National Agricultural University, Almaty, Republic of Kazakhstan. Ph.: 705-901-13-00; 707-532-85-87. E-mail: mukhtar_agro@mail.ru.

Введение

В мелиоративных исследованиях определение содержания солей в почве имеет значение для оценки качества солей, степени их вредности (токсичности) для растений, а также влияния состава солей на физико-химические свойства почвы.

Солевой режим орошаемых почв, подверженных процессам сезонного засоления – рассоления, состоит из множества циклов попеременного изменения направления движений солевых токов, накопления и выноса солей из почвы. Исходя из этого Н.Г. Минашина рассматривает солевой режим почвы как динамическое равновесие этих процессов [1].

Солевой режим орошаемых почв во многом определяется режимом грунтовых вод, степенью их минерализации, наличием воднорастворимых солей в почвообразующих породах, режимом и техникой орошения.

Оросительная вода изменяет солевой режим не только в корнеобитаемом слое, но и во всей зоне аэрации. В условиях орошения даже при глубоком залегании грунтовых вод отмечаются изменения водно-солевого режимов почвы.

Многие исследователи утверждают, что солевой режим светлых серозёмов Голодной степи находится в прямой связи с режимом влажности почвы и грунтовых вод, так как передвижение воднорастворимых солей происходит с водой. Поэтому приход воды в почву, расход её из почвы и распределение внутри почвы оказывают большое влияние на солевой баланс почвы. Накопление запаса солей в верхнем горизонте, в частности, в почвогрунте над грунтовой водой, происходит в результате капиллярного поднятия засоленных грунтовых вод и их последующего испарения.

Солевой режим называется критическим, если концентрация солей в почвенных растворах периодически приближается к токсическому уровню для сельскохозяйственных растений, но не превышает его.

Величина критического уровня содержания солей в почвенном растворе на основе большого экспериментального материала принята в 12 г/л солей для хлоридно-сульфатного и 7 г/л – для хлоридного типа засоления почвы.

В начале вегетации концентрация почвенного раствора самая низкая и обычно не должна превышать 2 г/л по токсичным солям. Поэтому чтобы не происходило угнетение хлопчатника, необходимо регулирование

солевого режима в пределах ниже критического.

Серозёмно-луговые почвы старой зоны орошения, пройдя условия гидроморфного и полугидроморфного режимов увлажнения, на современном этапе находятся на различных стадиях рассоления. Неодинаковые почвенно-мелиоративные условия создают пестроту в почвенном покрове, выраженную в частой перемежаемости почв с различной степенью засоления [2]. Практическое значение этого явления заключается в необходимости дифференцированного подхода к территории при ее освоении, то есть регулировании промывных норм, поливов и т.д. [3].

Исследованиями СоюзНИХИ установлено, что люцерна снижает уровень залегания грунтовых вод и способствует выщелачиванию солей из верхних горизонтов почвы. Достигается это благодаря тому, что густой травостой люцерны в течение трех лет произрастания полностью покрывает и затеняет поверхность поля, резко уменьшает испарение влаги с поверхности поля и значительно ослабляет или предотвращает вынос солей из нижних горизонтов почвы в верхние.

Температура почвы под растущей люцерной на 6-8°C ниже, чем на хлопковых полях, и при каждом поливе люцерны содержащиеся в почве вредные соли растворяются и образовавшийся «рассол» вымывается в нижние глубокие слои, затем поступает в дренаж и удаляется за пределы поля.

Объекты и методы исследований

Изучение вредных и токсичных солей почвы на различных схемах хлопковых севооборотов проводилось в 1995-2004 гг. в многолетнем комплексном стационарном опыте на серозёмно-луговых почвах староорошаемой зоны Казахской части Голодной степи (Южно-Казахстанская область) на территории совхоза «Махтаарал» в Махтааральской опытной станции хлопководства (ныне Казахский НИИ хлопководства МСХ РК). По классификации почвы этого хозяйства относятся к сероземно-луговому, староорошаемому, среднесуглинистому механическому составу.

Большая часть территории Голодной степи занята светлыми сероземами, до орошения в различной степени – солончаковатыми.

К характерным особенностям светлых серозёмов следует отнести невысокое содержание гумуса (не превышающее 1,5%), высокую карбонатность, относительно низкую величину емкости поглощения.

