

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи
УДК:631.582:633.511(574.5)

АШИРБЕКОВ Мухтар Жолдыбаевич

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ХЛОПКОВЫХ
СЕВООБОРОТОВ И ВОСПРОИЗВОДСТВО
ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ
ПОЧВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Диссертация

на соискание учёной степени доктора
сельскохозяйственных наук

Научный консультант:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Дридигер В.К.**

г. Алматы – 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. РОЛЬ СЕВООБОРОТА И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	11
1.1. Роль севооборота в повышении урожайности полевых культур	11
1.2. Севооборот и воспроизводство плодородия почв	14
1.3. Фитосанитарная функция хлопково-люцернового севооборота	20
1.4. Основная обработка почвы в севообороте	23
1.5. Влияние удобрений на урожайность культур хлопкового комплекса	25
1.6. Мелиоративные мероприятия как фактор повышения урожайности хлопчатника и улучшения экологии пахотных земель	29
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	35
2.1. Климатическая характеристика места проведения исследований	35
2.2. Почвы зоны и опытного участка	38
2.3. Метеорологические условия проведения исследований.....	45
2.4. Методика исследований.....	47
2.5. Технологии возделывания культур в опытах	53
2.6. Режим орошения хлопчатника	55
3. НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ХЛОПКОВЫХ СЕВООБОРОТОВ	58
3.1. Улучшение мелиоративного состояния серозёмных почв в хлопковых севооборотах	58
3.2. Органическое вещество почвы	92
3.3. Физические и водные свойства почвы	98
3.4. Химические свойства почвы	114
3.5. Биологические свойства почвы	127
3.6. Фитосанитарное состояние хлопковых полей	136
3.7. Рост и развитие растений хлопчатника	144
3.8. Урожайность хлопчатника и кормовых культур.....	149
3.9. Структура урожая хлопчатника	158
3.10. Качество хлопкового волокна	159

4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА	163
4.1. Улучшение системы основной обработки почвы	163
4.2. Оптимизация внесения азотных удобрений	167
4.3. Повышение эффективности фосфорных удобрений	178
4.4. Калийные удобрения	183
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХЛОПКОВЫХ СЕВООБОРОТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА ...	188
Заключение	200
Предложения производству	205
Список литературы	206
Приложения	245

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) относится к группе волокнистых растений, среди которых он в мире занимает первое место, так как обеспечивает получение 70-75 % прядильного сырья. Основной продукцией хлопчатника является хлопковое волокно, которое используется для изготовления ситца, сатина, трикотажа, фланели, батиста и многих других видов ткани и является экспортной продукцией Республики Казахстан.

Волокно хлопчатника с семенами (хлопок-сырец) на 30-35 % состоит из волокна и 55-70 % – из семян, в которых содержатся 22-29 % пищевого растительного масла. Хлопок-сырец служит сырьем для текстильной, маслоперерабатывающей, гидролизной, химической и ряда других отраслей промышленности.

Вся производимая хлопчатником продукция используется в переработку, так как из хлопка-сырца и вегетативной части растений изготавливают хлопчатобумажные ткани, нитки, искусственный шелк и кожу, корд, замшу, фетр, ткань парашютов, рафинированное масло, мыло, лаки, жмых, корма для животных, рыболовные сети и канаты, потребительскую бумагу и картон, удобрения и средства защиты растений, спирт, пищевой белок, химические вещества и т.д.

В Республике Казахстан производство и переработка хлопка-сырца в основном сосредоточено в Южно-равнинной голодностепной зоне Южно-Казахстанской области, где климатические, почвенные условия и орошаемые земли позволяют выращивать хлопчатник с высокими технологическими качествами волокна. Одним из основных производителей хлопка-сырца в области является Махтааральский район, где площадь орошаемых земель составляет 136,8 тыс. га, из них под хлопчатником занято порядка 100-120 тыс. га.

В Голодной степи также расположены орошаемые земли Сырдарьинской и Джизакской областей Республики Узбекистан (471,2 тыс. га) и хозяйства, Согдийской области Республики Таджикистан (14,2 тыс. га). Общий массив земель, пригодных для возделывания сельскохозяйственных культур в Голодной степи составляет 1 млн. га. В настоящее время здесь орошается около 600 тыс. га, в том числе

под хлопчатником занято 400 тыс. га. Для широкого развития хлопководства в этой зоне проведены крупномасштабные ирригационные и мелиоративные работы, которые позволят в ближайшей перспективе довести орошаемую площадь до 670 тыс. га, в том числе под хлопчатником – 440 тыс. га.

Однако в настоящее время в Республике Казахстан урожайность хлопксырца составляет 2,25 т/га, что соответствует 19-месту среди хлопкосеющих стран мира (Закон РК «О развитии хлопковой отрасли» № 298-111 от 21.07.2017). Такой уровень урожайности явно не достаточен для расширенного воспроизводства материально-технических и людских ресурсов, а возделывание хлопчатника в бессменных посевах или люцерно-хлопковых севооборотах не обеспечивает потребности развивающегося в регионе животноводства в разнообразных кормах с высокой энергетической и протеиновой питательностью.

Степень научной разработанности темы. Научные исследования по разработке и совершенствованию технологии возделывания хлопчатника на орошаемых землях Голодной степи проводились в Среднеазиатских республиках во времена Советского Союза, проводятся они и до настоящего времени.

В Республике Узбекистан этим вопросам посвящены работы П.М. Бодрова (1973), А.И. Имамалиева (1978), С.Н. Рыжова и др. (1980), М.В. Мухамеджанова (1985), А.И. Автономова и др. (1983), Б.Г. Алеева (1989), А.С. Болкунова (1989), Р.С. Назарова и др. (1993, 1995). В Республике Таджикистан этими проблемами занимались Т. Булатова (1970), Б.А. Сушеница (1983, 1985), Х.Д. Джуманкулов (1990); в Туркмении – В.Н. Фурсов (1957), Г.А. Дюжев (1976), О. Артыков (1980), И.С. Рабочев (1983); в Кыргызской Республике – Н.Г. Юдахин (1975) и др.

В Казахстане на территории Голодной степи изучением технологии возделывания хлопчатника занимались З.С. Турсунходжаев (1972, 1987), Н.Ф. Беспалов (1971, 1976), Ж.Я. Батькаев (1978, 2000), И. Умбетаев (2000, 2004). Ими доказана высокая эффективность возделывания хлопчатника в хлопково-люцерновых севооборотах, разработаны и рекомендованы производству режимы полива хлопчатника на серозёмных почвах, изучены особенности роста и развития культуры в

зависимости от высеваемых сортов, сроков их посева и норм высева, внесения минеральных и органических удобрений и других технологических приёмов возделывания хлопчатника.

Однако, в современных условиях хозяйствования, перевода аграрного производства на рыночные отношения и в связи со вступлением Республики Казахстан во Всемирную торговую организацию (ВТО), остро встаёт вопрос о необходимости разработки новых подходов по организации отрасли хлопководства, совершенствовании технологии возделывания хлопчатника и других культур хлопкового комплекса. Особенно остро эта проблема стоит в хлопкосеющих районах Южно-Казахстанской области, где сосредоточено производство хлопка-сырца в Республике.

В связи с этим необходимо разработать новые схемы хлопковых севооборотов с включением многолетних и однолетних кормовых культур, обеспечивающих получение урожайности хлопка-сырца на уровне 3,5-4,0 т/га, улучшение водно-физических, химических, биологических и мелиоративных свойств почвы, обеспечение растущего животноводства высококачественными летними и зимними кормами, а также усовершенствовать технологические приёмы возделывания хлопчатника.

Цель исследований – разработать научные основы хлопковых севооборотов с включением многолетних и однолетних кормовых культур и технологических приёмов возделывания хлопчатника на орошаемых сероземно-луговых почвах Южного Казахстана.

Задачи исследований:

1. Оценить мелиоративное состояние оросительной воды и изучить влияние чередования культур в хлопковых севооборотах на глубину залегания грунтовых вод, солевой режим почвы и эффективность применения осенне-зимних профилактических поливов.

2. Разработать научные принципы создания хлопковых севооборотов, обеспечивающих увеличение поступления в почву органического вещества и улучшение водных, физических, химических и биологических свойств орошаемой серо-

земно-луговой почвы.

3. Изучить процессы формирования урожая хлопка-сырца и его качества, особенности фотосинтетической деятельности и фитосанитарного состояния посевов, динамики накопления вегетативной массы и генеративных органов растениями хлопчатника в зависимости от технологических приёмов его выращивания, структуры и чередования культур в севообороте.

4. Усовершенствовать систему основной обработки почвы, внесение минеральных и органических удобрений, обеспечивающих получение 3,5-4,0 т/га хлопка-сырца с высокими технологическими качествами.

5. Дать экономическую оценку технологических приёмов возделывания хлопчатника и хлопковых севооборотов.

Научная новизна и теоретическая значимость работы состоит в том, что на основе многолетних исследований для орошаемых сероземно-луговых почв Южного Казахстана дано теоретическое и экспериментальное обоснование хлопковых севооборотов с включением многолетних и однолетних кормовых культур, обеспечивающих рост урожайности хлопка-сырца, производство зимних и летних кормов для животноводства и улучшение почвенного плодородия; установлена высокая эффективность применения осенне-зимних профилактических поливов для снижения засоленности почвы и создания благоприятных условий для роста и развития возделываемых растений; изучены процессы формирования урожая хлопка-сырца и его качества, особенности фотосинтетической деятельности и фитосанитарного состояния посевов, динамики накопления вегетативной массы и генеративных органов растениями хлопчатника в зависимости от технологических приёмов его выращивания, структуры и чередования культур в севообороте; усовершенствована система основной разноглубинной обработки почвы, внесение минеральных и органических удобрений, обеспечивающих получение 3,5-4,0 т/га хлопка-сырца с высокими технологическими качествами и дана экономическая оценка технологических приёмов возделывания хлопчатника и хлопковых севооборотов.

Практическая значимость исследований. На основании многолетних ис-

следований производству рекомендован научно обоснованный десятипольный хлопковый севооборот, состоящий из шести полей хлопчатника, трёх полей люцерны и поля однолетних кормовых культур (озимый ячмень + пожнивно кукуруза на силос), обеспечивающий получение урожайности хлопка-сырца на уровне 3,5-4,0 т/га и производство летних и зимних кормов для животноводства с высокой энергетической и протеиновой питательностью. Даны рекомендации по поддержанию оптимального водно-солевого режима сероземно-луговых почв и благоприятного мелиоративного состояния орошаемых земель в системе хлопковых севооборотов в коллективных, крестьянско-фермерских и других хозяйствах, выращивающих хлопчатник и сопутствующие культуры хлопкового комплекса в орошаемых хлопкосеющих районах Южного Казахстана. Предложена усовершенствованная разноглубинная система основной обработки почвы под хлопчатник, дифференцированные нормы внесения минеральных и органических удобрений адаптированные к почвенно-климатическим условиям Голодной степи.

Результаты исследований внедрены в хлопкосеющих хозяйствах Махтааральского района Южно-Казахстанской области на площади 6000 гектаров с суммарным годовым экономическим эффектом 4288 тенге /га (857,6 руб. /га) (приложение 33 и 34).

Методология и методы исследований основаны на обзоре отечественной и иностранной научной литературы, проведении полевых опытов, наблюдений, лабораторных исследований, статистической обработке экспериментальных данных, анализа полученных результатов и их интерпретации. При проведении исследований применялись общепринятые методики и ГОСТы.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Мелиоративное состояние оросительной воды, глубина залегания грунтовых вод и солевой режим сероземно-луговой почвы хлопковых севооборотов под влиянием осенне-зимних профилактических поливов.

2. Научные принципы создания хлопковых севооборотов, обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев хлопка-сырца с высокими технологи-

ческими качествами, эффективную борьбу с сорняками и вертициллёзным вилтом, сохранение и повышение почвенного плодородия.

3. Биологические закономерности формирования урожая хлопчатника в зависимости от структуры и чередования культур в севообороте и технологических приёмов выращивания культуры.

4. Усовершенствованные технологические приёмы, оптимизирующие систему основной обработки почвы и минеральное питание растений хлопчатника путём дифференциации норм минеральных удобрений и периодического внесения навоза в хлопковых севооборотах.

5. Экономическая оценка технологических приёмов возделывания хлопчатника и хлопковых севооборотов с различным насыщением многолетними и однолетними кормовыми культурами.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается экспериментальными данными, полученными в многолетних полевых опытах и лабораторных анализах с использованием методов корреляционной и дисперсионной обработки результатов исследований и положительным эффектом внедрения в производство.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы изложены на международных научно-практических конференциях и симпозиумах по проблеме интенсификации производства хлопка-сырца, сохранения и повышения плодородия орошаемых земель (Бишкек, 2008; Алматы, 2009, 2010; Москва, 2012; Владикавказ, 2013; Барнаул, 2015; Уфа, 2016), республиканской межвузовской конференции в городе Душанбе (2010).

Результаты исследований ежегодно докладывались на научно-техническом совете Пахтааральской опытной станции (КазНИИ хлопководства) и кафедре агрономии Казахского национального аграрного университета (1992-2008 гг.) и одобрены научно-техническим советом областного управления сельского хозяйства Южно-Казахстанской области. Они демонстрировались на республиканских (Астана 2000, 2005, 2006, Алматы 2002 2008) и региональных (Шымкент 2000, 2005, 2010; КазНИИ хлопководства, 2013, 2015, 2017) выставках по развитию

хлопководства. Проведено 9 семинаров с руководителями и специалистами хлопкосеющих сельскохозяйственных предприятий Южно-Казахстанской области и Махтааральского района.

Публикации. Всего опубликовано 78 научных работ, в том числе по теме диссертации 41, из них 21 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 13 в ведущих научных журналах Республик Казахстан, Кыргызстан и Таджикистан.

Объём работы. Диссертация изложена на 296 страницах компьютерного текста, иллюстрирована 78 таблицами и 12 графиками и рисунками; состоит из введения, обзора литературы, трёх глав собственных исследований, заключений, предложений производству, списка литературы из 384 наименований, в том числе 52 иностранных авторов и 34 таблицы приложений.

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность коллективу ТОО «Казахский научно-исследовательский институт хлопководства» Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан за оказанную помощь при выполнении экспериментальных, полевых, лабораторных работ; доктору сельскохозяйственных наук, профессору Батьяеву Жану Якубовичу за помощь в подготовке и разработке методик и программ исследований, анализе полученных данных и публикации материалов, а также научному консультанту доктору сельскохозяйственных наук, профессору Дридигеру Виктору Корнеевичу за ценные научные консультации при подготовке и оформлении диссертационной работы.

1. РОЛЬ СЕВООБОРОТА И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

1.1. Роль севооборота в повышении урожайности сельскохозяйственных культур

По определению С.А. Воробьёва (1979) севооборотом называется научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени и размещении на полях. По мнению автора, добавление к данному определению мероприятий по повышению плодородия почвы, урожайности возделываемых культур, включая сюда обработку почвы, удобрения и другие агротехнические мероприятия приводит к снижению значимости или полной потере главного признака севооборота – чередование сельскохозяйственных культур.

Научному обоснованию севооборотов посвящены работы многих видных отечественных и зарубежных учёных (Либих Ю., 1936; Тэер А.Д., 1940; Вильямс В.Р., 1951; Прянишников Д.Н., 1965; Тулайков Н.М., 1963; Воробьев С.А., 1987 и др.). Все они считают, что севооборот является ведущим звеном систем земледелия, и ему принадлежит важнейшая роль в рациональном использовании земли, повышении плодородия почвы, культуры земледелия в целом, и на этой основе увеличении урожайности сельскохозяйственных культур.

Многочисленными исследованиями установлено, что научно обоснованное чередование культур в севообороте обеспечивает рост урожайности всех возделываемых в севообороте культур. По данным В.П. Нарциссова (1976), Г.И. Баздырева с коллегами (2002) урожайность озимой пшеницы в севообороте в 1,5-2,0 раза больше, чем в бессменном посеве. Аналогичное превышение урожайности в севообороте по сравнению с бессменным посевом наблюдается и с ячменём (Гончаров С.В. и др., 2014).

Особенно велика роль севооборота при возделывании подсолнечника, сахарной свёклы, озимого и ярового рапса, которые в бессменных посевах сильно поражаются болезнями и вредителями и резко снижают урожайность, а в годы с сильным развитием эпифитотий болезней урожая таких культур может не быть.

Поэтому подсолнечник, например, рекомендовано размещать в севообороте так, чтобы он на прежнее поле попадал не ранее, чем через 8-10 лет (Шмаков П.Ф., 2013), озимый и яровой рапс – не менее, чем через 4-6 лет (Федотов В.А., 2008).

К таким культурам относится и хлопчатник, который поражается вертициллезным вилтом и при сильном заболевании, что чаще всего наблюдается в бессменных посевах или при нарушении чередования культур в севообороте, сбор хлопка-сырца может снизиться до 50 %. При этом его качество и рыночная стоимость резко падают (Курбонов А.Е., Автономов В.А., Эгамбердиев Ш.Ш., 2016).

Исследованиями З.С. Турсунходжаева, А.С. Болкунова (1987) установлено, что урожайность хлопчатника в бессменном посеве составляла 3,1-3,2 т/га, тогда как в среднем за четыре ротации хлопково-люцернового севооборота получено 4,2-4,4 т/га, что на 1,1-1,2 т/га, или на 35,5-37,5 % больше.

Однако, при явном увеличении урожайности сельскохозяйственных культур в севообороте, в конце прошлого столетия среди учёных и практиков появилось мнение, что в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, появлением современных тракторов, почвообрабатывающих и посевных машин и орудий, возможностью внесения больших доз минеральных удобрений и применения эффективных средств химической защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, роль севооборота теряется и высокие урожаи возделываемых культур можно получать и при ежегодном возделывании на одном и том же поле наиболее выгодных в экономическом плане культур.

Но, по мнению академика РАН А.Н. Каштанова (2004), севооборот, кроме роста урожайности, интегрирует в себе землеустройство территории, структуру посевных площадей, подбор и рациональное размещение сельскохозяйственных культур на пашне, системы обработки почвы, удобрений, защиты растений, машин, меры по охране почв и окружающей среды, отражает специализацию и во многом определяет экономические результаты ведения земледелия, растениеводства и животноводства. То есть роль севооборота намного шире, чем рост урожайности возделываемых культур.

Другой острой проблемой, в связи с переходом Республики Казахстан на

рыночную экономику, стало появление «выгодных» и «не выгодных» с коммерческой точки зрения культур. Как следствие, «не выгодные» культуры стали удалять из севооборотов и вообще прекратили сеять, а площади посева «выгодных» существенно увеличились и они стали занимать большую площадь севооборотов, или возделываться в бессменных (монокультура) посевах.

По мнению В.М. Пенчукова с коллегами (2012) пересмотр севооборотов в отношении максимального их насыщения «выгодными» культурами, на которых специализируется хозяйство, и даже бессменное их выращивание создает известные трудности, которые заключаются в том, что большинство культур при насыщении ими севооборотов и при бессменном возделывании, вызывают почвоутомление, ухудшение фитосанитарного состояния и резкое снижение урожайности. Поэтому, делают заключение авторы, рационально построенные севообороты должны быть основой ресурсосберегающих технологий, на которые накладываются остальные элементы системы земледелия.

С другой стороны, в разряд «не выгодных» попадают культуры, играющие в севообороте важную агротехническую роль. Чаще всего это многолетние бобовые травы, включая люцерну, потребности в которой существенно уменьшились в связи с резким сокращением животноводства. Исключение из севооборотов люцерны, по мнению В.Н. Наумкина с коллегами (2005) и В.М. Передериевой с коллегами (2012), приводит к потере 300 кг/га биологического азота, который необходимо компенсировать внесением дорогостоящих минеральных удобрений, повышению засорённости полей, распространению вредителей и болезней. В итоге падает естественное и эффективное плодородие почвы и, как следствие, снижается урожайность и экономическая эффективность возделываемых культур.

Поэтому В.И. Савич с коллегами (2002), А.Л. Иванов (2008), А.В. Кислов и А.П. Долматов (2012) считают, что в современных условиях ведения сельскохозяйственного производства, при дефиците материальных, трудовых и энергетических ресурсов, развитие земледелия должно идти по пути дальнейшей его биологизации, в первую очередь за счёт построения севооборотов по экологическому принципу и максимального использования местных внутренних ресурсов органи-

ческих удобрений (навоза, соломы, сидератов), развития травосеяния с обязательным включением бобовых трав. При этом, по мнению В.И. Кирюшина (1996, 2000) и А.А. Жученко (2009), одной из главных функций севооборота было и остаётся поддержание и повышение плодородия почвы, реализация которой обеспечивается за счёт правильного подбора культур и оптимальной схемы их чередования.

Всё многообразие причин, обуславливающих благоприятное влияние севооборота на урожайность сельскохозяйственных культур Д.Н. Прянишников (1963) разделили на 4 группы: 1) причины химического порядка, относящиеся к питанию растений; 2) физические причины, вызывающие изменение важнейших свойств почвы; 3) биологические причины, заключающиеся в различных взаимоотношениях между возделываемыми растениями и другими организмами (микроорганизмы, сорные растения, вредители, болезни и др.) и 4) экономические причины, обусловленные затратами на производство и стоимостью произведённой продукции. О действии этих причин в отдельности и взаимодействии между собой в хлопковых севооборотах пойдёт речь в настоящей работе.

1.2. Севооборот и воспроизводство плодородия почв

Согласно ГОСТ 27593-88, плодородие почвы – это способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечить условия для их нормальной жизнедеятельности.

По мере развития учения о плодородии почв, менялись показатели, определяющие уровень почвенного плодородия. В.Р. Вильямс (1951), например, основным показателем уровня плодородия почвы считал её структурное состояние, а так как лучшую структуру почвы создают многолетние травы, то он ввёл их во все севообороты и предложил травопольную систему земледелия.

В настоящее время одним из основных показателей уровня плодородия почв является количество и качество в них органического вещества, или гумуса (Кидин В.В., 2008; Семёнов В.М., Когут Б.М., 2015). По мнению авторов, гумус является совокупным показателем плодородия и продуктивности почв, а для расширенного

воспроизводства плодородия, главным образом создания бездефицитного баланса гумуса, решающая роль принадлежит органическому веществу, его накоплению и рациональному использованию в почве.

Поэтому М.С. Сиухина, С.Н. Вязунов, (2012) и М. Таджиев (2016) считают, что особую актуальность для сохранения и повышения плодородия почв приобретает применение технологических, биологических, организационных и других приёмов и мероприятий, обеспечивающих увеличение, сохранение и бережное использование органического вещества почвы.

Одним из высокоэффективных средств повышения содержания органического вещества в почве и, как следствие увеличения роста урожайности возделываемых культур, является севооборот, и научно обоснованное чередование культур в нём (Мальцаев И.Г. и др., 2007; Никончик П.И., 2007; Каштанов А.Н., 2008).

Именно в севообороте одним из источников пополнения запасов органического вещества в почве являются корневые и пожнивные остатки возделываемых культур, которые служат энергетическим источником для почвенной микрофлоры (Ellmer F., Müller P., 1988; Hulugalle N.R., 2016). Причем тип и вид севооборотов, степень их интенсивности предполагают воспроизводство различного по объёму и биохимическому составу органического вещества, поступающего в почву и, как следствие, неодинаковые темпы гумификации (Hamuda G., Adams W.A., 1986; Kirchmann H., Bergqvist R., 1989).

Однако J. Bakht, M. Safi, M.T. Jan, Z. Shah et al (2009) считают, что возможности расширенного воспроизводства плодородия почв и существенного накопления гумуса за счёт возврата пожнивных остатков сельскохозяйственных культур в почву весьма ограничены. Этот ресурс оценивается и рассматривается ими в основном как средство поддержания и сохранения существующего уровня органического вещества в почве. Вместе с тем, экспериментами D. Powlson, P. Prookes, B. Christensen (1987); E. Bremer, H.H. Janzen, A.M. Johnston (1994) и N. Lupwayi, W. Rice, G. Clayton (1999), Ю.Ф. Курдюкова и др. (2012) установлено существенное влияние растительных остатков на содержание лабильных, легко разлагаемых органических веществ, повышающих уровень биологической активности, агрегирован-

ности и водопрочности почвенных агрегатов.

В этом отношении большую роль могут играть многолетние, особенно бобовые травы, развивающие мощную корневую систему, богатую биологическим азотом (Шпаков А.С., 2007). А.П. Авдеенко с коллегами (2005), Р.Т. Лолиашвили (2006) и В.И. Турусов с коллегами (2017) считают, что введение в севооборот бобовых трав обеспечивает бездефицитный баланс гумуса, тогда как без многолетних трав этого достичь за счёт внесения дополнительных доз минеральных удобрений очень трудно и обходится очень дорого.

Другими источниками пополнения органического вещества и гумуса в почве являются внесение навоза, применение на удобрение соломы зерновых культур и сидератов. Растительные остатки сидеральных растений, которые специально возделывают в севообороте в качестве промежуточных культур, пополняют запасы активного биологически трансформируемого почвенного органического вещества, с которым сопряжены краткосрочные круговороты углерода и азота, и, по мнению Т.Н. Anderson, К.Н. Domsch (1989); В.М. Семёнова с коллегами (2006); Л.И. Ермаковой и М.Н. Новикова (2012), выполняют ведущую роль в формировании эффективного плодородия почв.

Следует отметить, что повышение содержания органического вещества и гумуса в почве обеспечивает лучшие водно-физические свойства почвы, обеспеченность растений доступными элементами питания, что положительно сказывается на росте, развитии и урожайности возделываемых в севообороте культур.

Эффективное плодородие почвы находится в тесной органической связи с жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов, так как протекающие в почве процессы превращения веществ и накопления продуктов жизнедеятельности микроорганизмов отражаются на условиях роста и питания растений (Тейт Р.Ш., 1991).

В каждом типе почв с конкретными физико-химическими свойствами, развиваются группы микроорганизмов в определенном количестве, и устанавливается биологическое равновесие, характерное для данных условий и сезона (Антонова Т.Н. и др., 2005; С. А. Кочарли и др., 2015). При этом Ю.А. Духанин (2003) и

Н.М. Нурмухаметов с коллегами (2008) считают, что севооборот создает более благоприятные условия для развития почвенной прикорневой микрофлоры за счёт поступления в почву свежего органического вещества.

По наблюдениям В.А. Черникова с коллегами (2000) и V. Acosta-Martínez (2017), при возделывании сельскохозяйственных культур в бессменных посевах (монокультура), микробное разнообразие сокращается и выпадает звено, потребляющее продукты обмена, что приводит к нарушению процесса самоочищения почвы, известному под названием «почвоутомление».

В то же время, при взаимодействии различных растений с микроорганизмами происходит изменение уровня активных форм азота в растениях. При этом особую роль играет оксид азота (C. Scheer, P. R. Grace, D. W., 2013). Установлено, что он вовлечён во многие метаболические процессы в растениях, в частности играет важную роль в формировании корней (Yang G.Z., Tang H.Y., Nie Y.C., 2011; Rochester, I.J., 2011), адаптации к стрессовым воздействиям (Scheer, C., 2016), проявляет защитные реакции (Kawakami, E.M., 2012).

В Казахстане экологическое состояние почв и пути повышения их плодородия изучали А.Н. Иллялетдинов с коллегами (1996), Ж.Я. Батькаев (1997) А.К. Саданов, А.Б. Абжалелов (2002) и многие другие учёные. В условиях Голодной степи эти вопросы изучали М.М. Кононова (1951), И.А. Дорман (1958) и другие. По их мнению, для оценки баланса гумуса, охраны пахотных земель, оптимизации их плодородия необходимо осуществить постоянный контроль за интенсивностью потерь в пахотных почвах гумуса и связанных с ним элементов питания.

По содержанию гумуса сероземные почвы Голодной степи занимают одно из последних мест среди почв этого региона (Братчева М.И., Протасов П.В., 1974). Однако исследованиями СоюзНИХИ и других научных учреждений установлено, что орошаемые сероземы во всех зонах хлопкосеяния обладают высокой производительной способностью. При высоком уровне интенсификации сельского хозяйства – химизации, мелиорации и механизации – они способны давать высокий урожай хлопка и сопутствующих культур.

По мнению З.С. Турсунходжаева, А.С. Болкунова (1987) Р.С. Назарова,

Ш.И. Ибрагимова (1993) особое значение в повышении плодородия орошаемых земель, интенсификации хлопководства и других отраслей сельского хозяйства имеют хлопково-люцерновые севообороты, обеспечивающие все культуры лучшими условиями для роста и развития, сохранение и непрерывное повышение почвенного плодородия.

В этой связи К. Аметов (1994) рекомендует в хлопководческих хозяйствах, расположенных на подверженных засолению почвах низовьях Амударьи, в структуре посевных площадей иметь посевов хлопчатника 60-62 %. При таких схемах севооборотов (3:5; 1:3:1:2:1) обеспечиваются положительный баланс гумуса, раскисление почв и улучшается фитосанитарное состояние хлопковых полей, что напрямую сказывается на увеличении урожайности культуры. К такому же выводу пришли В.П. Дубоносов, А. Утабаев (1985) в своих исследованиях на луговых почвах Самаркандской области.

В исследованиях А.Н. Абалдова, А. А. Федотова (2008) на карбонатных черноземах Ставропольского края Российской Федерации наиболее стабильный и высокий доход совокупной продукции обеспечил севооборот с 50 % насыщением хлопчатника. Это позволило на 50-55 % увеличить сбор хлопка-сырца, а выход зерновой продукции снизить всего на 22-23 % (Абалдов А. Н., 2010).

Для повышения плодородия почвы и повышения урожайности хлопчатника R.A. Jong & R.F. Noft (1977) и С. Мукадимова с коллегами (1989) предлагают в хлопковые севообороты включать люцерну и промежуточные культуры. З.М. Жумабаев (1994) на незасоленных светлых серозёмах Андижанской области рекомендует осваивать расчленённые схемы хлопковых севооборотов с включением посевов однолетних кормовых и промежуточных культур. При этом осуществлять посев зернобобовых культур в сложных смесях (Хусаинов А.Х., 2002), чем обеспечивается получение разного по качеству корма (Trenbath V.R., 1977) и создаются благоприятные условия для функционирования бобово-ризобильного комплекса, поскольку корневые выделения злакового компонента оказывают стимулирующее воздействие на нитрогиназную активность клубеньковых бактерий (Азарова В.Б. (2001), Rochester I.J. 2011).

В США (штат Техас) увеличение урожая хлопка-сырца достигнуто при чередовании хлопчатника с суданской травой и зерновыми культурами (Hoffman A., Richter J., 1988). В Стоунвилле, штат Массачусетс хлопчатник, посеянный после сои, усваивал на 6% больше солнечного света и содержал на 13 % больше хлорофилла, чем бессменный посев этой культуры, что привело к росту урожайности и улучшению качества хлопка-сырца (Pettigrew, W.T., 2016).

Е.Б. Виноградова (1993) указывает на необходимость максимальной интенсификации кормовых полей хлопковых севооборотов. Для этого П.М. Бодров (1973) на серозёмах предлагает посев люцерны производить совместно с кукурузой, что увеличивает выход кормов с 1 га более, чем в два раза в сравнении с беспокровными посевами люцерны. В.Д. Муха с коллегами (2004), Гатаулина Г.Г. и др. (2007) рекомендуют в хлопково-люцерновых севооборотах применять посевы промежуточных культур: рожь, рапс, перко, горчица, горох, соя, и их использовать на корм скоту или запахивать в качестве зеленого удобрения на 5-й и 6-й год после распашки люцерны.

При введении в хлопково-люцерновые севообороты кормовых культур увеличивается также биологическая активность почвы, что оказывает положительное действие на её плодородие. В исследованиях М.А. Сагатовой (1981) на типичных сероземах Ташкентской области на второй и третий годы после распашки различных промежуточных кормовых культур наблюдалось увеличение общего количества микрофлоры от 1,7 до 6,6 млн. шт. на 1 г сухой почвы и повышение урожайности хлопка-сырца.

Исследования А.Л. Торопкиной (1971), показали, что в серозёмных почвах пустынной зоны Голодной степи насчитывается от 9,5 до 12,5 млн. шт. бактерий в 1 г почвы, что говорит довольно высокой микробиологической деятельности в этих почвах. Но она напрямую зависела от количества имеющегося в почве гумуса. Поэтому, делает заключение автор, стоит задача увеличения поступления органического вещества в почву хлопковых севооборотов.

Исследованиями Н.Н. Назирова (1984) Д.С. Саттарова (1988) и И. Умбетаева (2004) установлено, что уровень плодородия почвы оказывает влияние не толь-

ко на урожайность но и на технологические качества хлопкового волокна. Чем плодородие почвы выше, тем волокно тоньше, крепче и длиннее, тем оно ценнее, а вырабатываемые ткани из него имеют высокое качество. Такая закономерность наблюдается на орошаемых землях (Мадраимов У., 1996; Джумаев Ш.Б., 2017 и др.) и в неорошаемых условиях Астраханской области Российской Федерации (Григорьев С.В. и др., 2006; Токарева Н.Д., 2006; Токарева Н.Д., Шахмедова Г.С., 2008).

Таким образом содержание почвенного органического вещества и гумуса, следовательно, и плодородие почвы можно регулировать (Кислов А.В. и др., 2012; Ерёмин Д.И., 2016; Лошаков В.Г., 2018), и одним из эффективных приёмов его проведения является севооборот с правильным подбором культур и их научно обоснованным чередованием (Шпедт А.А., 2016; Шрамко Н.В., 2016; Коржов С.И. и др., 2017).

1.3. Фитосанитарная функция хлопково-люцернового севооборота

Большой ущерб земледелию наносят сорняки, вредители и болезни сельскохозяйственных культур. Засорённые и поражённые болезнями и вредителями посева снижают урожай, ухудшают его качество, увеличивают затраты и себестоимость продукции (Захаренко В.А., Захаренко А.В., 2000; Баздырев Г.И., 2004; Leon R.G., 2015). Поэтому при возделывании хлопчатника большое внимание следует уделять борьбе с вредными организмами.

В процессе эволюции сорняки хорошо адаптировались к произрастанию в посевах культурных растений. Исследования J. Wallinga, M. van Oijien (1997); Y. Fu, F. Hu, Y. Piao, H. Zhang (1998) и многих других авторов показали, что применение одного, даже самого эффективного технологического приёма, не обеспечивает очищение поля и почвы от сорняков. Большинство исследователей, занимающихся изучением проблемы борьбы с сорной растительностью, сходятся во мнении, что необходим комплексный метод борьбы с сорно-полевой растительностью (Баздырев Г. И., Зотов Л.И., Полин В.Д., 2004; Адиньяев Э.Д., Адаев Н.Л., 2006; Sosnoskie L.M., 2014).

Однако, при большом разнообразии способов борьбы с сорняками, Б.Г. Алеев (1989), Ш.У. Жарасов (1997), Y.P. Manko, I.V. Wessolovski, V.P. Gudzh (1996); S.E. Weaver, J.A. Ivany (1998) одним из самых эффективных приёмов считают севооборот с научно обоснованным чередованием культур.

Исследованиями Г.С. Груздева (1988), И.И. Либерштейна (1991), R.L. Zimdahl (1992) установлено, что в севообороте засоренность сельскохозяйственных культур снижается в сравнении с их бессменными посевами в 3-5 раз. Особенно эффективен севооборот в борьбе с наиболее опасными видами многолетних сорняков в посевах хлопчатника, о чем свидетельствуют данные, полученные Н. Уразматовым (1992) в полевом опыте на экспериментальной базе Ферганского филиала Узбекского НИИ хлопководства.

По сообщениям К.М. Пака (1975), С.С. Сайдумарова, А. Арипова, и Ф.М. Хасановой (1989) внедрение в хлопкосеющих районах Средней Азии и Казахстана севооборотов, наряду с повышением плодородия, существенно снизило засоренность не только хлопчатника, но и других культур севооборота.

Важную фитосанитарную роль севооборот играет в борьбе с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур. Этому способствует возделывание в севообороте культур разных видов и семейств, когда возбудитель болезни или вредитель, поражая одни растения, не может продолжить своё развитие на других, чем снижается их вредоносность (Воробьев С.А., Каштанов А.Н., Лыков А.М. Макаров И.П., 1991). Ещё более эффективным по мнению В.А. Чулкина с коллегами (2000) является введение в севообороты фитосанитарных культур, которые оздоравливают почву от вредных организмов, особенно возбудителей корневых гнилей. Наиболее эффективными в борьбе с возбудителями гельминтоспориозной корневой гнили являются яровой и озимый рапс (Артёмов И.В., Карпачёв В.В., 2005), соя и донник (Дридигер В.К., 2014), а от овсяной цистообразующей нематоды – многолетние бобовые травы.

Для оздоровления почвы от корневых гнилей Б.М. Халиковым (2007) на юге Узбекистана рекомендованы 3-х и 4-польные хлопковые севообороты с большим насыщением зерновыми культурами, высеваемыми в смеси с зернобобовыми. По

его данным такие севообороты обеспечивают прибавку урожая хлопка-сырца 10-15 %, зерновых и зернобобовых культур – 15-20 %.

А.Б. Мустафаев с коллегами (2007) свидетельствуют, что хлопково-люцерновые севообороты на староорошаемых землях юга Казахстана положительно влияют на снижение заболеваемости всеми формами бактериальной болезни – гоммозом хлопчатника. Этому, по мнению Р.К. Саттаровой, Р.Н. Маннанова (2006), Е.В. Ченикаловой, Р.С. Еременко (2006), способствует создание и внедрение в производство более вирулентных к этой болезни сортов хлопчатника, так как новые сорта более устойчивы к сосущим вредителям, являющимися переносчиками этой болезни.

В Пакистане, являющимся одним из самых больших производителей хлопка в мире, большую угрозу представляет болезнь хлопкового листа (CLCuV). В борьбе с ней используются передовые биотехнологии (маркерная селекция, генетическое сопротивление на основе RNAi и DNAi (Iqbal, M., 2014; Naqvi R.Z., 2017), но самым эффективным в борьбе с этим патогеном по мнению С.Е. Togbé (2015) является освоение хлопково-люцерновых севооборотов с введением в них зерновых и промежуточных фитосанитарных культур.

Наибольшую опасность для хлопчатника является поражение растений вертициллёзным вилтом, который распространён во всех районах хлопкосеяния. Названное заболевание чрезвычайно опасно, так как может привести к потере до 50 % урожая, а при сильном развитии болезнь может вызвать гибель растений. Возбудитель этой болезни находится в почве и поражает растения через малейшие повреждения корневой системы растений.

Для успешной борьбы с вилтом необходимо проведение целого комплекса организационных, агротехнических, химических и других мероприятий, но самым эффективным из них, по мнению Т.И. Яминова, К. Иванова (1988), И. Умбетаева, Х. Салиметова (2001), является возделывание хлопчатника в севообороте.