Профиль светлого серозема характеризуется серовато-палевой окраской гумусового горизонта, непрочной комковатой структурой, более или менее равномерным уплотнением, небольшим содержанием влаги и легкорастворимых солей, наличием ярковыраженных карбонатных горизонтов.

Преобладающим типом почв Голодной степи являются светлые сероземы, развитые на лессах и лессовидных суглинках. Различная степень их рассоления, отраженная в морфологии и физико-химических свойствах создает пестроту почвенного покрова и минерализации грунтовых вод и является следствием сложных нисходящих и восходящих почвенных потоков [4, 5]. Светлые сероземы обладают высокой биологической активностью, благодаря которой происходит быстрая минерализация органических веществ, накопленных в течение весны [6].

В связи с этим почвы малогумусные. Мощность гумусового горизонта достигает 35-40 см с содержанием гумуса 0,65-0,98%, а иногда и меньше.

Содержание гумуса в горизонте почвы 0-30 см в среднем составляло 0,985%, в пахотном горизонте его количество снизилось примерно в 1,3 раза и в горизонте 30-60 см понизилось до 0,635%. Почвы бедны общим азотом, в слое 0-30 м его содержится 0,06-0,09%. Также они бедны валовым фосфором, величина которого в пахотном горизонте находится в пределах 0,087-0,148%. Почвы слабо обеспечены подвижным фосфором, в пахотном слое величина его варьирует от 21,4 до 23,9 мг/кг и с постепенным убыванием вниз. Почвы средне и высоко обеспечены подвижным калием. Содержание его в пахотном горизонте составляет 203-468 мг/кг. В нижележащих горизонтах содержание гумуса, общего азота и валового фосфора резко снижается.

Карбонатность почв высокая (6,7-7,3%), по профилю вниз наблюдается увеличение содержания карбонатов. Насыщенность основания, слабощелочная реакция почвенного раствора (рН – от 7,5 до 7,8), относительно низкая величина емкости поглощения (9-11 мг·экв.). Почвенный поглощающий комплекс насыщен катионами Ca^{++} и Mg^{++} . Обменные натрий и калий обнаруживаются в незначительных количествах. В механическом составе доминируют крупнопылеватые средние суглинки, обладающие исключительно высокой степенью микроструктурности [7]. По гранулометрическому составу почвы преимущественно среднесуглинистые и обогащены фракцией пыли. В нижних горизонтах профиля гранулометрический состав несколько облегчается (до 22,4% физической глины – легкий суглинок).

Почвы средnezасоленные, величина плотного остатка составляет 0,275-0,428%.

Анализ полной водной вытяжки солей почвы (химический состав водной вытяжки солей, содержание токсичных солей и др.) проводили в лаборатории мелиорации, отдела мелиорации и орошения СоюзНИХИ (Ташкент) под руководствами д.с.-х.н., профессора Н.Ф. Беспалова и д.т.н., профессора Г.А. Безбородова.

Агротехника хлопчатника была общепринятой в данной хозяйстве. Изучали следующие варианты опыта:

1. Монокультура хлопчатника без внесения удобрений, 100%-ная хлопковость.

2. Монокультура хлопчатника, удобряемая (контроль), 100%-ная хлопковость: азот – 250 кг/га, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га.

3. 3:7 (3 года люцерна:7 лет хлопчатник), без внесения удобрений, 70%-ная хлопковость.

4. 3:7 (3 года люцерна:7 лет хлопчатник) удобряемая, 70% хлопковостью: азот – 200 кг/га, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га.

5. 2:4:1:3 (2 года люцерна:4 года хлопчатник:1 год промежуточные кормовые культуры:3 года хлопчатник), удобряемая, 70%-ная хлопковость: азот – 200 кг/га, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га.

6. 3:4:1:2 (3 года люцерна:4 года хлопчатник:1 год промежуточные кормовые культуры:2 года хлопчатник), удобряемая, 60%-ная хлопковость: азот – 200 кг/га, фосфор – 150 и калий – 100 кг/га.

7. 3:3 (3 года люцерна:3 года хлопчатник), удобряемая, 50%-ная хлопковость: азот – 150 кг/га, фосфор – 120 и калий – 90 кг/га.