По данным М.Р. Юнусова, М. Курбанова (1970), введение в хлопковые севообороты таких однолетних кормовых культур как кукуруза, джугара, ячмень, вика, рожь приводит к снижению заболеваемости до 46 %. К такому же заключе-

нию пришли С.Х. Юлдашев (1975) и В.С. Ханкишев (1980), которые в разных зонах хлопкосеяния Узбекистана рекомендуют в хлопковых севооборотах увеличивать удельный вес кормовых культур. По данным исследований Т.А. Wheeler (2014), проведённым в южных высоких равнинах Техаса, включение в севооборот многолетних трав и бобовых культур снижает заболеваемость хлопчатника вилтом на 65-70 %. Это же подтверждают исследования Н. Уразматова (1992), где посев кукурузы на зерно и кукурузы в сочетании с горчицей, обеспечил снижение поражения хлопчатника этой болезнью и повышение урожая хлопка-сырца на 0,47-0,75 т/га.

Наряду с внедрением хлопковых севооборотов для борьбы с вилтом необходимо применять и агротехнические меры борьбы. Необходимо постоянно повышать плодородие почвы, так как при хорошем обеспечении почвы питательными элементами и гумусом возбудитель вилта погибает (J.J. Lang, 2012). Одностороннее внесение азота или фосфора приводит к росту заболевания хлопчатника вилтом, а оптимальное же соотношение минеральных удобрений – к его снижению (Закиров Т.С., 1989). По данным Е.Ш. Сафарова, Г.Г. Юзикаева (1972), увеличение количества поливов на почвах Голодной степи, подверженных засолению, повышает заболеваемость хлопчатника вилтом, а содержание почвы в оптимальной для растений влажности и снижение её засоленности приводит к уменьшению вредоносности болезни и росту урожайности хлопчатника.

Поэтому, с большой значимостью научного обоснования хлопковых севооборотов, обеспечивающих снижение поражения хлопчатника и других культур севооборота болезнями и вредителями, очень важно разработать агротехнические меры борьбы с ними, к которым относятся совершенствование способов основной обработки почвы, оптимизация минерального питания растений, разработка мероприятий по снижению засоленности почвы и регулирования режимов полива.

1.4. Основная обработка почвы в севообороте

Система основной обработки почвы является очень важным элементом системы земледелия. Обусловлено это тем, что целью механической обработки поч-

вы является создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений (Найденов А.С., 2011), она является важным фактором регулирования почвенного плодородия, в том числе содержания в ней гумуса (Ширинян М., Кильдюшкин В., 2008) и, наконец, она является самой затратной технологической операцией, на проведение которой расходуется до 50 % всех материально-технических и людских затрат (Пенчуков В.М. и др., 2012), что необходимо учитывать при ведении сельскохозяйственного производства в рыночных условиях.

По мнению Л.Н. Петровой (2008), выбор способов и глубины обработки почвы должен основываться на биологических критериях – требования растений к условиям почвенной среды, типа почвы и её водно-физических свойств и фитосанитарного состояния, особенности жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и др.

В условиях Северного Казахстана на черноземных и каштановых почвах с высоким содержанием гумуса, хорошими водными и физическими свойствами А.И. Бараев с коллегами (1975), М.И. Рубинштейн, А.И. Иорганский (1984) рекомендовали мелкие плоскорезные обработки на глубину 10-12 см. В исследованиях С.Б. Кененбаева с коллегами (2017) плоскорезная обработка светло-каштановой почвы на Юго-Востоке Казахстана обеспечила повышение содержания в почве гумуса и питательных веществ, улучшить её физические свойства и увеличить урожайность возделываемых культур по сравнению со вспашкой.

На орошаемых серозёмах Голодной степи лучшим способом основной обработки почвы является вспашка, которая, по мнению А.А. Автономова (1965), обеспечивает хорошее рыхление и проникновение поливной воды в более глубокие слои, создаёт необходимые условия для проведения посева, ухода за растениями в период их вегетации и уборки урожая.

Однако И.Н. Антипов-Каратаев (1958) и В.П. Кондратюк (1973) рекомендовали проведение вспашки на глубину 30 см, так как такая обработка обеспечивает равномерное крошение и перемешивание обрабатываемого слоя, способствует более ровному распределению растительных остатков в толще почвы, что благоприятствует развитию практически всех групп микроорганизмов. В то же время,

З.С. Турсунходжаев, О. Бекмурзаев (1981), С.С. Сайдумаров, Т.Т. Тураев и К.Д. Борсковая (1985) предлагают под хлопчатник пахать на глубину 40 см, обосновывая это тем, что при более мелкой вспашке в разрыхленную почву свободно поступает кислород воздуха, который способствуют бурной микробиологической деятельности и усилению минерализации (то есть преждевременной потере) гумуса. Вспашка же на рекомендованную глубину способствует сдерживанию процессов минерализации органических веществ и создает благоприятные условия для рационального использования плодородия почвы (Henriksen T.M., Breland T.A., 1999; Trinsoutrot I., Recous S. et al, 2000) , уменьшает засоренность посевов, а запашка растительных остатков приводит к гибели до 50 % зимующих вредителей (Locke M.A., 2015).

Таким образом, мнение всех исследователей, изучающих систему основной обработки почвы, совпадает в том, что под хлопчатник на серозёмных почвах Голодной степи необходимо проводить отвальную обработку, но по глубине её проведения единого мнения не сформировалось. В то же время, учитывая огромное значение основной обработки почвы под хлопчатник, имеется необходимость проведения дополнительных исследований по оптимизации проведения этой технологической операции.

1.5. Влияние удобрений на урожайность культур хлопкового комплекса

Хлопчатник очень требователен к минеральному питанию растений, так как на формирование 1 т хлопка-сырца он расходует 48-50 кг азота, 14-18 кг фосфора и 45-50 кг калия (Кудрин С.А., 1958). Поэтому получить высокий урожай этой культуры без внесения удобрений весьма проблематично.

В то же время, характерной особенностью сероземов Голодной степи является бедность их азотом и быстрая истощаемость другими элементами питания при возделывании полевых культур без применения удобрений. Особенно это относится к орошаемым почвам, где азот находится в первом минимуме. Поэтому при возделывании хлопчатника на орошаемых сероземах наблюдается острая необходимость внесения довольно больших доз азотных удобрений.

В исследованиях Ж.Я. Батъкаева (1978) наибольшая урожайность хлопчатника получена при внесении 300 и 350 кг/га д.в. азотных удобрений. Эта доза приводила к увеличению вегетационного периода, что затрудняло уборку урожая, но снижение нормы азота приводило к достоверному снижению урожайности культуры. Аналогичные результаты получены К. Ганиевым, С.Р. Сангиновым (2016) в условиях староорошаемых почв Вахшской долины Таджикистана, Н.Я. Сейидалиевым (2010-1, 2010-2) в Гянджа-Казахской зоне Азербайджана.

S.A. Kazemeini (2016) также на орошаемых землях южной части Ирана (провинция Фарс, хлопкосеющая зона Дараб) рекомендовал внесение 300 кг/га д.в. азота, которая обеспечила получение самой высокой урожайности хлопко-сырца – 2,4-2,7 т/га, что на 35 % больше по сравнению с внесением 150 кг/га азота.

Значительно меньшую дозу азотных удобрений требуется хлопчатнику при посеве на неорошаемых землях. Исследованиями Н.Д. Токаревой (2011, 2013) установлено, что в условиях Астраханской области оптимальной дозой внесения азотных удобрений под хлопчатник является 100 кг/га д.в. при их внесении при посеве и в подкормку.

Однако высокие нормы азотных удобрений в условиях орошения могут вызвать избыточное их накопление в почве, проникновение в грунтовые воды, что становится опасным для окружающей флоры и фауны. Чтобы уменьшить опасность загрязнения окружающей среды азотными удобрениями Ж.Я. Батъкаев (2000) предложил уменьшить дозу азотных удобрений до 150-200 кг/га, но при этом внести 20 т/га навоза.

Аналогичные рекомендации по сочетанию органических и минеральных удобрений высказали Д.А. Кореньков (1999) и Э.А. Муравин (2003), в опытах которых внесение половинных доз органических и азотных удобрений повышало урожайность возделываемых культур на 20-60 %, по сравнению с отдельным внесением полных норм этих удобрений.

Роль фосфора в питании хлопчатника известна. При этом эффективность фосфорных удобрений во многом зависит от обеспеченности растений азотом.

Поэтому Н.В. Войтович, Б.А. Сушеница, В.Н. Капранов (2005); Н.Д. Токарев, Ю.И. Дедов, И.Ш. Шахмедов (2012) рекомендуют фосфорные удобрения вносить в сочетании с азотными, что ускоряет развитие растений, повышает урожайность культуры, увеличивает выход до морозных сборов, улучшает качество продукции.

По мнению Б.А. Сушеницы (1985) соотношение азота к фосфору в почвенном растворе должно быть 1:0,5. В его опытах увеличение количества фосфора без изменения дозы азота, или наоборот, вело к снижению эффективности вносимых в почву фосфатов, как следствие, падению урожайности хлопка-сырца. В то же время в исследованиях Ж.Я. Батъкаева, А.Б. Мустафаева, И. Умбетаева (1993) оптимальным было соотношение азота к фосфору 1:1,3-1,5.

Высокая эффективность совместного внесения азота и фосфора получена в длительных опытах G. Panayotova (2004, 2008, 2009, 2010) на выщелоченных слитых черноземах Болгарии, где в звене севооборота хлопчатник – твёрдая пшеница урожайность пшеницы увеличивалась на 78 %, хлопка-сырца на 26 % в сравнении с не удобренным вариантом.

По мнению К.М. Мирзажонова, Р.У. Рахмонова (2016) доза внесения фосфорных удобрений во многом зависит и от содержания подвижного фосфора в почве. В опытах Б.А. Сушеницы (2007), проведённых в хлопкосеющих районах Республики Таджикистан установлено, что на почвах с низкой обеспеченностью подвижным фосфором (до 15 мг/кг) наибольшую урожайность хлопка-сырца на фоне 180 кг/га д.в. азота обеспечивает внесение 150-180 кг P_2O_5 /га. На почвах с содержанием 16-30 и 31-45 мг/кг подвижного фосфора лучшая эффективность была от доз 80-120 кг P_2O_5 /га, а на высоко обеспеченных фосфором (46-60 мг/кг и выше) почвах фосфорные удобрения прибавки урожая не давали.

По отношению внесения под хлопчатник калия, который участвует в многочисленных физиологических процессах, связанных со здоровьем растений и устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам (Oosterhuis, D.M., 2013), до настоящего времени нет единого мнения.

Одни исследователи (Братчева М.И., Протасов П.В., 1974; Сушеница Б.А., 1985) считают, что на почвах, высоко обеспеченных подвижным калием, приме-

нение калийных удобрений, не целесообразно. Другие (Садыкова К.А. с коллегами, 2005; Исмаилов Ж.И., Тиллабеков Б.А., 2016) считают внесение калия обязательным, мотивируя это увеличением урожайности хлопчатника и других культур, что по их мнению приводит к снижению содержания подвижного калия в почвах и, как следствие, падению урожайности хлопчатника.

К.А. Асанов, Н.Ф. Уханов (1984) рекомендуют калийные удобрения вносить на легких по гранулометрическому составу почвах после распашки люцерны (по пласту и обороту пласта) и при планируемой урожайности хлопка-сырца 3,0-3,5 т/га и выше.

На основании многолетних исследований Х.Д. Джуманкулов (1990) рекомендовал дифференцированное применение калийных удобрений в зависимости от содержания подвижного калия в почве. При низкой обеспеченности (100-200 мг/кг) нормы калия должны составлять 75 кг K_2O /га, при средней обеспеченности (200-300 мг/кг) – 50 кг K_2O /га. На почвах, высокообеспеченных подвижным калием, применение калийных удобрений, по его мнению, не целесообразно.

Многими исследователями (Реимов Н.Б., 1993, Перельман А.И., Касимов Н.С., 1999; Сычѐв В.Г., Минеев В.Г., 2011; Ниязалиев Б.И., 2016) установлено, что на бедных органическим веществом и гумусом почвах, к которым относятся и серозѐмы Голодной степи, высокую эффективность обеспечивает внесение навоза, который активизирует деятельность полезных почвенных микроорганизмов, способствует, улучшению агрофизических свойств староорошаемых серозѐмов, усиливает процессы нитрификации.

В опытах К.М. Мирзажонова, Ш.Э. Ахмедова (2016) в условиях спланированных бугристо-барханистых песков Центральной Ферганы наиболее эффективным было внесение органических удобрений под четвертый год возделывания хлопчатника после распашки люцерны в дозе 40-60 т/га.

В многолетнем полевом опыте, проведенном М.А. Сорокиным, Н. Сафиуллиным (1981) на луговых почвах Наманганской области, также наиболее эффективным средством улучшения плодородия почвы и повышения урожайности хлопка-сырца на 0,44 т/га было внесение 30-40 т/га навоза через три года возде-

ливания хлопчатника после распашки люцерны.

По данным Р.Ш. Телляева (1989), запашка 40 т/га навоза значительно улучшило агрохимические показатели типичного серозема, активизировалась жизнедеятельность микрофлоры, подавлялись возбудители вилта, что способствовало повышению плодородия почвы и росту урожайности хлопчатника.

Высокую эффективность внесения навоза в улучшении почвенного плодородия, повышении урожайности возделываемых культур, в том числе и хлопчатника наблюдали Г.А. Асланов, Г.Х. Новрузова (2017) в западной зоне Азербайджана, А.М. Гусейнов с коллегами (2017) в Гянджа-Казахской зоне Азербайджанской Республики. При этом оптимальная доза внесения навоза находилась в пределах от 30 до 60 т/га.

Положительное действие навоза установлена J. Lofton (2014) на северо-востоке штата Луизиана J.D. López Martínez (2014) в регионе Лагуна, расположенном в штатах Дуранго и Коауила, являющимся основным регионом производства хлопка в Мексике, где наиболее эффективными дозами внесения навоза является 80 т/га.

Таким образом, по результатам обзора литературы можно заключить, что оптимальная доза внесения навоза в хлопкосоющих районах Средней Азии находится в пределах от 30 до 60 т/га, тогда как до настоящего времени нет единого мнения по дозам, срокам и времени внесения азотных, фосфорных, и калийных удобрений. При этом эффективность действия удобрений зависит от многих сопутствующих факторов: почвенно-климатических условий, агрохимических показателей и гранулометрического состава почвы; биологических особенностей возделываемых культур; технологических приёмов возделывания, что необходимо учитывать при внесении органических и минеральных удобрений.

1.6. Мелиоративные мероприятия как фактор повышения урожайности хлопчатника и улучшения экологии пахотных земель

Повышение урожайности орошаемых культур, рациональное использование удобрений, водных, земельных, энергетических и других ресурсов и улучшение

плодородия почв связано с совершенствованием технологии орошения и использования мелиорированных земель, основанной на сохранении благоприятной эколого-мелиоративной обстановки территорий и охране окружающей среды (Зимовец Б.А., 1991; Айдаров И.П., 1995; Zhang D.M., 2012). Характер изменения водно-солевого режима зависит от свойств почв и подстилающих пород, уровня грунтовых вод, состава возделываемых культур, поливного режима, агротехники и других факторов (Бехбудов А.К., Джафаров Х.Ф., 1980).

Солевой режим орошаемых почв, подверженных процессам сезонного засоления и рассоления, состоит из множества циклов попеременного изменения направления движений солевых токов, накопления и выноса солей из почвы, поэтому И.П. Айдаров (1985) и Н.Г. Минашина (2004) рассматривают солевой режим почвы как динамическое равновесие этих процессов.

В.М. Боровский (1982) считает, что солевой режим орошаемых сероземов Голодной степи определяется режимом грунтовых вод, степенью их минерализации, наличием водорастворимых 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 водно-солевой режим почвы изменяется.

В связи с усилением процесса засоления почв особое внимание следует обратить на химический состав и засоленность используемой для орошения воды, что обусловлено повсеместным уменьшением водности рек, используемых для орошения и повышения минерализации воды в них. М.П. Толстой (1978) указывает, что сток реки Сырдарьи на тот период уменьшился почти в 3 раза с 34 до 12 м³/год. Сильно изменился и химический состав воды рек. Если раньше минерализация рек Амударьи, Сырдарьи, Чирчика характеризовалась присутствием углекислых и сернокислых солей, сухой остаток был равен 200-300 мг/л (Кочетов Л.М., Андреев И.П., Бутыгина Э.Б., 1975), то в 1985-1990 годах на отдельных участках он достиг 800 мг/л и даже 1,0-1,2 г/л (Безднина С.Я., 1990).

По сообщению Н.М. Решеткиной, Х.И. Якубова (1978), для предотвращения вторичного засоления почв в хозяйствах Голодной степи стали широко применять

профилактические промывные поливы для чего построены вертикальные дренажные сети глубиной 70-80 м. За счёт их работы каждые сутки из почвы за пределы территории хозяйств удалялось до 1500 тонн вредных солей. Применение осенне-зимних поливов в сочетании с работой вертикальных дрен значительно улучшило мелиоративное состояние орошаемых земель, которые до строительства дренажа давали очень низкие урожаи хлопчатника и других культур.

Появившаяся возможность снижения засоления почв позволило применять для полива минерализованные дренажные воды. М.Я. Искендеровым (2012), С.Т. Гасановым, М.Я. Искендеровым (2016) представлены результаты производственных опытов о возможности использования минерализованных дренажных вод для орошения хлопчатника на опресненных интенсивно дренируемых землях Северной Мугани в Азербайджане. В то же время, по сообщению М. Devkota (2015), А.А.Р. da Silva (2017) и Т. Feike (2017), высокая степень минерализации поливных вод приводит к преждевременному опадению всех плодоземельных хлопчатника и снижает качества волокна.

Эффективным способом снижения содержания токсичных солей в почве является посев солеустойчивых культур – фитомелиорантов. По наблюдениям Н.Ф. Беспалова (1976) процессы соленакопления на полях, занятых люцерной, при достаточной норме орошения протекают в несколько раз медленнее, чем на хлопчатнике и не достигают пределов, вредных для растений. А. Рамазанов, К. Калымбетов (1975) и О. Артыков (1980) в качестве фитомелиорантов предложили использовать суданскую траву, подсолнечник, озимый ячмень, озимую рожь, просо и другие солеустойчивые однолетние кормовые культуры, которые могут нормально развиваться при содержании хлор-иона в почве 0,08 %.

С целью дальнейшего рассоления и повышения плодородия гипсоносных почв Голодной степи после капитальной промывки А.В. Шуравилин (1989) рекомендует в первый и второй годы сеять подсолнечник, сорго и кукурузу, которые на фоне влагозарядково-промывного полива и при соблюдении промывного режима орошения обеспечивают получение высокого урожая вегетативной массы.

На землях, засоленных в различной степени, неблагополучных в мелиора-

тивном отношении, А.С. Болкунов (1989) рекомендует вводить севообороты с хлопковостью 60-66 % по схемам: 3:4:1:2, 3:4, 3:5 и 3:6. На трудно мелиорируемых, сильнозасоленных землях выделять одно мелиоративное поле, и вводить севообороты по схемам: 1:3:5 и 1:3:6.

На трудномелиорируемых засоленных почвах низовьях Амударьи У.Е. Исмаилов (1995) рекомендует на мелиоративном поле размещать зерновые культуры, после уборки которых проводят планировку, глубокое рыхление, внесение навоза и промывку, а затем сев хлопчатника.

На солончаках, которые невозможно промыть до требуемого предела, И.К. Киселева, Э.А. Лифшиц (1970) считают целесообразным возделывать подсолнечник и сорго с целью дальнейшего опреснения почв. На засоленных гипсоносных почвах Голодной степи, как указывают А.Н. Морозов, Г.Г. Решетов (1980), закрепление эффекта промывок и последующее рассоление в вегетационный период происходит активно при возделывании кукурузы, сорго и подсолнечника.

Однако вынос солей из засоленной почвы с помощью фитомелиорантов – не единственный способ уменьшения токсичных солей в почве. Этому в значительной степени способствуют правильное применение орошения, особенно частота и нормы вегетационных поливов, с которыми связаны глубина увлажнения и допустимый предел предполивного иссушения почвы, глубина расположения и степень минерализации грунтовых вод (Шамсутдинов З.Ш., 1996).

В целом в хлопкосоющих районах юга Казахстана и Узбекистана по мнению О. Рахматова, Х. Шахимарданова (1981) и И.В. Массино (1984) возможно круглогодичное использование орошаемого гектара и получать более 5000 кормовых единиц с 1 гектара. К такому же выводу пришли И.В. Массино, Н.Л. Морозов, А.С. Халиков (1987), проведя исследования на орошаемых типичных сероземах Ташкентской области.

В условиях возможной минерализации поливной воды и засоления почв, очень важно разработать правильный режим орошения главной культуры орошаемых земель – хлопчатника. С.Н. Рыжовым, Н.Ф. Беспаловым (1980) установлено, что в Узбекистане режим орошения хлопчатника при различных почвенно-

климатических условиях на почвах с различным гранулометрическим составом и засолением обуславливает самый высокий предел влажности почвы – 70 % от НВ.

В условиях Туркменистана на легких супесчаных засоленных сероземных почвах высокий урожай хлопка-сырца обеспечивается при влажности 70-75 % от НВ. Поэтому С.А. Гильдиев (1970) на этих почвах рекомендует поливать хлопчатник через 10-12, 16-18 дней. Но эти даты приблизительны, так как срок полива зависит также от возраста хлопчатника, температуры воздуха и глубины залегания грунтовых вод. Например, в условиях Туркмении для получения высоких урожаев хлопка-сырца на почвах с близким залеганием уровня грунтовых вод требуется 4800 м³/га, а с глубоким – 8600 м³/га поливной воды.

В условиях староорошаемой зоны Голодной степи наиболее благоприятным и оптимальным В.А. Автономов (1991) и И.К. Мороз (1993) считают режим орошения хлопчатника по схеме 80-80-60 % от ППВ, а по пласту и обороту пласта люцерны 90-80-60% от ППВ. Такой режим орошения обеспечивает высокий и качественный урожай хлопка и наибольший экономический эффект, несмотря на дополнительные затраты по проведению поливов и уборку дополнительного урожая хлопка.

По мнению Б.Ш. Матякубова (1995), хлопчатник больше требует воды во время цветения и плодообразования, поэтому они рекомендуют скороспелые сорта хлопчатника во время цветения и плодообразования поливать чаще, чтобы влажность почвы поддерживать на оптимальном уровне: 70-70-60 % от НВ. При этом следует учитывать, что период бутонизации и цветения теснейшим образом связан с содержанием влаги в почве. Исследованиями Y.N. Kang (2012), Y.J. Shen (2013), H. Zhang (2017) установлено, что увеличение влажности почвы приводит к задержке бутонизации и цветения хлопчатника, а недостаток влаги в почве приводит к опадению плодоземных элементов нижних ярусов растений. В то же время излишние поливы приводят к резкому снижению урожайности хлопчатника (С. Мирахмедова, Х. Джаббарова, Т. Ходжаева, 1981). Поэтому поддержание оптимального водного режима почв с учетом фаз роста и развития хлопчатника является основным фактором получения высоких урожаев хлопка-сырца с хорошими тех-

нологическими качествами.

Таким образом, многолетними исследованиями доказана необходимость севооборота даже в условиях высокоинтенсивного земледелия и неприемлемость бессменных посевов. Однако вопросы поддержания благоприятного мелиоративного состояния орошаемых земель требует детального изучения. Остаются слабо разработанными вопросы интенсификации хлопковых севооборотов, особенно применительно к условиям серозёмно-луговых почв староорошаемой зоны Голодной степи. Не определена оптимальная схема севооборота, обеспечивающая максимальное производство хлопка и других культур хлопкового комплекса с единицы орошаемой площади, при одновременном расширенном воспроизводстве почвенного плодородия в сохранении и улучшении экологического равновесия окружающей среды. Необходимо в каждом хозяйстве найти оптимальные пропорции между площадью посевов основной и дополняющих культур, которые обеспечат успешное развитие специализированного хозяйства. Это послужило основанием для постановки и проведения специальных исследований в многолетних стационарных полевых опытах по изучению сравнительной продуктивности различных схем хлопковых севооборотов в условиях староорошаемых подверженных засолению серозёмно-луговых почв Южного Казахстана.

Кроме того, очень важным является совершенствование технологических приёмов возделывания основной культуры орошаемых земель Голодной степи – хлопчатника, основными из которых являются система основной обработки почвы и научно обоснованные нормы внесения минеральных и органических удобрений.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Климатическая характеристика места проведения исследований

Полевые исследования проводили в 1992-2008 гг. на опытных полях Пахтааральской опытной станции хлопководства (ныне Казахский НИИ хлопководства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан), расположенной на территории совхоза «Пахтаарал» Махтааральского района Южно-Казахстанской области Республики Казахстан. Географически этот район расположен в северо-восточной части Голодной степи – на левом берегу реки Сырдарьи между 40 и 41 градусами северной широты и 37-39 градусами восточной долготы.

Район исследований, и в целом Голодная степь относится к зоне эфемерных полупустынь, отличительным признаком климата которых является повышенные термические ресурсы при значительных амплитудах температуры воздуха как в суточном, так и в годовом цикле. Климат здесь резко континентальный, характеризующийся крайней засушливостью и очень большим количеством солнечного тепла. Прямая солнечная радиация может достигать 100 ккал/см^2 в год. Только за апрель-октябрь радиационный баланс равен 43 ккал/см^2 (Рафиков А.А., 1976).

По данным Пахтааральской агрометеорологической станции средняя годовая температура воздуха составляет $+ 12,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Сумма среднесуточных положительных температур воздуха составляет от 4050 до 4250 $^\circ\text{C}$. Однако по многолетним наблюдениям температура воздуха в самые холодные зимы опускается доминус $32 \text{ }^\circ\text{C}$ мороза, а в самое жаркое время лета в тени поднимается до $+ 42-45 \text{ }^\circ\text{C}$.

Продолжительность безморозного периода составляет 194 дня (с 15 апреля по 25 октября), что позволяет в условиях орошения получать два урожая кормовых культур в год. Последний весенний заморозок приходится на вторую декаду апреля, а первый осенний заморозок – на третью декаду октября.

Среднемноголетняя годовая сумма осадков составляет 262 мм. Характерно крайне неравномерное их распределение по сезонам года. Наибольшее количество выпадает весной и зимой – 41,4 и 37,2 %, наименьшее летом – 3,8 %. В отдельные годы в летний период осадки отсутствуют. На осень приходится 17,6 % от годо-

вой нормы осадков (Айзенштат Б.А., Балашева Е.Н., Житомирская О.М., 1958). Преобладающая часть атмосферных осадков выпадает в виде дождя. Снежный покров неустойчив, варьирует от 10 до 35 см и может сохраняться до 43 дней.

Зима короткая, неустойчивая и относительно холодная. Средняя температура воздуха января составляет минус 3,4 °С. Период со среднесуточной температурой воздуха ниже 0 °С составляет 45-65 дней. Глубина промерзания почвы – 20 см, но в холодные зимы отмечается промерзание до 60 см. Относительная влажность воздуха в зимние месяцы составляет 81 %.

Весна непродолжительная, характеризуется интенсивным ростом температуры воздуха и максимальным выпадением осадков. Устойчивые среднесуточные температуры воздуха выше 0 °С устанавливаются, как правило, в середине февраля. Однако колебания могут составлять 15-25 дней в ту или другую сторону. Иногда наступление весны отмечается в конце марта или затягивается до последних чисел апреля. Средняя температура воздуха за весенний период составляет + 14 °С, с колебаниями от + 12 до + 20 °С. Среднемесячная температура в апреле + 15,1 °С. Относительная влажность воздуха – 60 %, в мае она снижается до 50 %.

Лето сухое и жаркое с устойчивой среднесуточной температурой воздуха + 25,1 °С, но в отдельные дни может даже в тени достигать + 45 °С. Атмосферные осадки практически отсутствуют. Средняя температура воздуха в июле составляет + 26,0 °С, а среднемесячная относительная влажность воздуха в июне-июле снижается до 46-47 %, но может понизиться и до 26 %. В этот период господствуют ветры северного и северо-западного направлений. Термические ресурсы лета составляют 80-85 % от среднегодового показателя.

Осень теплая, со средней температурой воздуха + 11,7 °С. Первые осенние заморозки, прекращающие вегетацию хлопчатника, наступают в начале или середине октября. Среднемесячная температура воздуха составляет + 18,5 °С, в ноябре она резко снижается до + 4,6-5,1 °С. Относительная влажность воздуха в сентябре составляет 56 %, к ноябрю возрастает до 74 %.

Зимне-весенний период максимально обеспечивает частичное вымывание вредных для растений солей из пахотного слоя почвы, что создает в почве запас

влаги, а на участках с близким залеганием опресненных или слабо минерализованных грунтовых вод способствует увеличению мощности опресненного верхнего слоя грунтовых вод – «пресной подушки», создаваемого осенне-зимними промывными поливами на фоне дренажа. Однако, в некоторые годы, когда максимум осадков приходится на апрель-май, затрудняются своевременная обработка почвы и посев хлопчатника. Результаты исследований Н.Ф. Беспалова (1971), проведенных на Пахтааральской опытной станции хлопководства в лизиметрах с насыпным грунтом, показали, что фильтрация атмосферных осадков составляет при уровне грунтовых вод 1 м – 34,5 %, при 2 м – 13,7 %, а при 3 м – 1,7 % от суммы осадков.

В Голодной степи ветровая деятельность выражена слабо. Ветры преимущественно северо-западные со средней скоростью 1,9 м/сек. Со стороны пустыни Кызыл-Кум иногда дуют сухие горячие ветры. Для защиты от них создана система лесных полос, которые защищают хлопчатник и другие посевы от суховеев, смягчают действие сухих ветров и ослабляют их скорость, способствуют сохранению влаги в почве, снижают температуру почвы и воздуха, уменьшают расход воды на транспирацию и испарение.

Значения радиационного индекса сухости за период вегетации изменяются от 10,3 до 5,8, что указывает на острую засушливость рассматриваемой территории. Гидротермический коэффициент (ГТК) составляет 0,22-0,48. Годовой показатель влагообеспеченности (по Иванову) равен 0,12-0,22, а за апрель-сентябрь месяцы – 0,02-0,10, то есть территория относится к зоне полупустынь. Коэффициент аридности (по Эмбергеру) по территории колеблется от 19 до 39. По этому показателю северо-восточные и центральные районы относятся к полуаридной зоне, южные – к полупустынной.

Недостаток насыщения почвы влагой достигает наибольшей величины в июле. Совпадая с периодом максимальных температур воздуха, значительная её величина способствует усилению процесса испарения влаги из почвы. Температура почвы на глубине 60 см в этот период достигает + 25 °С. В сентябре средняя температура двухметрового слоя почвы составляет + 22 °С. Наиболее низкая температура метрового слоя почвы отмечается в декабре и январе, наибольшая – в

июле и августе, а в ноябре и марте она примерно одинаковая.

Для территории совхоза «Пахтаарал» (место проведения исследований) характерным является высокая испаряемость с открытой водной поверхности, достигающая в отдельные годы 2000 мм, и испарение из почво-грунтовой толщи, что очень сильно сказывается на относительной влажности воздуха. Среднегодовая испаряемость (по Иванову) в условиях хозяйства составляет 960-1460 мм в год, а за апрель-сентябрь – 800-1200 мм. На вегетационный период приходится около 88% от величины испаряемости за год.

Однако следует подчеркнуть, что соотношение между величиной испаряемости и водопотреблением растений варьирует в очень широких пределах, в зависимости от плодородия почвы, уровня залегания и степени минерализации грунтовых вод, применяемой агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, геоморфологических и гидрогеологических условий конкретного орошаемого поля и многих других факторов.

Таким образом, малая облачность, обилие солнечного света, характер распределения осадков по сезонам года и тепловой режим на фоне орошения создают благоприятные условия для произрастания хлопчатника, люцерны, гороха и других культур.

2.2. Почвы зоны и опытного участка

В Голодной степи почвообразование протекало на фоне полупустынного климата с формированием серозёмов различной степени гидроморфизма: светлых серозёмов, серозёмно-луговых, серозёмно-солончаковых, луговых и лугово-солончаковых почв. Наибольший удельный вес в почвенном покрове региона занимают серозёмно-луговые почвы, развивающиеся в мезоавтоморфном и мезогидроморфном мелиоративных режимах. По данным М.А.Панкова (1957) они занимают 76,2 % всей орошаемой пашни Голодной степи.

Серозёмно-луговые почвы сформировались на лессовидных суглинках мощностью до 23-30 м, которые подстилаются неоднородной толщей песков с прослоями гравия, галечника, суглинков и глин различной мощности. В отличие

от светлых серозёмов в серозёмно-луговых орошаемых почвах сохранились признаки олуговения, для которых свойственно наличие сизоватых, ржаво-охристых пятен гидроокиси железа, что свидетельствует о наличии окислительно-восстановительных процессов.

По гранулометрическому составу эти почвы являются среднесуглинистыми, содержащие в верхнем горизонте (0-30 см) 30-40 % физической глины. На фракции пыли размером 0,005-0,001 мм приходится до 60 %. Содержание фракции менее 0,01 мм составляет в верхнем слое 30-32 %, в средней части профиля наблюдается оглинение, которое выражается в утяжелении гранулометрического состава в результате вымывания коллоидных частиц (Беспалов Н.Ф., 1957).

Серозёмно-луговая почва характеризуется средней водопроницаемостью и удовлетворительной влагоемкостью. Почвогрунты имеют высокую водоподъемную способность – 2,5-4,5 м, плотность (объемную массу) – 1,39-1,58 г/см³, плотность твердой фазы почвы – 2,63-2,71 г/см³, порозность – 42-48 %.

В пахотном слое такой почвы содержится около 1 % гумуса, иногда его содержание увеличивается до 1,3 %. Валового фосфора в серозёмно-луговых почвах находится в пределах от 0,138 до 0,169 %. Они средне и высоко обеспечены подвижными фосфатами: от 27 до 106 мг/кг почвы (по Б.П. Мачигину). Запасы общего азота в верхнем горизонте варьирует от 0,061 до 0,084 %, постепенно уменьшаясь вниз по профилю. Обеспеченность подвижным калием высокая – 196-690 мг/кг почвы.

Этот подтип серозёмных почв также обладает высокой карбонатностью (6,27-6,77 %). По профилю они распределены равномерно, но с некоторым увеличением в нижней части профиля. Почвенный поглощающий комплекс насыщен катионами Ca⁺² и Mg⁺². Обменные натрий и калий обнаруживаются в незначительных количествах. Почвы не засолены и слабо засолены, величина плотного остатка по профилю 0,16-0,38 %. Грунтовые воды залегают на глубине 2,5-4,5 м, водный режим ирригационно-промывного типа.

Почва опытного участка серозёмно-луговая малогумусная среднесуглинистая слабозасоленная перед промывкой. Она орошается с 1927 года – 65 лет к началу про-

ведения полевых опытов в 1992 году. В почвенном профиле такой почвы выделяются 3 генетических горизонта – гумусовый, карбонатный и подпочвенный, что хорошо прослеживается из описания морфологического строения почвенного разреза, заложенного на опытном участке перед закладкой опыта.

Морфологическое описание почвы опытного участка перед
закладкой опытов, 1992 г.

Горизонт	Глубина, см	Описание горизонта
A ₁	0-39	пахотный, гумусовый, темно-серого цвета; с 9 см влажный, выше сухой, в нижней части встречаются отдельные незначительные остатки полусгнившей гузапаи, по всему профилю на подсохшей стенке видны белесоватые выцветы солей в виде легкой присыпки, резко пористый, корешковатый, мелкозернистой структуры.
A ₂	39-45	подпахотный, гумусовый, темно-серый, влажный, среднесуглинистый, как и в верхнем слое, отдельные остатки полусгнившей гузапаи, редкие выцветы карбонатов, плотноватый, ореховато-призматической структуры, корешковатый, мелкопористый.
B ₁	45-70	карбонатный, светло-палевого цвета, влажный, с максимальным по профилю скоплением карбонатов в виде выцветов с пятнами и прожилками, желвачки встречаются крайне редко, небольших размеров, ходы и эксперименты дождевых червей и насекомых по ходу сгнивших корней ярко-белые выцветы солей, однородный, тонкотрещиноватый, мелкосуглинистый, однородный, плотноватый.
B ₂	70-91	подкарбонатный, светлопалевого цвета, чуть темнее предыдущего с менее выраженной плотностью, влажный, тонкопористый, меньше, чем предыдущий, тонкотрещиноватый, отдельные выцветы карбонатов в виде небольших прожилок карбонатов.
C	91-150	мокрый, темновато-палевый тонкотрещиноватый, неплотный, весьма однородный, легкосуглинистый, при высыхании выброшенных комочков почвы видно белесоватые выцветы солей, тонкопористый, в горизонте 90-110 см встречаются буровато-ржавые расплывчатые пятна, ходы насекомых.

Содержание гумуса в пахотном слое почвы 0-30 см составляло 0,98 %, что характеризует её как малогумусную. В подпахотном слое его количество снижалось примерно в 1,3 раза, а в слое почвы 30-60 см составляло всего 0,63 %. Содержание общего азота в пахотном слое почвы также невелико и в среднем равнялось 0,071 %. В подпахотном слое его содержание хоть и снижалось до 0,05-0,06 %, но не так резко, как содержание гумуса. Валовое содержание фосфора в пахотном слое почвы в среднем равнялось 0,175 %, постепенно снижаясь с глубиной до 0,114 % (таблица 1).

Таблица 1. – Агрохимическая характеристика серозёмно-луговой почвы опытного участка перед закладкой опытов, 1992 г.

Слой почвы, см	Гумус, %	Валовые формы, %		Подвижные формы, мг/кг	
		азот	фосфор	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-10	1,14	0,078	0,196	58	468
10-20	0,95	0,069	0,176	35	412
20-30	0,85	0,066	0,153	27	392
30-40	0,74	0,040	0,132	17	305
40-50	0,63	0,058	0,114	8	220
50-60	0,52	0,055	0,196	7	163
0-30	0,98	0,071	0,175	40	424
30-60	0,63	0,058	0,114	11	226
0-60	0,80	0,064	0,144	26	325

Подвижные формы фосфора (P₂O₅) в слоях почвы 0-30 и 30-60 см составляли 40 и 11 мг/кг почвы. Содержание подвижного калия (K₂O) в пахотном и подпахотном слоях составляло, соответственно – 424 и 226 мг/кг почвы. В нижележащих слоях почвы содержание гумуса, общего азота и валового фосфора резко снижалось.