На севооборотных удобряемых вариантах после распашки двух- и трёхлетней люцерны внесение азотных удобрений дифференцируется, то есть по пласту 100 кг/га, по обороту пласта – 150 и далее 200 кг/га.

На опытном участке возделывали сорт хлопчатника С-4727 районированный по хлопкосеющей зоне Казахстана и Средней Азии, а начиная с 2000 г. сорта Махтаарал-3031 и Махтаарал-3044, выведенные селекционерами Махтааральской опытной станции хлопководства.

Результаты исследований и их обсуждения

На опытном участке среднеминерализованные грунтовые воды располагались на глубине около 2,5 м весной, а осенью снижались до 3,5 м. При такой глубине стояния грунтовых вод всегда присутствует подток влаги из нижележащих слоёв почвогрунта и грунтовых вод в корнеобитаемую зону почвы. Вместе с влагой передвигаются и воднорастворимые

соли, которые накапливаются в верхних горизонтах. Следовательно, на всех вариантах опыта в конце вегетационного периода происходит сезонное соленакопление, интенсивность которого зависит от типа возделываемой культуры и её поливного режима. В связи с этим на опытном участке ежегодно проводилась профилактическая промывка промывной нормой 2500-3000 м³/га. Почвы опытного участка на всех вариантах весной были незасоленными. Содержание наиболее токсичного хлор-иона в среднем в слое 0-100 см не превышало 0,01%. В конце вегетационного периода отмечалось сравнительное небольшое соленакопление, поэтому почвы на всех вариантах опыта переходили из категории незасоленных в категорию слабозасоленных. Прислеживается тенденция к большему накоплению хлор-иона в вариантах с монокультурой хлопчатника по сравнению с вариантами, где хлопчатник возделывался в севообороте.

Наиболее оптимальным, в части накопления вредных солей, оказался 7-й вариант опыта (схема 3:3), где люцерна сменяет хлопчатник через каждые три года. Об этом свидетельствуют данные, приведенные в таблице 1.

Выполненные анализы по содержанию воднорастворимых солей показывают, что почвенный покров опытного участка отличается большим разнообразием засоления, с варьированием глубины залегания солевого горизонта в пределах трехметрового слоя толщи с максимумом в двухметровом слое почвы.

Для растений хлопчатника хлориды являются наиболее токсичными солями. В результате повышенного хлоридного засоления отмечается резкое снижение урожайности хлопчатника и качества хлопкового волокна. Хлориды также отрицательно действуют на водный режим почвы и растения. Они снижают транспирацию растений. Содержание хлор-иона в почве зависит не только от засоленности почвогрунта, подстилающих пород и грунтовых вод, но и от минерализации поливной воды и величины водопада.

В целом весной содержание хлор-иона в метровом слое почвы составляло 2,6-3,5% и осенью – 5,9-7,3% от суммы солей.

Сульфат-ион в почве достигает наибольших величин. Он имеет первостепенное значение в жизнедеятельности растений, является составной частью многих компонентов растительной клетки и играет важную роль в свойствах и структурных превращениях белковых молекул в окислительно-восстановительных процессах. Однако высокое накопление иона сульфатов в почве может привести к гибели растений. Влияния накопления со-

лей на почвах под сельскохозяйственных культур отмечены в трудах В.Е. Кабаева, Б.А. Пиуновского и А.А. Шахова [8-10].

В условиях эффективной работы дренажа сульфат-ион из почвы вымывается менее интенсивно, чем хлориды. Со временем количество гипса в почве несколько увеличивается. Этот процесс имеет большое значение для предохранения почв от солонцовых явлений.

Следует отметить, что содержанию сульфат-иона почва остается слабозасоленной и такое количество не ухудшает её состояние. Сульфат-ион к концу вегетации на монокультуре хлопчатника накапливался в большом количестве, что в значительной степени ухудшило солевой режим почвы.

Магний в почве является необходимым элементом для нормального роста и развития растений. Он играет важную роль при созревании хлопкового волокна, так как входит в состав пектиновых веществ. Однако повышенное содержание его может вызывать гибель растений.

Из полученных данных следует, что содержания иона магния в почве было меньше содержания иона кальция более чем в 2 раза.

В начале вегетации хлопчатника содержание иона магния было примерно одинаковым во всех вариантах. Такое явление объясняется тем, что вне вегетационный влагозарядково-промывной полив речной водой выравнивает содержание иона магния в почве. Однако в период вегетации на монокультуре хлопчатника способствовали некоторому увеличению содержания иона магния к концу вегетации. В начале вегетации содержание иона магния составляло 5,5-5,8%, а в конце – 4,8-4,9% от суммы воднорастворимых солей. Такое содержание иона магния в почве является допустимым для роста и развития растений хлопчатника.

Для нормального роста и развития растений необходимо иметь в почвенном растворе сбалансированное содержание ионов и в первую очередь натрия и калия.

Значение калия в жизни растений многообразно. Он способствует нормальному течению фотосинтеза, усиливает отток углеводов из листьев в другие органы, активизирует работу многих ферментов. В почве содержание его всегда больше, чем содержание фосфора и азота, вместе взятых. Однако большая часть калия в почвах находится в нерастворимой и малоусваиваемой для растений форме. Здесь также отмечалось накопление иона калия от весны к осени в 1,5-2,0 раза.

Таблица 1

Химический состав водной вытяжки солей, в слое почвы 0-100 см, в конце ротаций

Варианты опыта	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Плотный остаток
Весна								
Монокультура хлопчатника без удобрений	0,022 0,36	0,008 0,23	0,207 4,31	0,047 2,39	0,019 1,60	0,018 0,78	0,008 0,20	0,338
Монокультура хлопчатника удобряемая (контроль)	0,024 0,39	0,007 0,20	0,217 4,52	0,048 2,44	0,019 1,60	0,023 1,00	0,007 0,18	0,356
3:7, без удобрений	0,024 0,39	0,008 0,23	0,219 4,56	0,047 2,39	0,020 1,68	0,019 0,83	0,008 0,20	0,349
3:7, удобряемая	0,019 0,30	0,004 0,10	0,190 3,95	0,042 2,14	0,017 1,43	0,018 0,78	0,007 0,18	0,290
2:4:1:3, удобряемая	0,021 0,34	0,005 0,14	0,199 4,14	0,044 2,24	0,017 1,43	0,018 0,78	0,005 0,13	0,318
3:4:1:2, удобряемая	0,017 0,26	0,003 0,09	0,186 3,87	0,030 2,04	0,015 1,28	0,017 1,73	0,005 0,13	0,276
3:3, удобряемая	0,021 0,34	0,005 0,15	0,192 4,00	0,044 2,24	0,017 1,43	0,018 0,78	0,006 0,15	0,310
Осень								
Монокультура хлопчатника без удобрений	0,031 0,51	0,036 1,02	0,248 5,16	0,057 2,90	0,025 2,10	0,034 1,48	0,010 0,26	0,456
Монокультура хлопчатника удобряемая (контроль)	0,033 0,54	0,031 0,90	0,228 4,75	0,051 2,60	0,020 1,68	0,035 0,52	0,009 0,23	0,418
3:7, без удобрений	0,030 0,50	0,024 0,69	0,222 4,62	0,050 2,54	0,019 1,60	0,033 1,43	0,008 0,20	0,390
3:7, удобряемая	0,032 0,53	0,026 0,75	0,230 4,83	0,051 2,70	0,022 1,85	0,030 1,35	0,010 0,26	0,402
2:4:1:3, удобряемая	0,034 0,56	0,022 0,63	0,217 4,52	0,050 2,54	0,021 1,76	0,027 1,17	0,008 0,20	0,381
3:4:1:2, удобряемая	0,035 0,58	0,024 0,69	0,224 4,68	0,050 2,54	0,019 1,60	0,033 1,43	0,008 0,20	0,398
3:3, удобряемая	0,036 0,60	0,017 0,50	0,238 4,96	0,056 2,85	0,024 2,02	0,035 1,52	0,010 0,25	0,428

Примечание. Числитель – в %, знаменатель – в мг, экв/100 г почвы.

Содержание иона натрия в метровом слое примерно в 3,0-3,5 раза превышало содержание иона калия. Однако по абсолютным величинам его количество по вариантам опыта было небольшое и условий для процесса осолонцевания почв не создавалось. Следует отметить, что ионы солей оказывают большое влияние на изменение водно-физических и физико-химических свойств почвы, а также на состояние растений.