По гранулометрическому составу почва опытного участка относится к средним суглинкам. Содержание частиц физической глины в верхнем метровом слое колеблется от 30,20 до 39,36 %. В слое 91-150 см отмечается некоторое утя-

желение механического состава. Содержание частиц физической глины в этом слое возрастает и составляет в среднем 43,74 %. В нижележащих слоях почва-грунт представлен легким суглинком с содержанием частиц физической глины от 20,04 % до 25,64 % (таблица 2).

Таблица 2. – Гранулометрический состав почвы опытного участка перед закладкой опытов в 1992 г., %

Слой почвы, см	Размер почвенных частиц, мм							
	1-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	сумма < 0,01
0-39	0,24	0,75	1,09	58,56	12,54	17,78	9,04	39,36
39-45	0,25	0,62	1,79	68,16	12,66	15,38	11,14	39,18
45-70	1,27	1,57	37,52	58,70	12,36	10,78	7,80	30,94
70-91	0,17	0,77	1,22	67,64	12,82	9,42	7,96	30,20
91-150	0,61	0,93	2,00	52,72	8,04	30,44	5,26	43,74
150-160	1,72	2,14	1,96	68,54	15,52	8,48	1,64	25,64
160-180	1,74	2,32	6,44	65,14	14,22	8,70	1,44	24,36
180-200	1,47	2,37	2,22	73,90	8,84	7,70	3,50	20,04

Преобладающей фракцией в гранулометрическом составе почвы является фракция крупной пыли, содержание которой в верхнем метровом слое колеблется от 58,56 % до 67,64 %, а во втором метре её количество уменьшается и составляет от 52,72 % до 73,90 %. Облегчение гранулометрического состава с глубиной обуславливает интенсивный подток влаги из грунтовых вод при их неглубоком (1,5-3,5 м) залегании. Преобладание пылеватых частиц и особенно крупной пыли приводит к рыхлому сложению и созданию исключительной высокой капиллярной скважности.

Удельная масса (плотность твердой фазы) почвы в связи со слабой гумусированностью колеблется в узких пределах (2,64-2,72 г/см³); что обусловлено особенностями минералогического состава лёссовых пород. В среднем в метровом слое удельная масса почвы составляла 2,69 г/см³ и в двухметровом слое 2,68 г/см³ (таблица 3).

Таблица 3. – Водно-физические свойства серозёмно-луговой почвы
опытного участка перед закладкой опытов в 1992 г.

Слой почвы, см	Плотность твёрдой фазы, г/см ³	Плотность почвы, г/см ³	Пористость, %	Максимальная гигроскопичность, %	Наименьшая полевая влагоёмкость, %
0-10	2,67	1,29	51,7	3,6	20,7
10-20	2,68	1,35	50,0	3,7	20,8
20-30	2,70	1,39	48,5	3,9	20,8
30-40	2,72	1,44	47,0	3,8	20,9
40-50	2,72	1,47	46,2	4,1	21,0
50-60	2,68	1,44	46,3	4,0	21,0
60-70	2,66	1,40	47,4	4,3	21,1
70-80	2,69	1,42	47,2	4,2	21,1
80-90	2,72	1,40	48,5	4,3	21,3
90-100	2,64	1,41	46,6	4,5	21,6
100-120	2,66	1,40	47,4	4,6	–
120-140	2,67	1,41	47,2	4,7	–
140-160	2,67	1,40	47,5	4,7	–
160-180	2,67	1,39	47,9	4,8	–
180-200	2,66	1,39	47,7	4,9	–
0-30	2,68	1,34	50,1	3,7	20,8
30-60	2,71	1,45	46,5	4,0	21,0
0-100	2,69	1,40	47,9	4,0	21,0
100-200	2,67	1,40	47,5	4,7	–
0-200	2,68	1,40	47,7	4,4	–

Наиболее уплотненным является подпахотный слой почвы 30-60 см, где в среднем объёмная масса составила 1,45 г/см³. В более глубоких слоях (80-200 см) плотность почвы мало изменяется и составляет 1,39-1,42 г/см³. Наименьшей объёмной массой (1,34 г/см³) обладает пахотный слой, что связано с постоянным рыхлением и биогенными процессами, происходящими в этом слое почвы, тогда

как ежегодная планировка, промывка и орошение приводят к уплотнению почвы.

По мере увеличения плотности пористость почвы снижается. Это характерно для подпахотных слоёв почвы, где пористость была наименьшей. В среднем в слое 30-60 см она составила 46,5 %. Наиболее высокая пористость получена для пахотного слоя – 50,1 %. В метровом слое пористость почвы снизилась в среднем до 47,9 %.

Максимальной гигроскопичность по слоям двухметровой толщи почвы варьирует от 3,6 до 4,9 %, и по глубине почвенного профиля отмечается тенденция её увеличения. Она зависит от гранулометрического состава, гумусированности и наличия водорастворимых солей в почве.

Наименьшая (предельная полевая) влагоёмкость (НВ) существенно зависит от гранулометрического состава и уровня стояния грунтовых вод. Для почвы опытного участка среднего гранулометрического состава предельная полевая влагоёмкость по слоям варьирует в пределах 20,7-21,6 % и в метровом слое в среднем составила 21,0 % от массы. Такая предельная полевая влагоёмкость позволяет в метровом слое содержать до 210 мм продуктивной влаги, которой можно обеспечить благоприятный водный режим почвы для вегетирующих растений в течение длительного времени. Поэтому, на серозёмно-луговых почвах, характеризующихся способностью содержать большое количество продуктивной влаги, во время вегетационного периода при орошении можно допускать большие поливные нормы с большими межполивными интервалами, что очень важно для организации полива в производственных условиях.

Почва опытного участка является высококарбонатной ($\text{CO}_2 = 6,66-9,74 \%$). При этом содержание карбонатов в глубину почвенного профиля увеличивается, поэтому их содержание в пахотном слое меньше ($\text{CO}_2 = 6,66-8,57 \%$), чем в более глубоких слоях почвы.

Таким образом, орошаемая серозёмно-луговая почва опытного участка характерна для почвенного покрова Голодной степи, а её водно-физические свойства, содержание гумуса и элементов питания благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе хлопчатника.

2.3. Метеорологические условия проведения исследований

Погодные условия в годы проведения исследований были характерными для зоны Голодной степи с преобладанием осадков в зимнее время и весной, тогда как осенью и, особенно летом, их было очень мало (таблица 4).

Таблица 4. – Количество и распределение атмосферных осадков по временам года во время исследований

Год	Зима		Весна		Лето		Осень	
	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
1992	130	48,1	104	38,5	4	1,5	32	11,9
1993	204	38,2	185	34,7	40	7,5	104	19,8
1994	154	44,0	68	19,4	19	5,4	109	31,2
1995	96	43,2	74	33,4	10	4,5	42	18,9
1996	126	48,5	65	25,0	5	1,9	63	24,6
1997	160	46,1	103	29,6	7	2,0	78	22,3
1998	97	45,1	88	40,9	10	4,6	20	9,4
1999	120	36,6	67	20,4	11	3,3	130	39,7
2000	150	48,5	79	25,6	3	1,0	77	24,9
2001	157	52,2	81	26,9	4	1,3	59	19,6
2002	242	59,5	109	26,8	3	0,7	52	12,9
2003	112	27,4	202	49,6	27	6,6	67	16,4
2004	157	44,1	146	41,0	7	2,0	49	13,9
2005	100	45,4	91	41,4	0	0	29	13,2
2006	126	48,1	81	30,9	0	0	55	21,0
2007	124	44,3	93	33,2	9	3,2	54	19,3
2008	220	57,1	126	32,7	10	2,6	29	7,5
Среднее за 1992-2008 гг.	100	40,6	105	42,7	5	2,0	46	18,7
Среднемно-голетняя	98	37,4	108	41,2	10	3,8	46	17,6

Следует отметить, что в большинстве лет исследований в зимние месяцы выпадало больше средних многолетних осадков. В целом же в годы исследований

увеличение осадков в зимнее время произошло примерно такое же, что их уменьшение весной.

Лето, в годы исследований было очень засушливым, когда в среднем выпадало 5 мм осадков, что составляло всего 2,0 % от их годового количества. Более влажным было лето 1993 и 2003 гг., когда выпадало 40 и 27 мм осадков, но и их было явно недостаточно для получения урожая возделываемых сельскохозяйственных культур.

Осень в большинстве лет исследований была засушливой с количеством осадков в пределах 40-60 мм, только в 1993, 1994 и 1999 гг. осадки в количестве более 100 мм задерживали созревание хлопчатника и мешали проведению уборки хлопка-сырца.

В целом наиболее влажными были 1993, 2002, 2003, 2004 и 2008 годы, когда за год выпадало от 375 до 534 мм осадков, что в 1,4-2,0 раза больше климатической нормы (приложение 1). Наиболее засушливыми были 1995, 1998 и 2005 годы с количеством осадков 216-222 мм, что на 40-46 мм, или на 15,3-17,6 % меньше средних многолетних значений.

Среднегодовая температура воздуха по годам колебалась в меньших пределах, чем количество атмосферных осадков. Более теплыми были 1994, 1998, 1999, 2000 и 2004 годы со среднегодовой температурой воздуха 14,8-15,2 °С, что на 1,3-1,9 °С больше обычного, а более прохладными со среднесуточной температурой воздуха 12,8-12,9 °С были 1993 и 2006 годы.

Высокие температуры воздуха, особенно в тёплое время года, привели к большой испаряемости влаги (по Н.Н. Иванову с поправкой Л.А. Молчанова), которая находилась в пределах от 989 мм в 1995 г. до 1157-1189 мм в 1993, 2002 и 2004 годы, что в 3,8-4,5 раз больше годовых среднемноголетних осадков. Поэтому во все годы исследований наблюдался большой дефицит влаги в пределах от 570 мм в 1993 году до 876 мм в 2002 и 2004 гг., который необходимо было компенсировать поливом.

Таким образом, годы исследований в целом были характерными для зоны Голодной степи с большим количеством осадков в зимнее время и весной, и силь-

но засушливым летом. По количеству осадков наиболее влажными были 1993, 2002, 2003 2004 и 2008 годы, наиболее засушливыми – 1995, 1998 и 2005 годы. Во все годы исследований испаряемость влаги намного превышала выпадающие осадки, и большой дефицит влаги необходимо было компенсировать орошением. Тем не менее, каждый год исследований по погодным условиям имел свои особенности, которые оказывали существенное влияние на рост, развитие и урожайность исследуемых культур, что было учтено в наших исследованиях.

2.4. Методика исследований

В основу постановки полевых опытов и обобщения результатов исследований положены методические указания Всесоюзный научно-исследовательский институт хлопководства (СоюзНИХИ) по проведению полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения (Методика полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения, Ташкент, 1981) и кормовыми культурами (Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1983).

Объектом наших исследований в экосистеме был агрофитоценоз, климат (погодные условия), почва (водные, физические, химические, биологические свойства), растение (динамика роста и развития, урожайность и качество продукции). Наиболее детально проанализированы вопросы причинно-следственной зависимости внешних факторов и продуктивности растений.

В многолетнем стационарном опыте хлопчатник возделывали в бессменном посеве и в следующих севооборотах: 3 года люцерна – 3 года хлопчатник (3:3), 3 года люцерна – 7 лет хлопчатник (3:7), 2 года люцерна – 4 года хлопчатник – 1 год однолетние кормовые культуры (озимый ячмень на зерно + кукуруза на силос, пожнивно)– 3 года хлопчатник (2:4:1:3) и 3 года люцерна – 4 года хлопчатник – 1 год однолетние кормовые культуры (озимый ячмень на зерно + кукуруза на силос, пожнивно) – 2 года хлопчатник (3:4:1:2).

В структуре севооборотов хлопчатник составлял от 50 % в короткоротационном севообороте 3:3 до 100 % в бессменном посеве. Люцерна в изучаемых се-

вооборотах занимала от 20 до 50 % севооборотной площади, которую сеяли под покров кукурузы, убираемой на зелёный корм. В расчленённых севооборотах 2:4:1:3 и 3:4:1:2 под озимый ячмень на зерно + кукуруза на силос, пожнивно (однолетние кормовые культуры) отводилось 10 % их площади (таблица 5).

Таблица 5. – Структура посевов в хлопковых севооборотах, %

Севооборот	Культура		
	хлопчатник	люцерна	ячмень на зерно + кукуруза на силос, ПОЖНИВНО
Бессменный посев	100	-	-
3:3	50	50	-
3:7	70	30	-
2:4:1:3	70	20	10
3:4:1:2	60	30	10

Бессменный посев хлопчатника проводили без внесения удобрений и с ежегодным внесением минеральных удобрений в дозе $N_{250}P_{175}K_{90}$. Во всех севооборотах под хлопчатник вносили минеральные удобрения ($N_{200}P_{150}K_{90}$), а в севооборотах 3:7, 2:4:1:3 и 3:4:1:2, кроме того, под четвертый год возделывания хлопчатника после распашки люцерны вносили 40 т/га полуперепревшего навоза крупного рогатого скота. Дозы внесения удобрений под хлопчатник соответствовали рекомендуемым научными учреждениями региона при возделывании культуры в бессменном посеве и в севообороте (Батькаев Ж.Я., 1966, 1978; Бабилова Г.Г., 1969). В качестве минеральных удобрений применяли аммиачную селитру с содержанием 34 % д.в. азота, гранулированный двойной суперфосфат (44 % P_2O_5), сульфат калия (54 % K_2O).

Изучение хлопковых севооборотов на фоне бессменного посева хлопчатника проводили в течение 10 лет (1995-2004 гг.). За это время прошла вторая ротация всех изучаемых десятипольных хлопковых севооборотов (первую ротацию изучали А.Б. Мустафаев, У. Умбетов, В.Н. Морозов, являющиеся научными сотрудниками Пахтааральской опытной станции). Одновременно в с 1992 по 2008

годы проводили краткосрочные (5-7 лет) исследования по совершенствованию технологии основной обработки почвы под хлопчатник и повышению эффективности применения минеральных удобрений под эту культуру.

Севообороты изучали во времени и в пространстве, а отдельные технологические приёмы возделывания хлопчатника – по ежегодным закладкам опытов за 5-7 лет. Повторность опытов 4-х кратная, общая площадь делянки 500-700 м², учётная – 250-300 м². Расположение делянок в один ярус, размещение вариантов систематическое.

Исследования проводили в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ Пахтааральской опытной станции хлопководства по следующим направлениям: 051.19.03.02.Т; 03.01.(К); 051.19. «Сравнительное изучение и совершенствование основных хлопковых севооборотов с различной структурой посевных площадей»; 002. «Сохранение и улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель»; 042. «Прикладные исследования в отраслях агропромышленного комплекса»; 02.01.04. Н4. «Разработка и совершенствование короткоротационных интенсивных хлопковых севооборотов в условиях рыночной экономики». Номера государственной регистрации: 066210; 066212; 0066213; 0066215; 0194. РК 01102; 0104. РК 01101; 0101. РК 00334.

Фенологические наблюдения, подсчёт густоты стояния культурных растений и сорняков после всходов, перед междурядной обработкой и перед уборкой, определение структуры урожая проводили в соответствии с общепринятой методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971) и методикой полевых и вегетационных опытов с хлопчатником (Ташкент, 1973).

Отбор почвенных образцов для анализа проводили по ГОСТ-28168-89, в которых определяли структурный состав почвы по методу Н.И. Савинова, гранулометрический состав по генетическим горизонтам почвы методом пипетки по Н.А. Качинскому с обработкой гексаметафосфатом натрия по М.И. Братчевой, макро- и микроагрегатный состав почвы – методом Г.Н. Павлова в модификации С.Н. Рыжова и Н.И. Зиминой. Плотность, общую скважность, наименьшую влагоёмкость и водопроницаемость почвы определяли по методу Н.А. Качинского. Опре-

деление водопроницаемости почвы – перед первым поливом методом заливаемых борозд, путём подачи воды в метровые отрезки борозд с последующим пересчётом на м³/га по часам и за 6 часов наблюдений проводили по методу С.Н. Рыжова, максимальную гигроскопичность – по методу А.В. Николаева при постоянной температуре + 20 °С с предварительным вакууммированием, твёрдость почвы – плотномером Н.Ф. Голубева профильным методом (Методы агрофизических исследований почв Средней Азии. Ташкент, 1977).

Влажность почвы перед посевом и после уборки хлопчатника на глубину 1-2 м определяли термостатно-весовым методом и с помощью нейтронного влагомера ВНП-1 (ГОСТ 28268-89). Одновременно отбирали образцы почвы для химического анализа, на содержания гумуса в почве по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), общего азота – по Къельдалю (ГОСТ 26489-85), валового фосфора – по Лоренцу (ГОСТ 26204-91), нитратный азот по Грандваль-Ляжу (ГОСТ-26951-86), подвижного фосфора и обменного калия – по Б.П. Мачигину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-84, ГОСТ 26205-91 и ГОСТ 26207-91) (Методы агрохимических анализов почв и растений. Ташкент, 1977).

Наблюдения за орошаемыми площадями Махтааральского района по глубинам залегания уровня грунтовых вод проведены совместно со специалистами Махтааральского отделения Южно-Казахстанской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (ЮКГГМЭ) в предполивной (до вегетации), в поливной (во время вегетации) и после поливной (после вегетации) периоды.

Динамику уровня грунтовых вод проводили по наблюдательным скважинам, установленным на всех вариантах второго повторения каждого опыта. Наблюдение за уровнем залегания грунтовых вод проводили еженедельно, а также перед каждым поливом и на 3-й день после полива. Учёт поливной и сбросной воды определяли при помощи водослива Чипполетти и Томсона (Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Ташкент, 1977).

Анализ водной вытяжки для определения засоленности почвы проводили общепринятыми методами по Е.В. Аринушкиной (1970). Содержание солей во

всех отобранных образцах почвы и грунтовых вод определяли по следующей методике: хлор-ион методом Мора; общую щелочность титрованием вытяжки 0,01 % раствором H_2SO_4 в присутствии метилоранжа; SO_4^{-2} – комплексометрическим весовым методом; Ca^{+2} и Mg^{+2} – трилоновым методом; Na^+ – на пламенном фотометре (Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970).

Реакцию среды солевой вытяжки (рН в солевой вытяжке) определяли потенциометрическим методом (ГОСТ 26483–85); гидролитическую кислотность по Каппену – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91), сумму обменных оснований – по методу Каппена-Гильковица (ГОСТ 27821-1988), степень насыщенности почв основаниями – расчётным методом, ёмкость катионного обмена – по ГОСТ 17.4.4.01-84.

Содержание корневых и пожнивных остатков в почве определяли по методике Н.З. Станкова (Корневая система полевых культур. М., 1964).

Для микробиологических исследований в опыте было выделено два повторения. Почву для смешанного образца отбирали весной и осенью в один день со всех изучаемых вариантов из трёх прикопок в стерильные полиэтиленовые мешочки (ПЭМ) с глубины 0-30 см. Определение биологической активности, соотношения микроорганизмов и общей численности микрофлоры в почве проводили по методике СоюзНИХИ (Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. Ташкент, 1977), «дыхание» почвы – по методике Штатнова, ферментативную активность почвы – по методике А.Ш. Галстяна (Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991).

Общее количество микроорганизмов учитывали на мясо-пептонном агаре (МПА), актиномицеты – на среде Чапека, грибы – на подкисленном сусло-агаре, аммонификаторы – на пептонной воде, нитрификаторы – на твердой среде Виноградского, денитрификаторы – на среде Гилтая, мясянокислые бактерии – на картофельной среде Рушмана, азотобактер – на среде Эшби, целлюлоза-разрушающие – на твердой среде Гетчинсона (Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991).