При исследовании засоленных почв важно определять не только степень (количество), но и характер (тип) засоления почв. Он устанавливается по соотношению в составе солей различных химических элементов. По результатам водной вытяжки соотношение ионов хлора и сульфата составило весной от 0,05 до 0,08 и осенью – от 0,14 до 0,18. Следовательно, такое соотношение соответствует сульфатному типу засоления. Анализ полученных данных показал, что в почвенном растворе в основном преобладали соли кальция над солями натрия. Соли магния на начало вегетации по количеству были близки к содержанию натрия. Однако к концу вегетации содержание иона натрия превышало в 1,3-2,0 раза, по сравнению с ионом магния. Особенно большие различия прослеживались при бесменном возделывании хлопчатника.

Содержание токсичных солей были определены путем пересчета данных водных вы-

тяжек. Результаты пересчета ионов в гипотетические соли приведены в таблице 2. Из полученных данных следует, что содержание токсичных солей в метровом слое почвы весной было примерно одинаковым, или больше на 8-20%, чем нетоксичных. Следует отметить, что весной по сумме токсичных солей почва оставалась слабозасоленной во всех вариантах опыта. Так, в метровом слое почвы их содержание варьировало в пределах 0,151-0,199% от массы в зависимости от варианта опыта и года исследований. Большие величины токсичных солей характерны для вариантов бесменного возделывания хлопчатника. Поддержание токсичных солей почвы слабого засоления на невысоком уровне обеспечивалось ежегодной эксплуатационной промывкой нормой 2500-3000 м³/га, выравнивающей к весне их содержание практически независимо от исходного количества. Степень токсичности иона хлора для хлопчатника тесно связана с наличием сопутствующих анионов (SO₄⁻), повышающих предельно допустимую концентрацию хлора. Установлено, что при общем содержании солей 1,2-1,3% предельная для хлопчатника концентрация хлора в почве в условиях Голодной степи составляет 0,03-0,04%, в Ферганской долине – 0,05, а в Самаркандской области – 0,06%.

Следует отметить, что к концу вегетации количество токсичных солей накапливалось

больше, чем нетоксичных, на 20-38%. Нетоксичные соли представлены сульфатом и бикарбонатом кальция. Среди токсичных солей наибольшую долю занимает сульфат магния – около 50% от суммы токсичных солей.

Влияние эксплуатационной промывки на солевой режим почвы культур хлопкового севооборота. При относительно неглубоком залегании минерализованных грунтовых вод и возделывания хлопчатника на монокультуре солевой баланс часто является неблагоприятным. Для ликвидации процессов, ведущих к вторичному засолению почв, необходимо изменить их водно-солевой режим и баланс грунтовых вод. Существенное улучшение в этом случае достигается проведением ежегодных эксплуатационных промывок.

И.К. Кисилева и Э.А. Лифшиц отмечают, что на солончаках, которые невозможно промыть до требуемого предела, целесообразно возделывать подсолнечник и сорго с целью дальнейшего опреснения почв [11]. На засоленных гипсоносных почвах Голодной степи, как указывают А.Н. Морозов и Г.Г. Решетов, закрепление эффекта промывок и последующие рассоления в вегетацион-

ный период происходят активно при возделывании кукурузы, сорго и подсолнечника [12].

С целью дальнейшего рассоления и повышения плодородия гипсоносных почв после капитальной промывки А.В. Шуравилин рекомендует в первый и второй годы освоения выявить культуры – освоители на фоне влагозарядково-промывного полива и при соблюдении промывного режима орошения [13]. Из культур – освоителей наиболее продуктивными оказались подсолнечник, сорго и кукуруза. Это обеспечивало повышения урожая хлопка-сырца на 5-7 ц/га в сравнении с вариантом, где хлопчатник возделывался сразу же после промывки.

Изучение эксплуатационной промывки почвы на различных схемах хлопковых севооборотов проводилось в многолетнем комплексном стационарном опыте на сероземно-луговых почвах староорошаемой зоны Казахской части Голодной степи (НИИ хлопководства МСХ РК). Глубина залегания среднеминерализованных (4-5 г/л) грунтовых вод – 2,5-3,5 м. Почвы опытного участка по механическому составу среднесуглинистые.

Таблица 2

Содержание токсичных солей в метровом слое почвы (0-100 м) за период вегетации

Варианты Опыта	Сезон года	Токсичные соли					Нетоксичные соли
		MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl	KCl	Сумма	
В начале первой ротации							
Монокультура хлопчатника без удобрений	Весна	0,086	0,048	0,007	0,010	0,151	0,154
	Осень	0,110	0,051	0,029	0,025	0,215	0,192
Монокультура хлопчатника удобряемая (К)	Весна	0,086	0,044	0,005	0,007	0,142	0,152
	Осень	0,116	0,048	0,028	0,023	0,215	0,189
3:7, без удобрений	Весна	0,086	0,043	0,006	0,012	0,147	0,156
	Осень	0,106	0,056	0,018	0,016	0,196	0,168
3:7, удобряемая	Весна	0,087	0,042	0,006	0,013	0,148	0,159
	Осень	0,106	0,049	0,018	0,015	0,198	0,170
2:4:1:3, удобряемая	Весна	0,078	0,039	0,004	0,007	0,128	0,154
	Осень	0,101	0,049	0,017	0,013	0,180	0,163
3:4:1:2, удобряемая	Весна	0,086	0,048	0,005	0,010	0,149	0,162
	Осень	0,116	0,079	0,018	0,015	0,228	0,174
3:3, удобряемая	Весна	0,091	0,047	0,007	0,012	0,157	0,174
	Осень	0,116	0,079	0,018	0,015	0,228	0,194
В конце первой ротации							
Монокультура хлопчатника без удобрений	Весна	0,086	0,049	0,007	0,012	0,154	0,184
	Осень	0,121	0,063	0,039	0,028	0,251	0,190
Монокультура хлопчатника удобряемая (К)	Весна	0,096	0,051	0,005	0,010	0,162	0,194
	Осень	0,106	0,056	0,035	0,017	0,214	0,204
3:7, без удобрений	Весна	0,096	0,051	0,007	0,012	0,166	0,179
	Осень	0,101	0,059	0,0028	0,015	0,203	0,183
3:7, удобряемая	Весна	0,086	0,049	0,003	0,009	0,147	0,150
	Осень	0,111	0,059	0,028	0,019	0,217	0,183
2:4:1:3, удобряемая	Весна	0,091	0,047	0,004	0,008	0,150	0,159
	Осень	0,101	0,066	0,028	0,015	0,210	0,169
3:4:1:2, удобряемая	Весна	0,076	0,046	0,002	0,007	0,131	0,122
	Осень	0,096	0,070	0,028	0,017	0,217	0,176
3:3, удобряемая	Весна	0,081	0,048	0,003	0,008	0,140	0,163
	Осень	0,106	0,079	0,026	0,018	0,229	0,199

Таблица 3

Влияние эксплуатационной промывки речной водой при возделывании хлопчатника на монокультуре и в севообороте на вымыв солей из почвы. Среднее за ротации

№ п/п	Варианты опыта	До промывки, %		После промывки, %		Вывыто солей, %	
		плотный остаток	хлор-ион	плотный остаток	хлор-ион	плотный остаток	хлор-ион
Слой почвы 0-100 см							
1	Монокультура хлопчатника без удобрений	0,424	0,033	0,332	0,007	21,7	78,8
2	Монокультура хлопчатника удобряемая	0,406	0,029	0,326	0,006	19,7	79,3
3	3:7, без удобрений	0,364	0,017	0,320	0,008	12,1	52,9
4	3:7, удобряемая	0,362	0,015	0,305	0,006	15,7	60,0
5	2:4 1:3, удобряемая	0,366	0,020	0,310	0,006	15,3	70,0
6	3:4:1:2, удобряемая	0,385	0,018	0,294	0,005	23,6	72,2
7	3:3, удобряемая	0,378	0,011	0,323	0,006	14,6	45,5
Слой почвы 0-300 см							
1	Монокультура хлопчатника без удобрений	0,455	0,033	0,398	0,015	12,5	54,5
2	Монокультура хлопчатника удобряемая	0,446	0,030	0,395	0,014	11,4	53,3
3	3:7, без удобрений	0,390	0,017	0,340	0,013	12,8	23,5
4	3:7, удобряемая	0,392	0,016	0,338	0,012	13,8	25,0
5	2:4:1:3, удобряемая	0,398	0,018	0,335	0,012	15,8	33,3
6	3:4:1:2, удобряемая	0,415	0,015	0,325	0,006	21,7	60,0
7	3:3, удобряемая	0,412	0,010	0,332	0,008	19,4	20,0