Наблюдения за ростом и развитием растений хлопчатника: линейного роста, вегетативной массы, площади листовой поверхности, развитие генеративных органов проводили на 100 заэтикетированных растениях на каждом варианте во всех повторениях согласно методики полевых и вегетационных опытов с хлопчатником (Ташкент, 1973) и ГОСТ 12037- 81, ГОСТ 12041-82.

Учёт сорняков проводили перед первой культивацией на всех делянках опыта на учетных площадках площадью 1 м² в трёхкратной повторности.

Учёт урожая хлопка-сырца осуществляли ручным сбором с учетной площади делянки согласно методики полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения (Ташкент, 1981). Учёт урожая сена люцерны, зерна ячменя и силосной массы кукурузы проводили путём ручного их скашивания с учетной площади каждой делянки (10 м²). Определение сбора кормовых единиц и переваряемого протеина в кормах проводили по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1983). Технологические качества хлопкового волокна определяли в лаборатории Пахтааральской опытной станции хлопководства по методике Всесоюзного центрального научно-исследовательского института хлопково-текстильной промышленности (ЦНИИХТПром) с использованием прибора ЛПС-4.

Экономическую эффективность севооборотов определяли путём расчёта производственных затрат по технологическим картам возделывания изучаемых в опыте культур с применением действующих нормативов, расценок и цен на производимую продукцию (Методика определения продуктивности и эффективности хлопково-люцерновых севооборотов. Ташкент. САО ВАСХНИЛ, 1989). Эффективность отдельных технологических приёмов возделывания хлопчатника определяли по методике определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (М.: Колос, 1980). Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с помощью программы STATISTIKA и процессора электронных таблиц Microsoft Excel XP.

2.5. Технологии возделывания культур в опытах

Технология возделывания хлопчатника и других сельскохозяйственных культур в опытах соответствовала рекомендациям Всесоюзного научно-исследовательского института хлопководства (СоюзНИХИ, 1980) по возделыванию изучаемых культур на орошаемых землях Голодной степи (таблица 6).

Таблица 6. – Технологическая схема возделывания хлопчатника в опытах

Вид работы и агротехнические требования	Состав агрегата	Срок проведения
Внесение минеральных и органических удобрений	МТЗ-82 + РУМ-8, МТЗ-82 + РОУ-6	23-25.11
Вспашка зяби на глубину 40 см	ДТ-75 + ПН-4-35	14-18.12
Промывной полив речной водой	вручную	29.12-17.01
Закрытие влаги, боронование в 2 следа	ДТ-75 + ЗБТ-4,8	12-16.04
Предпосевное чизелевание с боронованием	ДТ-75 + ЧПП-4,2	17-20.04
Посев хлопчатника	МТЗ-80Х + СХТ-3,6	21-23.04
Прореживание всходов	вручную	5-7.05
Прополка сорняков: первая	вручную	8-20.05
вторая	вручную	20.06-12.07
третья	вручную	4-14.08
Культивация с внесением минеральных удобрений: первая	МТЗ-80Х + КРУ-3,6	7-15.05
вторая	МТЗ-80Х + КРУ-3,6	16.05-9.06
третья	МТЗ-80Х + КРУ-3,6	11-15.06
Культивация с нарезкой поливных борозд: первая	МТЗ-80Х + КРУ-3,6	12-19.06
вторая	МТЗ-80Х + КРУ-3,6	16-27.07
Вегетационный полив: первый	вручную	21-30.06
второй	вручную	28.07-20.08
Обработка инсектицидами: первая	МТЗ-80Х + ОВХ-28	21.07-4.08
вторая	МТЗ-80Х + ОВХ-28	3-19.08
Чеканка	МТЗ-80Х + ЧКУ-3,6	4-22.08
Дефолиация	МТЗ-80Х + ОВХ-28	14-16.09
Уборка урожая механизированная	JOHN DEER-9835	2-26.10
Уборка урожая	ручной сбор	14.10-17.11

Технология возделывания хлопчатника в опытах включала внесение в конце ноября органических и минеральных удобрений и зяблевую вспашку на глубину

40 см. Зимой напуском по бороздам проводили промывочный полив речной водой с расходом воды 3000-3500 м³/га.

Весной, при наступлении физической спелости почвы, – закрытие влаги зубовыми боронами в два следа. В конце апреля, после предпосевного чизелевания с боронованием румынской сеялкой точного высева производили посев хлопчатника оголёнными семенами с нормой высева 180-200 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Глубина заделки семян 4-5 см, ширина междурядий 90 см.

Уход за посевами хлопчатника состоял из ручного прореживания, после которого оставалось 130-135 тыс. шт. вегетирующих растений, трёх ручных прополок, трёх междурядных культиваций с внесением минеральных удобрений, двух междурядных культиваций с нарезкой поливных борозд, двух ручных поливов напуском по бороздам, обработки посевов инсектицидами (при необходимости), чеканки, дефолиации, механизированной и ручной уборки хлопка-сырца.

В опытах высеивали районированные и допущенные к использованию в Республике Казахстан сорта: хлопчатник Махтаарал-3031 и Махтаарал-3044, люцерна Ташкент-1 и С-1-39, ячмень озимый Унумли-арпа, гибриды кукурузы Южный 3-ТВ, Узбекская зубовидная и Узбекская-100. Норма высева семян люцерны 25, ячменя 100 кг/га.

При бесменном посеве хлопчатника 250 кг/га д.в. азотных удобрений вносили в несколько этапов: 20 кг/га под предпосевную обработку почвы, 150 в первую и 80 кг/га д.в. во вторую подкормки. В севооборотах вносимые 200 кг/га д.в. этих удобрений вносили в эти же сроки нормами, соответственно, – 20, 100 и 80 кг/га.

Фосфорные удобрения при бесменном посеве хлопчатника (P₁₇₅) также вносили в три этапа – 120 кг/га д.в под зяблевую вспашку, 35 кг/га под предпосевную обработку и 20 кг/га в первую подкормку. В севооборотах 200 кг/га д.в. фосфора вносили в эти же сроки в дозах, соответственно, – 100, 30 и 20 кг/га.

Калийные удобрения во всех удобряемых вариантах опыта по изучению севооборотов вносили в два этапа – 30 кг/га д.в. под зяблевую вспашку и 60 кг/га во вторую подкормку. В опытах по изучению норм и сроков внесения минеральных

удобрений их дозы внесения соответствовали схеме опытов, обеспечивающих проведение исследований по принципу единственного различия.

Под посев кукурузы с подсевом люцерны вносили сложные удобрения – по 100 кг/га д.в. азота и фосфора и 60 кг/га д.в. калия. Люцерну второго и третьего годов жизни весной удобряли двойным гранулированным суперфосфатом из расчёта 50 кг/га д.в. фосфора.

Под посев озимого ячменя после хлопчатника производили вспашку, промывку и вносили фосфорные удобрения из расчёта 50 кг/га д.в. После уборки ячменя (в середине июня) проводили вспашку, влагозарядковый полив и посев кукурузы на силос с внесением минеральных удобрений в дозе 100 кг/га д.в. азота и фосфора. Удобрения вносили в 2 этапа: под предпосевную обработку и в фазе 6-7 листочков кукурузы.

2.6. Режим орошения хлопчатника

В наших опытах режим полива хлопчатника на серозёмно-луговой почве Голодной степи соответствовал рекомендациям Всесоюзного научно-исследовательского института хлопководства, являющегося головным научным учреждением региона по технологии возделывания этой культуры.

Сроки и нормы вегетационных поливов хлопчатника назначались по влажности почвы, которую определяли перед каждым поливом. Исходили из того, что оптимальная влажность почвы по пласту и обороту пласта люцерны во время вегетации хлопчатника составляет 75-75-60 % ППВ (первая цифра – влажность почвы от всходов до бутонизации, вторая – в период цветение-плодообразование, третья во время созревания), на 3-й и 4-й год после распашки люцерны – 70-75-60 %, а на бессменном посеве хлопчатника – 70-70-60 %. Нижним пределом оптимальной влажности расчетного слоя почвы во время вегетации хлопчатника принимали 70-75-60 %, в фазе созревания – не ниже 60 % от ППВ. При этом расчётный слой почвы для определения сроков и норм вегетационных поливов до цветения и во время созревания хлопчатника составлял 0-50, в период цветение-плодообразование – 0-70 см.

За вегетацию хлопчатник поливали три, а в годы с большим выпадением осадков два раза по схемам, соответственно, 0-2-1 и 0-2-0, когда во все годы исследований от всходов до бутонизации полив не требовался (первая цифра), в период от цветения до плодообразования проводили два полива (вторая цифра) и от плодообразования до созревания в первом случае поливали один раз, во втором (более влажные годы) не поливали – третья цифра.

Поливные нормы при всех поливах составляли 790-820 м³/га, а в засушливые годы – 1200-1220 м³/га. При посеве хлопчатника по пласту и обороту пласта люцерны они составляли 790-930 м³/га, при посеве на 3-й и 4-й годы после распашки – 750-900 м³/га (таблица 7).

Таблица 7. – Нормы и сроки поливов хлопчатника в опытах

Схема полива	Полив	Дата полива	Норма полива, м ³ /га			
			обычная	повышенная	пласт и оборот пласта	3-4 год после люцерны
0-2-1	первый	6.07	810	1200	910	900
	второй	2.08	790	1220	850	800
	третий	25.08	800	1200	790	750
	оросительная норма	-	2400	3620	2550	2450
0-2-0	первый	21.07	820	1220	930	910
	второй	18.08	800	1200	920	870
	оросительная норма	-	1620	2420	1850	1780

При поливной норме 800-900 м³/га, оросительная норма в обычные по увлажнению годы составляла 2400-2550 м³/га, в более влажные (с двумя поливами) – 1620-1850 м³/га. При повышенной норме полива 1200-1250 м³/га оросительная норма возрастала, соответственно, до 3620 и 2420 м³/га.

В основном поливы были проведены в период цветения – начале плодообразования, но в некоторые годы – в фазе массовой бутонизации и в начале созревания хлопчатника. Поливы осуществляли в период с третьей декады июня или первой декады июля и заканчивали во второй или в начале третьей декады августа. В отдельные годы первый полив проводили в начале третьей декады июля, так как

влаги в почве, благодаря выпадающим осадкам, было достаточно.

Поливы проводили в интервале 20-28 дней от первого до второго полива и от 18 до 25 суток от второго до третьего полива. Предел колебания оросительного периода по годам составлял 43-48 суток, а при двух поливах – 28 суток.

При возделывании хлопчатника оросительная норма распределялась только в летние месяцы. Наибольшая доля оросительной нормы приходилась на июль, когда наблюдался основной расход воды растениями хлопчатника. Следует отметить, что на фоне осенне-зимнего влагозарядково-промывного полива нормой 2500-3500 м³/га, даже в условиях эффективно действующего вертикального дренажа, хлопчатнику в отдельные, особенно засушливые годы, требовался полив в третьей декаде июня в фазе бутонизации и даже в начале цветения. Во время созревания полив хлопчатника не проводили, так как влажность почвы в годы исследований не опускалась ниже 60 % от ППВ. Исключением были засушливые годы.

3. НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ХЛОПКОВЫХ СЕВООБОРОТОВ

3.1. Улучшение мелиоративного состояния серозёмных почв в хлопковых севооборотах

В Махтааральском районе, как и в наших исследованиях для полива используется вода реки Сырдарья. Однако, по наблюдениям В.А. Ковда (1969) минерализация воды в этих реках увеличивалась и достигала 2 г/л и более. Сильно изменился и её химический состав. Если в 1970-ые годы (Кочетов Л.М. и др., 1975) минерализация рек Амударьи и Сырдарьи характеризовалась присутствием углекислых и сернокислых солей и сухой остаток был равен 200-300 мг/л, то в 1985-1990 гг. он достиг 800 мг/л и даже 1,0-1,2 г/л (Безднина С.Я., 1990). По мнению авторов это явление вызвано увеличением возвратных вод, прошедших через почвы и грунты оросительных систем в долины рек, возрастанием сбросных и дренажных вод, сбросом в реки городских, промышленных и шахтных вод.

В то же время, по мнению В.П. Афанасьева (1978) хорошей по качеству для орошения считается вода, минерализация которой по сухому (плотному) остатку не превышает 0,4-0,6 г/л, удовлетворительной – не более 3,0 г/л по сухому остатку. И.О. Беглиев (1985) считает, что для получения высоких и устойчивых урожаев хлопчатника содержание солей в почве во всем её профиле во время появления всходов должно быть не более 0,2-0,3 %, при оптимальной концентрации почвенных растворов в окультуренных почвах 1-2 г/л. Для хлоридно-сульфатного типа засоления почвы критическим уровнем содержания солей в почвенном растворе, по мнению Н.Г. Минашиной (1978), составляет 12 г/л, для хлоридного – 7 г/л.

От интенсивности испарения и величины минерализации поливной и грунтовой воды зависит эффективность использования для орошения засоленных почв. По данным В.А. Ковды (1971) мелиоративный индекс, т.е. отношение усредненной концентрации солей в грунтовых водах к минерализации оросительных вод, должен быть не более 10. Поэтому при использовании для

орошения речных и арычных вод необходимо учитывать содержание солей в почвах, их свойства и химический состав.

С.Х. Аверьянов (1978) и И.П. Айдаров (1985) утверждают, что солевой режим светлых сероземов Голодной степи напрямую связан с режимом влажности почвы и грунтовыми водами, так как передвижение водорастворимых солей происходит с водой. Поэтому приход воды в почву, расход её из почвы и распределение внутри почвы оказывает большое влияние на её солевой баланс. Кроме того, накопление 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 орошаемых почв, подверженных процессам сезонного засоления-рассоления, состоит из множества циклов попеременного изменения направления движений солевых токов, накопления и выноса солей из почвы. Поэтому В.М. Боровский (1982) и Н.Г. Минашина (2004) рассматривают солевой режим почвы как динамическое равновесие этих процессов. Исходя из этого, имеется необходимость дифференцированного подхода к территории при её освоении и эксплуатации во время орошения, заключающемся в регулировании промывных норм при поливах, норм вегетационных поливов и т.д. (Шуравилин А.В., 1979).

Проведённый нами анализ качества оросительной воды показал, что если в 1970 году по данным Г.С. Нестерова и К.М. Мусаева (1974) средневзвешенная минерализация оросительной воды составляла 0,866 г/л, то через 10 лет она повысилась до 1,007 г/л (16 %). В 2002 году по нашим наблюдениям этот показатель составил 1,019 г/л, а двумя годами позже вырос до 1,1 г/л. То есть наблюдается постоянное увеличение содержания солей в оросительной воде. Однако, следует отметить, что в 2006 году минерализация воды в сравнении с 2004 годом снизилась на 0,057 г/л.

За годы исследований (1995-2004 гг.) по качественному составу солей поливные арычные воды можно отнести к хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатным и магниево-натриевым, так как отношение хлоридов к сульфатам в

среднем составляло 0,66, а ионов натрия к магнию – 1,39 (таблица 8).

Таблица 8. – Химический состав оросительной (речной) воды

(среднее за 1995-2004 гг.)

Плотный остаток	в том числе						
	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	K^+
1,322	0,166	0,239	0,502	0,139	0,058	0,156	0,031
	2,73	6,86	10,45	7,07	4,87	6,78	0,79

Примечание – в числителе – в г/л; в знаменателе – в мг-экв/л

Однако, очень важным является не общее содержание солей, а содержание солей токсичных для растений. Их концентрация в поливной речной воде составляла 0,773 г/л или 60,1 % от суммы всех солей. При этом на долю хлористого натрия и сульфата магния приходилось 48 % от суммы водорастворимых солей (таблица 9).

Таблица 9. – Содержание токсичных солей в поливной (речной) воде, г/л

(среднее за 1995-2004гг.)

Токсичные соли						Нетоксичные соли	
KCl	NaCl	Na_2SO_4	MgSO_4	сумма солей		г/л	%
				г/л	%		
0,060	0,328	0,092	0,293	0,773	60,1	0,513	39,9

Нетоксичные соли занимали 39,9 % с концентрацией в среднем 0,513 г/л. То есть накопление солей в почве определялось объемом подаваемой оросительной воды, и чем больше поливали, тем солей в почве накапливалось больше.

Грунтовая вода характеризовалась высоким содержанием микроэлементов. Она содержала бор, цинк, кобальт, марганец и молибден. В речной воде марганец и молибден отсутствовали (таблица 10). Грунтовая вода, вследствие наличия связи с подземной водой, имела высокое содержание нитратов (0,6-0,7 мг/л) и водорастворимого фосфора 0,18 г/л. Однако, содержание нитратов и P_2O_5 в речной воде было несколько большим из-за их поступления с полей.

Таблица 10. – Макро- и микроэлементный состав грунтовой и речной воды
(среднее за 1995-2004 гг.)

Источник воды	Плотный остаток	NO ₃ , мг/л	P ₂ O ₅ , г/л	Микроэлемент, мг/л				
				B	Zn	Co	Mn	Mo
Грунтовая	3,4	0,6-0,7	0,18	0,2-0,3	0,15	0,010	0,6-1,3	0,26
Речная	0,25	1,12	0,20	0,1	0,053	0,030	–	–

Следует отметить, что грунтовая вода вследствие наличия связи с подземной откачиваемой и поливной водой, имела высокое содержание нитратов (0,6-0,7 мг/л) и водорастворимого фосфора 0,18 г/л. Однако, содержание нитратов и P₂O₅ в речной воде было несколько большим из-за их поступления с полей.

В наших исследованиях качество оросительных вод оценивали разными методами. Согласно расчетному ирригационному коэффициенту, называемому еще щелочным коэффициентом Стеблера, качество оросительной арычной воды из Кировской оросительной системы является удовлетворительным – Ka = 8,4 (таблица 11). По методике Израэльсона (1957) определяли общий слой оросительной воды (M) в зависимости от степени её минерализации. При поливе речной водой с содержанием 1,32 г/л плотного остатка этот параметр составил 2,65 м. Через 12 лет при поливе речной водой такого качества почва может подвергнуться засолению при нормах полива, рассчитанных по дефициту влаги.

По методике Антипова-Каратаева и Кадера коэффициент ионного обмена (K) составляет 2,04, что говорит о пригодности воды для орошения (K > 1) и отсутствии опасности осолонцевания почвы. Отношение иона-натрия (Na⁺) к сумме ионов кальция и магния (Ca⁺² + Mg⁺²) равняется 0,49, что является вполне удовлетворительным. Аналогичное заключение можно сделать по методам Можейко и Воротника, Соболяча и Дараба. Кстати, метод Соболяча и Дараба, основанный также на соотношении катионов, дает результаты примерно на 10-20 % выше, чем метод Можейко и Воротника.

Способность осолонцевания почвы часто оценивают по коэффициенту поглощения натрия (SAR). По нашим расчетам он составил 2,4, и, согласно нормативам опасности, осолонцевания почв прозоити не может. При этом

показатель SAR* «Выверенное» составляет 4,2 для арычной воды, что меньше шести, являющимся пределом пригодности.