В вегетационный период использовался режим орошения хлопчатника по схемам 1-1-1 и 0-2-1, при поливной норме 800-900 м³/га и при оросительной норме 2600-2700 м³/га. Промывка проводилась ежегодно речной водой нормой 2500-3000 м³/га, превышающей в несколько раз дефицит влаги в почве и тем самым обеспечивающей независимо от исходного содержания опреснение почвы до нужного предела. При этом к весне предполагалось нивелирование солей в активном слое почвы и по вариантам опыта иметь близкие между собой показатели. Полученные данные показали, что вымыв солей был неодинаков и изменялся в зависимости от исходного содержания солей.

После эксплуатационной промывки почва из слабозасоленной (по плотному остатку и хлор-иону) перешла по хлор-иону в практически не засоленную. Однако по плотному остатку почва оставалась в категории слабозасоленной, но с меньшим содержанием солей по плотному остатку.

Следует отметить, что при поливах по дефициту влаги в почве накапливается значительно больше солей, чем при поливах нормой, превышающей дефицит в 1,5 раза. В таких случаях эксплуатационная промывка не всегда опресняет метровый слой почвы по хлор-иону до требуемого предела (ниже 0,010% от массы), и почва на начало вегетации остается в пределах слабого засоления. Слой почвы 0-300 см по количеству солей остается слабозасоленным как до промывки, так и после ее проведения.

Анализ материалов по влиянию промывки на солевой режим почвы показал высокую эффективность эксплуатационной промывки. Было доказано, что эксплуатационная про-

мывка речной водой нормой 3000-4000 м³/га обеспечивает стабильный солевой режим как активного слоя почвы (0-100 см), так и верхнего слоя аэрации (0-300 см).

Характер динамики солевого режима почвы изменялся как при промывке почвы, так и в результате вегетационных поливов. В зависимости от исходного содержания солей перед промывкой вымыв солей из почвы был неодинаковым. Данные таблицы 3 показывают, что вымыв солей 1 м³ промывной воды из метрового слоя почвы по вариантам опыта в среднем за годы исследований составил 2,03-5,39 кг плотного остатка и 0,49-0,88 кг хлор-иона, а из трехметрового слоя – соответственно, 4,73-10,50 и 0,74-1,47 кг.

Выводы

Таким образом, тенденция к более интенсивному накоплению солей по монокультуре хлопчатника прослеживается более четко к концу ротации, то есть на 10-й год бессменной выращивания хлопчатника по хлопчатнику, в сравнении с вариантами, где хлопчатник выращивался в чередовании с люцерной и зерновыми культурами. Причем удобряемая бессменная культура хлопчатника несколько, в данном показателе, не уступала неудобряемому фону.