Таблица 11. – Мелиоративная оценка качества оросительной воды по опасности засоления и осолонцевания почв

Метод оценки	Показатель и формула расчёта	Предел пригодности	Речная вода
По щелочному коэффициенту Стеблера (иригационный коэффициент)	$Ka = \frac{288}{5Cl^-}$ $Ka = \frac{288}{Na^+ + 4Cl^-}$	> 6	8,4
По Израэльсону	$M = \frac{h \cdot v \cdot 8}{8_1}$	–	2,65
По Антипову-Каратаеву и Кадеру	Коэффициент ионного обмена $K = \frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{Na^+ + 0.235 \cdot 8}$	> 1	2,04
По Буданову	Отношение $Na^+ + 0.235 \cdot 8$	< 2	0,49
По Можейко и Воротнику	Отношение $Na^+ \cdot 100 \left (Ca^{++} + Mg^{++} + Na^+) \right.$	< 50	31,9
По Сабольчу и Дарабу	Отношение $Mg^{++} \cdot 100 \left (Ca^{++} + Mg^{++}) \right.$	< 50	40,4
Величина SAR по Гапону	Отношение $Na^+ \left \sqrt{0.5(Ca^{++} + Mg^{++})} \right.$	< 8	2,4
SAR* «Выверенное»	$\left[1 + (8.4 - pHc) \right]$	< 6	4,2

Таким образом, по степени минерализации оросительная вода, используемая для полива в Махтааральском районе и в наших исследованиях, является пригодной для орошения всех возделываемых в Казахской части Голодной степи сельскохозяйственных культур (Аширбеков М.Ж., 2018-1).

На содержание солей в почве под посевами хлопчатника существенное влияние оказывало его размещение в севообороте, но из-за ежегодной осенне-зимней профилактической промывки речной (арычной) водой нормой 2500-3500 м³/га, почва при бессменным возделывании хлопчатника и при размещении его в севообороте весной была менее засоленной, чем осенью.

В среднем за ротацию севооборотов (1995-2004 гг.) засоление почвы хлорином в весенний период на бессменной культуре хлопчатника и в схеме севооборота 3:7 превысило 0,01 %, в то время как в остальных изучаемых севооборотах она составляла 0,006-0,007 %, что соответствует допустимому уровню этого элемента в почве (рисунок 1).

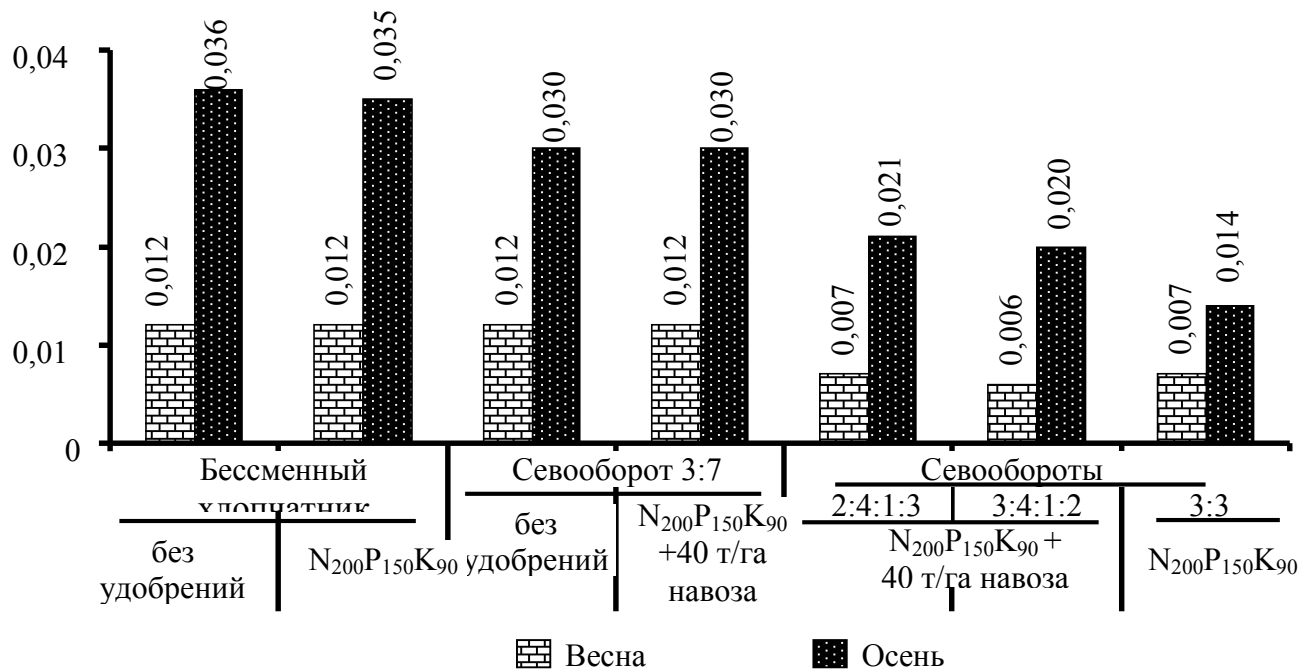


Рисунок 1. – Содержание хлор-иона в течение ротации хлопковых севооборотов в слое почвы 0-100 см (среднее за 1995-2004 гг.), %

К концу вегетационного периода более интенсивно накопление хлор-иона происходило в бессменном возделывании хлопчатника и в севообороте 3:7, где содержание этого элемента увеличилось, соответственно, в 3,0 и 2,5 раза. Меньше всего хлор-иона в почве осенью было в расчленённых схемах севооборотов (2:4:1:3 и 3:4:1:2) и в севообороте 3:3 – от 0,014 до 0,021 %. Следует отметить, что во всех севооборотах и в бессменном посеве внесение удобрений не оказало никакого влияния на этот процесс.

В почве опытного участка были анионы и катионы других солей. При этом почва засолена на трёхметровую глубину, но больше их было в верхнем метровом слое, где наибольшая концентрация была сульфат-аниона (SO₄⁻²). Его содержание в метровом слое почвы весной равнялось 0,19-0,21 % осенью – 0,22-0,24 %, что составляло 61-64 и 55-58 % от суммы растворимых солей в почве (приложение 2).

Сульфат-ион, являясь составной частью многих компонентов растительной клетки и играя важную роль в структурных превращениях белковых молекул оказывает существенное влияние на жизнедеятельность растений. Однако, высокое содержание сульфатов в почве приводит к гибели растений, и этот ион, даже в условиях эффективной работы дренажа, из почвы вымывается менее интенсивно, чем хлориды.

В начале исследований (1995 г.) весной содержание сульфат-иона варьировало от 3,87 до 4,56 мг-экв/100 г почвы, к осени его концентрация повышалась до 4,62-5,16 мг-экв/100 г почвы (таблица 12).

Таблица 12. – Влияние хлопковых севооборотов на динамику содержания сульфат-иона в слое почвы 0-100 см, мг-экв./100 г

Схема севооборота	Удобрение	Время определения	Год	
			1995	2004
Бессменный хлопчатник	без удобрения	весна	4,31	4,70
		осень	5,16	5,47
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	4,52	4,74
		осень	4,75	5,54
3:7	без удобрения	весна	4,56	4,62
		осень	4,62	4,54
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	3,95	4,00
		осень	4,83	4,50
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	4,14	4,28
осень		4,52	4,60	
3:4:1:2		весна	3,87	3,95
		осень	4,68	4,52
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	4,00	4,05
		осень	4,96	4,20
НСР _{0,95} весной			0,23	0,25
НСР _{0,95} осенью			0,26	0,27
НСР _{0,95} для частных средних			0,29	0,31

Прослеживается увеличение содержания сульфат-иона весной и осенью к

концу ротации (2004 г.) в неудобряемом севообороте 3:7 и удобряемом 2:4:1:3. В севообороте с расчлененной схемой 3:4:1:2, удобряемом по схеме 3:7 и севообороте с чередованием трёх лет люцерны с тремя годами хлопчатника (3:3), наоборот, к концу ротации осенью произошло снижение концентрации сульфат-иона, при этом в последнем севообороте оно было математически доказуемым. В среднем за годы исследований содержание сульфат-иона в метровой толще почвы под удобряемым хлопчатником, возделываемым во всех севооборотах в течение всего вегетационного периода было ниже на 7-11 % в сравнении с бессменным посевом этой культуры с применением удобрений.

Важную роль играет концентрация бикарбоната кальция, от которого зависит щелочность почвы, которая в годы исследований во всех вариантах опыта находилась в пределах значений незасоленных и слабозасоленных сероземных почв – 0,02-0,04 % от её сухой массы и не превышала 6,2-7,7 % от суммы водорастворимых солей (см. приложение 2). Тем не менее весной содержание бикарбонат иона по всем вариантам опыта было достоверно меньше, чем осенью и находилось в пределах 0,30-0,39 мг-экв./100 г почвы (таблица 13).

Увеличение количества бикарбонатов осенью по сравнению с весной по всем вариантам опыта и во все годы исследований было математически доказуемым, но севообороты оказали существенное влияние на концентрацию этого иона осенью в динамике по годам исследований. В бессменном посеве и в севообороте, где три поля люцерны чередуются с семью полями хлопчатника без внесения удобрений (3:7) количество бикарбонат иона достоверно увеличилось от 0,50-0,54 мг-экв./100 г почвы в начале до 0,64-0,67 мг-экв./100 г к концу ротации севооборота. В то же время, в этом же севообороте (3:7) при внесении минеральных удобрений и 40 т/га навоза под третью культуру хлопчатника после люцерны, увеличения содержания этого элемента в почве от первой ко второй ротации не наблюдалось – в обоих случаях оно составило 0,53 мг-экв./100 г почвы. Мы связываем такое явление с действием минеральных удобрений и, особенно, действием навоза, внесённого под третью культуру хлопчатника после люцерны и его последующим последствием.

Таблица 13. – Влияние хлопковых севооборотов на динамику содержания бикарбонат иона в слое почвы 0-100 см, мг-экв./100 г

Схема севооборота	Удобрение	Время определения	Год	
			1994	2004
Бессменный хлопчатник	без удобрения	весна	0,36	0,39
		осень	0,51	0,67
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	0,39	0,39
		осень	0,54	0,66
3:7	без удобрения	весна	0,39	0,39
		осень	0,50	0,64
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	0,30	0,34
		осень	0,53	0,53
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	0,34	0,34
		осень	0,56	0,51
3:4:1:2		весна	0,26	0,30
		осень	0,58	0,39
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	0,34	0,32
		осень	0,60	0,36
НСР _{0,95} весной			0,23	0,25
НСР _{0,95} осенью			0,04	0,06
НСР _{0,95} для частных средних			0,05	0,07

В расчленённых севооборотах с внесением минеральных удобрений и навоза и в севообороте с тремя полями люцерны и тремя полями хлопчатника наблюдается даже снижение концентрации бикарбонат иона к концу ротации севооборота. При этом в севообороте 2:4:1:3, где только 2 поля люцерны снижение математически не доказуемо, а в севооборотах 3:4:1:2 и 3:3, где 3 поля люцерны снижение достоверно, математически доказуемо и составляет 0,19 и 0,24 мг-экв./100 г почвы.

Мы объясняем это способностью люцерны выщелачивать соли из верхних горизонтов почвы. Достигается это благодаря густому её травостою, который в

течение трех лет произрастания культуры полностью покрывает и затеняет поверхность поля, что уменьшает испарение влаги из почвы и значительно ослабляет или предотвращает вынос солей из нижних её слоев в верхние. Температура почвы под растущей люцерной на 6-8 градусов ниже, чем на хлопковых полях, и при каждом поливе люцерны, содержащиеся в почве вредные соли растворяются и образовавшийся «рассол» вымывается в более глубокие слои, откуда поступает в дренаж и удаляется с поля (Аширбеков М.Ж., 2009-4).

Таким образом, по содержанию сульфат- и бикарбонат-ионов почва во все годы исследований на всех вариантах опыта была слабо засоленной, а их количество не приводило к токсичности и не изменяло поглонительную способность почвы. Однако следует отметить ухудшение солевого режима на бессменном посеве хлопчатника и в севообороте с чередованием трёх полей люцерны с 7 полями хлопчатника, особенно без внесения минеральных удобрений и навоза. В расчленённых схемах севооборотов 3:4:1:2 и 2:4:1:3 и в севообороте с тремя полями люцерны и таким же количеством полей хлопчатника (3:3) наблюдалось достоверное снижение содержания этих элементов к концу ротации севооборотов.

Важную роль в мелиоративном состоянии почв играет содержание в ней катионов, из которых ведущее место занимает катион кальция, так как он оказывает положительное действие на солеустойчивость растений, регулирует обмен ионов в клетках растений. Так, при засолении почв хлористым натрием, кальций замедляет поглощение катиона натрия растениями, тем самым повышает их солеустойчивость. Благодаря такому свойству для снижения засоления солонцовых почв вносят гипс, который в большом количестве содержит кальций.

В исследованиях содержание катиона кальция в метровом слое почвы было не столь значительным и по всем вариантам опыта весной находилось в пределах от 0,044 до 0,046 %, осенью повышалось до 0,048-0,053 % от массы почвы (см. приложение 2). При этом катион кальция являлся компонентом нетоксичных солей – бикарбоната и сульфата кальция, доля которых в суммарном количестве солей в течение вегетации менялась от 11 до 15 %.

Во всех севооборотах и в бессменном посеве наблюдается увеличение со-

держания катиона кальция от момента закладки опыта к концу ротации севооборотов (таблица 14).

Таблица 14. – Влияние хлопковых севооборотов на динамику содержания катиона кальция в слое почвы 0-100 см, мг-экв./100 г

Схема севооборота	Удобрение	Время определения	Год	
			1994	2004
Бессменный хлопчатник	без удобрения	весна	2,39	2,49
		осень	2,90	2,95
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	2,44	2,49
		осень	2,60	3,00
3:7	без удобрения	весна	2,39	2,44
		осень	2,54	2,85
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	2,14	2,34
		осень	2,70	2,54
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	2,24	2,29
осень		2,54	2,70	
3:4:1:2		весна	2,04	2,29
		осень	2,54	2,70
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	2,24	2,34
		осень	2,54	2,85
НСР _{0,95} весной			0,11	0,13
НСР _{0,95} осенью			0,12	0,12
НСР _{0,95} для частных средних			0,14	0,13

Однако, за 10 лет исследований при бессменном возделывании хлопчатника и в севообороте 3:7 без внесения удобрений содержание этого катиона весной и осенью увеличилось на 0,10-0,31 мг-экв./100 г почвы, тогда как в остальных севооборотах этот прирост был ниже. Поэтому к концу ротации содержание катиона кальция в бессменном хлопчатнике и в севообороте 3:7 без внесения удобрений весной было 2,44-2,49; осенью – 2,85-3,00 мг-экв./100 г почвы, что достоверно

больше, чем в остальных севооборотах, соответственно, 2,29-2,34 и 2,54-2,85 мг-экв./100 г почвы.

Меньшее содержание кальция в севообороте 3:7 с внесением минеральных удобрений и навоза, в севообороте с одинаковым количеством полей люцерны и хлопчатника (3:3) и в расчленённых севооборотах (2:4:1:3 и 3:4:1:2) является более высокая буферность почвы, благодаря введению в севообороты люцерны, однолетних кормовых культур и внесению навоза.

Необходимым условием для нормального роста и развития растений хлопчатника является наличие магния в почве и соблюдение оптимального соотношения между ним и другими обменными основаниями, так как он является одним из основных компонентов пектиновых веществ, и этим он ускоряет созревание хлопкового волокна. Поэтому полная зрелость хлопкового волокна, что является непременным условием его высокого качества, является одним из основных показателей достаточной обеспеченности почвы магнием. В то же время, чрезмерно высокое содержание магния в поверхностном слое почвы (5-25 % $MgCO_3$) вызывает угнетение растений хлопчатника.

В нашем опыте изменение концентрации катиона магния в метровом слое почвы в годы исследований имело ту же направленность, которую отмечали в отношении катиона кальция. Абсолютные же значения его содержания были в 2 и более раза меньше, чем кальция. В начале вегетации содержание иона магния в водной вытяжке по вариантам опыта составляло 0,017-0,020 %, в конце увеличивалось до 0,019-0,025 %. Однако, из-за общего снижения количества солей в течение 10 лет исследований его доля от суммы водорастворимых солей в течение вегетации снижалась от 5,5-5,8 % весной до 4,8-4,9 % осенью (см. приложение 2), что является в пределах допустимых значений для роста и развития растений хлопчатника.

В течение исследований наблюдалось увеличение содержания катионов магния во всех изучаемых севооборотах и в бессменном посеве, но больше всего к концу ротации его содержалось при бессменном посеве хлопчатника – 1,76 мг-экв./100 г весной и 2,10-2,18 мг-экв./100 г осенью, что достоверно больше, чем в

севооборотах (таблица 15).

Таблица 15. – Влияние хлопковых севооборотов на динамику содержания катиона магния в слое почвы 0-100 см, мг-экв./100 г

Схема севооборота	Удобрение	Время определения	Год	
			1994	2004
Бессменный хлопчатник	без удобрения	весна	1,60	1,76
		осень	2,10	2,10
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	1,60	1,76
		осень	1,68	2,18
3:7	без удобрения	весна	1,68	1,68
		осень	1,60	2,02
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	1,43	1,60
		осень	1,85	2,06
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	1,43	1,51
осень		1,76	1,85	
3:4:1:2		весна	1,43	1,51
		осень	1,68	1,85
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	1,43	1,60
		осень	1,85	2,02
НСР _{0,95} весной			0,09	0,09
НСР _{0,95} осенью			0,10	0,11
НСР _{0,95} для частных средних			0,10	0,12

Однако в севооборотах, где возделывается только люцерна и хлопчатник содержание магния выше, чем в расчленённых севооборотах, хотя эта разница в большинстве случаев математически не доказуема и можно говорить только о тенденции увеличения этого элемента в люцерно-хлопковых севооборотах.

Сероземные почвы характеризуются высоким содержанием гидрослюдястых минералов в составе тонкодисперсной фракции, что обуславливает богатство этих почв таким важным элементом питания как калий. Однако основная

часть калия в почве находится в фиксированной форме, и в почвенном растворе его концентрация на порядок меньше, чем кальция и в разы, чем натрия (таблица 16).

Таблица 16. – Влияние хлопковых севооборотов на динамику содержания катиона калия в слое почвы 0-100 см, мг-экв./100 г

Схема севооборота	Удобрение	Время определения	Год	
			1994	2004
Бессменный хлопчатник	без удобрения	весна	0,20	0,20
		осень	0,26	0,36
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	0,18	0,23
		осень	0,23	0,36
3:7	без удобрения	весна	0,20	0,31
		осень	0,20	0,31
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	0,18	0,20
		осень	0,20	0,26
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	0,13	0,18
		осень	0,20	0,20
3:4:1:2		весна	0,13	0,15
		осень	0,20	0,18
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	0,15	0,15
		осень	0,25	0,18
НСР _{0,95} весной			0,01	0,02
НСР _{0,95} осенью			0,02	0,03
НСР _{0,95} для частных средних			0,02	0,03

Содержание калия в годы исследований во всех изучаемых схемах севооборотов и в бессменном посеве весной и осенью увеличивалось, что следует считать положительным явлением, так как калий играет важную роль в жизнедеятельности растений. Только в расчленённом севообороте с тремя полями люцерны с внесением навоза (3:4:1:2) и в севообороте 3:7 содержание этого элемента от начала исследований к концу ротации севооборотов снижалось, что ещё раз говорит о

более высокой буферности почвы в этих севооборотах.

В целом содержание катионов калия в конце исследований в бессменном посеве и в севооборотах 3:7 и 2:4:1:3 весной составило 0,18-0,23 мг-экв./100 г, осенью повышалось до 0,26-0,36 мг-экв./100 г, что достоверно больше, чем в севооборотах 3:4:1:2 и 3:7, где калия весной содержалось 0,15, осенью – 0,18 мг-экв./100 г почвы.