На преобладающей части орошаемой территории Голодной степи развиты почвы гидроморфного ряда, преимущественно сероземно-луговые, слабо- и средnezасоленные. Поэтому здесь необходимо осуществление комплекса специфических агротехнических и мелиоративных мероприятий, а точнее, эксплуатационная промывка по устранению отрицательного действия засоленности почв на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Минашина Н.Г. Критический солевой режим орошаемых почв и дренаж грунтовых вод в зоне возделывания хлопка // Почвоведение. – 1970. – № 1. – С. 58-64.
2. Розанов А.Н. Засоление и мелиорация орошаемых почв // Применение дренажа при освоении засоленных земель: сб. / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. – М.: Изд-во АН СССР. 1958. – С. 87-93.
3. Шуравилин А.В. Орошения хлопчатника на сероземах Голодной степи // Труды РУДН. – 1979. – Т. 89. – Вып. 13. – С. 128-133.
4. Егоров В.В., Минашина Н.Г. Обоснование почвенно-мелиоративных прогнозов и классификация засоленных почв // Изменение плодородия почв при орошении вновь осваиваемых земель. – М., 1976. – С. 125-128.
5. Беседин П.Н. Воздействие культуры многолетних трав на состав и свойства агрегатов сероземных почв // Изв. АН УзССР. – 1951. – № 5. – С. 72-84.
6. Рыжов С.Н. Причины высокого естественного плодородия светлых сероземов Голодной степи // Почвоведение. – 1952. – № 12. – С. 1081-1088.
7. Беспалов Н.Ф. Некоторые физические особенности светлых сероземов Голодной степи // Вопросы мелиорации Голодной степи. – Ташкент, 1957. – С. 100-127.
8. Кабаев В.Е. Солевыносливость сельскохозяйственных культур // Социалистическое сельское хозяйство Узбекистана. – 1953. – № 1. – С. 71-75.
9. Пиуновский Б.А. Солеустойчивость сельскохозяйственных культур // Доклады ВАСХНИЛ. – М., 1954. – Вып. 4. – С. 135-138.
10. Шахов А.А. Солеустойчивость растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 178 с.
11. Кисилева И.К., Лифшиц Э.А. Система мелиоративных (опытных) станции СоюзНИХИ // Проблемы мелиорации земель Республики Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата, 1970.
12. Морозов А.Н., Решетов Г.Г. Основные положения по освоению засоленных земель при орошения // Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидро-мелиоративных систем и сооружений. – Ташкент: Средазгипроводхлопок, 1989.

13. Шуравилин А.В. Регулирование водно-солевого режима почв Голодной степи. – М.: РУДН, 1989.

References

1. Minashina N.G. Kriticheskii solevoi rezhim oroshaemykh pochv i drenazh gruntovykh vod v zone vzdelyvaniya khlopka // Pochvovedenie. – 1970. – № 1. – S. 58-64.
2. Rozanov A.N. Zasolenie i melioratsiya oroshaemykh pochv // Primenenie drenazha pri osvoenii zasolennykh zemel'. Pochvennyi institut im. V.V. Dokuchaeva. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1958. – S. 87-93.
3. Shuravilin A.V. Oroshenie khlopchatnika na serozemakh Golodnoi stepi // Trudy RUDN. – 1979. – T. 89. – Vyp.13. – S. 128-133.
4. Egorov V.V., Minashina N.G. Obosnovanie pochvenno-meliorativnykh prognozov i klassifikatsiya zasolennykh pochv // Izmenenie plodorodiya pochv pri oroshenii vnov' osvvaivamykh zemel'. – M., 1976. – S. 125-128.
5. Besedin P.N. Vozdeistvie kul'tury mnogoletnikh trav na sostav i svoistva agregatov serozemnykh pochv // Izv. AN UzSSR. – 1951. – № 5. – S. 72-84.
6. Ryzhov S.N. Prichiny vysokogo estestvennogo plodorodiya svetlykh serozemov Golodnoi stepi // Pochvovedenie. – 1952. – № 12. – S. 1081-1088.
7. Bepalov N.F. Nekotorye fizicheskie osobennosti svetlykh serozemov Golodnoi stepi // Voprosy melioratsii Golodnoi stepi. – Tashkent, 1957. – S. 100-127.
8. Kabaev V.E. Solevynoslivost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur // Sotsialisticheskoe sel'skoe khozyaistvo Uzbekistana. 1953. – № 1. – S. 71-75.
9. Piunovskii B.A. Soleustoichivost' sel'skokhozyaistvennykh kul'tur // Doklady VASKhNIL. – 1954. – Vyp. 4. – S. 135-138.
10. Shakhov A.A. Soleustoichivost' rastenii. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1956. – 178 s.
11. Kisileva I.K., Lifshits E.A. Sistema meliorativnykh (opytnykh) stantsii SoyuzNIKhl // Problemy melioratsii zemel' Respublik Srednei Azii i Kazakhstana. – Alma-Ata, 1970.
12. Morozov A.N., Reshetov G.G. Osnovnye polozheniya po osvoeniyu zasolennykh zemel' pri oroshenii // Voprosy proektirovaniya i issledovaniya effektivnosti raboty gidromeliorativnykh sistem i sooruzhenii. – Tashkent: Sredazgiprovodkhlpok, 1989.
13. Shuravilin A.V. Regulirovanie vodno-solevogo rezhima pochv Golodnoi stepi. – M.: RUDN, 1989.