Особую роль в мелиоративном состоянии почв, играет и катион натрия, который в поверхностных и грунтовых водах распространен преимущественно в соединении с хлором, реже с сульфат-ионом. В почве этот элемент входит в состав натрийсодержащих первичных минералов. В засоленных почвах сухостепной зоны натрий в значительных количествах может присутствовать в виде хлоридов или входить в почвенно-поглощающий комплекс, в результате чего его содержание может возрасти до 70-80 % от суммы обменных катионов (Перельман А.И., Касимов Н.С., 1999), вытесняя из ППК катионы кальция и магния.

Однако по наблюдениям В.В. Добровольского (1998), уже при содержании натрия более 30 % от суммы обменных катионов в почвенно-поглощающем комплексе наблюдается диспергация почвенных агрегатов и образование солонцов. В этом случае натрий образует соли с анионами HCO_3^- , Cl^- и SO_4^{2-} , в результате которых образуется сода (Na_2CO_3), обуславливающая сильную щелочную реакцию среды, вредную для произрастания растений. Но, по мнению А.В. Петербургского (1981), в почвах степей и полупустынь южного Казахстана в почвенно-поглощающем комплексе преобладают кальций и магний, и содержание натрия составляет не более 5 %.

В то же время, для нормального роста и развития растений в почвенном растворе необходимо сбалансированное содержание катионов натрия и калия. М.Я. Школьник (1974) в своих исследованиях обратил внимание на взаимосвязь положительного влияния натрия на обеспеченность растений калием. Кроме того, на поведение натрия определенное влияние, по мнению ученого, оказывает обеспеченность растений кальцием. Дефицит последнего приводит к острому заболеванию листьев хлопчатника (вилт) и нарушению плодообразования. Устраняются

эти симптомы добавлением в раствор натрия из расчета 10 мг-экв./л.

В наших исследованиях содержание иона натрия весной и осенью в метровом слое почвы находилось в пределах 0,015-0,018 % и составляло 5,4-7,5 % от плотного остатка солей (см. приложение 2). Следует отметить, что концентрация иона натрия в метровом слое почвы хоть и превышало таковую иона калия в 5-6 раз, но во всех вариантах опыта была ниже предельного значения солонцеватости.

Перед закладкой опыта весной по всем вариантам в почве содержалось 0,78-1,00 мг-экв./100 г, к осени этот показатель увеличивался до 1,35-1,65 мг-экв./100 г. После ротации изучаемых севооборотов в бессменном посеве и в севообороте 3:7 без внесения удобрений содержание ионов натрия весной увеличивалось до 1,09-1,17 мг-экв./100 г, что достоверно на 0,24-0,30 мг-экв./100 г больше, чем в севооборотах 3:7 и 2:4:1:3 с внесением минеральных удобрений и навоза. Но меньше всего этого иона находилось в почве севооборотов с тремя полями люцерны (3:3 и 3:4:1:2) и внесением навоза – 0,78 мг-экв./100 г, что также достоверно ниже, чем в других севооборотах и бессменном посеве (таблица 17).

Аналогичная ситуация наблюдается и в осенний период, когда содержание иона натрия в бессменном посеве и в севообороте 3:7 без внесения удобрений достигало 1,57-1,70 мг-экв./100 г, в севооборотах 3:7 и 2:4:1:3 с внесением минеральных удобрений и навоза оно возросло до 1,35-1,43, а в севооборотах с тремя полями люцерны (3:3 и 3:4:1:2) и внесением навоза оно составило 0,83-1,00 мг-экв./100 г, что математически доказуемо ниже, чем в первых двух случаях.

В целом по всем вариантам опыта весной доля иона натрия от суммы обменных катионов в конце ротации севооборотов составляла 16,0-19,6 %, но к осени его содержание в почве бессменного посева хлопчатника и в севообороте 3:7 увеличилось до 23,0-23,5 %, тогда как в расчленённых севооборотах и в севообороте с тремя полями люцерны и тремя полями хлопчатника его доля от суммы катионов уменьшилась до 14,1-17,4 %, что в обоих случаях указывает на отсутствие процесса образования солонцов, а во втором случае наблюдается улучшение мелиоративного состояния почвы по содержанию иона натрия.

Таблица 17. – Влияние хлопковых севооборотов на динамику содержания катиона натрия в слое почвы 0-100 см, мг-экв./100 г

Схема севооборота	Удобрение	Время определения	Год	
			1994	2004
Бессменный хлопчатник	без удобрения	весна	0,78	1,09
		осень	1,48	1,65
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	1,00	1,17
		осень	1,52	1,70
3:7	без удобрения	весна	0,83	1,09
		осень	1,43	1,57
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	0,78	0,87
		осень	1,35	1,43
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	0,78	0,83
осень		1,17	1,35	
3:4:1:2		весна	0,73	0,78
		осень	1,43	1,00
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	0,78	0,78
		осень	1,52	0,83
НСР _{0,95} весной			0,05	0,06
НСР _{0,95} осенью			0,06	0,07
НСР _{0,95} для частных средних			0,07	0,08

В целом суммарное содержание водорастворимых катионов перед закладкой опыта весной в бессменном посеве и в севообороте 3:7 без внесения удобрений составляло 4,97-5,22 мг-экв./100 г, тогда как в остальных севооборотах их было достоверно меньше – от 4,33 до 4,60 мг-экв./100 г почвы.

В течение ротации севооборотов концентрация катионов во всех вариантах опыта увеличивалась и в 2004 году в бессменном посеве и в севообороте 3:7 без внесения удобрений составляло 5,41-5,65 мг-экв./100 г, в остальных севооборотах увеличение произошло до 4,73-4,99 мг-экв./100 г, что, тем не менее, достоверно

меньше, чем в бессменном посеве и севообороте 3:7 без внесения удобрений (таблица 18).

Таблица 18. – Влияние хлопковых севооборотов на динамику содержания водорастворимых катионов в слое почвы 0-100 см, мг-экв./100 г

Схема севооборота	Удобрение	Время определения	Год	
			1994	2004
Бессменный хлопчатник	без удобрения	весна	4,97	5,54
		осень	6,74	7,06
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	5,22	5,65
		осень	6,03	7,24
3:7	без удобрения	весна	5,10	5,41
		осень	5,77	6,75
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	4,53	4,99
		осень	6,16	5,77
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	4,58	4,81
		осень	5,67	6,10
3:4:1:2		весна	4,33	4,73
		осень	5,85	5,73
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	4,60	4,87
		осень	6,16	5,88
НСП _{0,95} весной			0,27	0,31
НСП _{0,95} осенью			0,31	0,36
НСП _{0,95} для частных средних			0,32	0,37

Осенью содержание катионов по все вариантам опыта также увеличивалось, но к концу ротации в бессменном посеве и в севообороте 3:7 без внесения удобрений их было 6,75-7,24 мг-экв./100 г, тогда как в остальных севооборотах их концентрация была также достоверно меньше – от 5,73 до 6,10 мг-экв./100 г почвы.

В целом содержание солей и хлор-иона по слоям почвы в её трёхметровом слое в среднем за ротацию севооборотов (приложение 3) опять же было большим в

бессменном посеве хлопчатника и в севообороте, где три поля люцерны чередовались с семью полями хлопчатника (3:7) без внесения удобрений, и меньше всего их было в расчленённом севообороте с тремя полями люцерны (3:4:1:2) и в севообороте с тремя полями люцерны и тремя полями хлопчатника (3:3).

Однако, наиболее чёткое представление о темпах накопления солей в почве за вегетационный период дают коэффициенты сезонного засоления (КСЗ). Наибольшие значения этих коэффициентов, рассчитанных по содержанию плотного остатка солей и хлор-иона отмечались в слоях почвы 0-40 и 0-100 см, что означает повышение накопления солей в этих слоях почвы за время вегетации хлопчатника и других культур севооборотов (таблица 19).

Таблица 19. – Влияние хлопковых севооборотов и удобрений на коэффициенты сезонного засоления (КСЗ), среднее за 1995-2004 гг.

Слой почвы, см	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
			3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
	без удобрений	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	без удобрений	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	
КСЗ по плотному остатку							
0-40	1,30	1,32	1,13	1,18	1,15	1,10	1,07
0-100	1,27	1,29	1,11	1,19	1,13	1,12	1,09
100-200	1,08	1,10	1,01	1,06	1,05	1,06	1,05
200-300	1,04	1,06	1,02	1,02	1,03	1,03	1,01
0-300	1,12	1,14	1,04	1,08	1,06	1,07	1,05
КСЗ по хлор-иону							
0-40	2,80	2,55	2,20	2,38	2,00	2,40	1,50
0-100	3,00	2,92	2,50	3,11	3,00	3,33	2,00
100-200	1,75	1,56	1,55	1,52	1,25	1,33	1,05
200-300	1,27	1,25	1,40	1,44	1,18	1,20	1,00
0-300	1,84	1,75	1,72	1,81	1,47	1,62	1,22

За ротацию севооборотов в большей мере соленакопление по плотному остатку отмечалось при бессменном возделывании хлопчатника, где коэффициенты се-

зонного засоления составил 1,12-1,14, тогда как в остальных севооборотах он находился в пределах от 1,04 до 1,08. В то же время, произошло значительное увеличение содержания хлор-иона в слое почвы 0-100 см в севооборотах 3:7; 2:4:1:3 и 3:4:1:2 с внесением удобрений, где за вегетационный период рост коэффициента сезонного засоления по хлор-иону составил 3,0-3,3.

В двух- и трехметровом слоях почвы коэффициенты сезонного засоления имели меньшие значения, то есть здесь соленакопление за вегетацию хлопчатника происходило не столь значительно. Причем в слое почвы 200-300 см за годы ротации во всех севооборотах коэффициенты сезонного засоления по плотному остатку были близки к единице, что означает очень слабое накопление солей за вегетационный период.

При исследовании засоленных почв важно определить не только степень (количество), но и характер (тип) засоления, который устанавливается по соотношению солей различных химических элементов. В наших исследованиях во всех вариантах опыта отношение хлор- и сульфат-анионов весной составляло 0,05 к 0,08, а осенью 0,14 к 0,18, что соответствует сульфатному типу засоления. Отношение катиона Na^+ к сумме Ca^{+2} и Mg^{+2} весной было 0,22 к 0,28, осенью – 0,26 к 0,42, а катиона Mg^{+2} к Ca^{+2} – 0,65 к 0,68, что позволяет определить тип засоления как натриево-магниевый-кальциевый.

Таким образом, в почвенном растворе содержание солей и их ионов во всех изучаемых севооборотах и бессменном посеве от весны к осени достоверно увеличивалось. Такая динамика содержания солей обусловлена проведением осенне-зимних влагозарядково-промывных поливов пресной речной водой, что приводило к уменьшению содержания солей и их ионов в почве. К осени содержание солей увеличивалось из-за их поступления из более засоленных грунтовых вод.

Из общего количества солей большую долю (41-43 %) составляли соли кальция, на втором месте магния – 30-32 %, меньше было ионов натрия (18-20 %) и на последнем месте ионы калия – 4-6 %. Преобладание солей кальция и магния над солями натрия снижало токсичное действие других ионов и благоприятно сказывалось на физических свойствах почвы.

Большее содержание солей во все годы исследований наблюдалось при бес-
сменном возделывании хлопчатника и в севообороте с традиционным чередова-
нием трёх полей люцерны с семью полями хлопчатника (без внесения удобрений).
Достоверно меньше ионов всех солей было в расчленённом севообороте с тремя
полями люцерны (3:4:1:2) и чередовании трёх полей люцерны с тремя полями
хлопчатника (3:3), что обусловлено более высокой буферностью почвы, благодаря
введению в севообороты трёх полей люцерны, однолетних кормовых культур и
внесению 40 т/га навоза. Севооборот 3:7 и расчленённый севооборот с двумя по-
лями люцерны (2:4:1:3) с внесением минеральных удобрений и навоза занимали
по этим показателям промежуточное положение.

Известно, что хлопчатник обладает довольно высокой солеустойчивостью,
но большой вред растениям могут наносить токсичные соли, которые на
сероземах Голодной степи представлены сульфатами магния и натрия, хлоридами
натрия и калия (нетоксичными являются сульфат и бикарбонат кальция). Даже
небольшая концентрация токсичных солей в почве может отрицательно влиять на
рост, развитие и урожайность хлопчатника. Б.П. Строгановым с коллегами (1973)
установлено, что при общем содержании солей 1,2-1,3 %, предельная для
хлопчатника концентрация, например, хлора в почве в условиях Голодной степи
составляет 0,03-0,04 %. При этом в исследованиях А. Richards (1963) и И.
Умбетаева (1992) на устойчивость хлопчатника к засолению, в том числе и ток-
сичными солями, влияют физико-химических свойств почвы, состав и
соотношение в ней солей, химический состав солей в поливной воде, фаза
развития растений, сорт и многие другие факторы.

В наших исследованиях из токсичных солей наибольшая доля приходилась на
сульфат магния, которого в 1994 году по всем вариантам опыта весной содержалось
0,086-0,091, осенью – 0,096-0,121 % от сухой почвы, что составляло 55-59 % от сум-
мы токсичных солей (приложение 4). К концу ротации содержание этой соли в почве
весной и осенью увеличилось, но её доля от суммы токсичных солей осталась та же,
так как произошло увеличение общего количества токсичных солей. Аналогичное
наблюдалось по динамике содержания сульфата и хлорида натрия и хлорида

калия, но их содержание было существенно меньше, чем сульфата магния.

Следует отметить, что перед закладкой опыта в 1994 году в почве бессменного посева было больше токсичных сульфатов магния и натрия и хлоридов натрия и калия, чем в севооборотах. К концу ротации в 2004 году весной и ещё больше осенью различия по содержанию токсичных солей между бессменным посевом и севооборотами увеличились (см. приложение 4).

В расщеплённом севообороте с тремя полями люцерны (3:4:1:2) и в севообороте с тремя полями люцерны и тремя полями хлопчатника (3:3) токсичных солей в это время в почве сульфатов магния и натрия содержалось на 26-34 %, а хлоридов натрия и калия в 2 раза меньше, чем под бессменным посевом. В остальных севооборотах содержание этих солей имело промежуточное значение между указанными севооборотами и бессменным посевом хлопчатника.

Поэтому к концу ротации севооборотов (2004 год) самое высокое содержание токсичных солей осенью наблюдалось в почве бессменных посевов хлопчатника – 0,27 % от сухой почвы, что на 0,12 %, или в 1,8 раза больше исходного их количества. В севообороте 3:7 и в расчленённом севообороте с двумя полями люцерны (2:4:1:3) токсичных солей к этому времени стало 0,20 %, или увеличилось в 1,3 раза, что по классификации Н.Г. Минашиной (1970) соответствовало среднему засолению. В это же время в расщеплённом севообороте с тремя полями люцерны (3:4:1:2) и в севообороте с тремя полями люцерны и тремя полями хлопчатника (3:3) концентрация токсичных солей оставалась на прежнем уровне и составила, соответственно 0,18 и 0,16 %, что соответствует слабому засолению.

В этих же севооборотах нетоксичных солей в конце второй ротации также содержалось на уровне исходного состояния – 0,17 и 0,16 %, тогда в остальных севооборотах и в бессменном посевах их увеличилось до 0,19-0,21 %. При этом в бессменных посевах хлопчатника общее содержание токсичных солей за вегетацию было на 35 % больше, чем нетоксичных, тогда как в севооборотах содержание этих солей было примерно одинаковым (Аширбеков М.Ж., 2009-4).

Таким образом, лучшее мелиоративное и экологическое состояние почв по наличию токсичных и нетоксичных солей наблюдается в почве в севообороте с

расчлененной схемой и тремя полями люцерны (3:4:1:2) и короткоротационном севообороте с тремя полями люцерны и и таким же количеством полей хлопчатника (3:3), что является следствием включения в севооборот люцерны с трёхлетним её возделыванием, однолетних кормовых культур сплошного посева и внесения навоза, оказавших на почву мелиорирующее (рассоляющее) воздействие.

Кроме того, при возделывании хлопчатника на орошаемых землях положительное влияние на этот процесс оказывают профилактические промывки речной водой. Тем не менее, самая сложная экологическая ситуация по накоплению солей складывалась в почве бессменного (в течение 10 лет) возделывания хлопчатника.

Как было указано выше, на содержание солей и их ионов в почве большое влияние оказывает глубина залегания грунтовых вод, которая меняется по сезонам года. По нашим наблюдениям, выполненным в 2000-2006 гг., наиболее высокий уровень залегания грунтовых вод приходился на февраль-март месяцы (Аширбеков М.Ж., 2008), т.е. после окончания осенне-зимних промывных и влагозарядковых поливов (приложение 5).

На динамику залегания уровня грунтовых вод сильное влияние оказывают гидрогеологические условия района. Так земли, прилегающие к Кировскому магистральному каналу (ныне канал «Дружба-Достык»), находятся в условиях постоянного относительно высокого фильтрационного притока. Северная часть массива, примыкающего к Арнасайскому понижению, хорошо дренируется и грунтовые воды здесь держатся всегда на большей глубине.

В 2004 году первое повышение наблюдалось в начале вегетации, когда уровень грунтовых вод выше критической глубины 2 м имели 103667 га (76 %) от общей орошаемой площади (136842 га) Махтааральского района (приложение 6). Следует заметить, что это на 10 % меньше, чем на этот же период 2003 года. В 2015 году критический уровень залегания грунтовых вод снизился до 98,16 тыс. га, т.е. стал меньше еще на 5,7 % (Аширбеков М.Ж., 2009-5).

Второе повышение уровня грунтовых вод происходило во время проведения массовых поливов основной культуры хлопчатника в июле-августе. В 2004 году уровень залегания грунтовых вод (УГВ) в среднем за вегетационный период

отмечался выше критического на 63,3 %, что составляло 86,66 тыс. га, а в 2005 году – 55 %, или 75,14 тыс. га. Таким образом, по району наиболее низкий уровень залегания грунтовых вод (УГВ) наблюдается после вегетации, то есть в октябре-ноябре месяцы, а наиболее высокий их уровень – в феврале-марте, то есть после окончания промывных и влагозарядковых поливов.

На опытном поле в течение года в режиме грунтовых вод можно выделить два максимума и два минимума. Значительный подъем грунтовых вод отмечался во время промывания почвы и выпадения весенних осадков (зимне-весенний период) и небольшой подъем во время вегетационных поливов (летний период). Низкий уровень залегания грунтовых вод отмечался осенью, перед промывкой и летом перед проведением вегетационных поливов. Раньше режим уровня грунтовых вод в опыте обуславливался главным образом работой скважин вертикального дренажа, которые в вегетационный период работали в среднем 45-55 дней. Грунтовые воды находились в толще покровных отложений и залегали на глубине 2,7-4,5 м. Во время вегетации уровень залегания грунтовых вод понижался от весны к осени, и скорость потока грунтовых вод была крайне мала. При неглубоком залегании минерализованных грунтовых вод и слабом их оттоке процессы накопления солей протекали весьма активно.

Наиболее близкое залегание грунтовых вод на опытном участке отмечалось в начале вегетационного периода, когда грунтовые воды в апреле залегали на глубине 2,7-2,9 м и 2,9-3,1 м – в мае. Во время поливов (конец июня, июль и начало августа) грунтовые воды опускались на глубину 3,2-3,8 м. К концу вегетационного периода их уровень еще понижался и составлял 4,1-4,5 м. Следовательно амплитуда колебания грунтовых вод за период вегетации на опытном участке составила 1,4-1,7 м. Несмотря на сравнительно глубокое залегание грунтовых вод весной и относительно небольшую амплитуду колебания глубины, характер понижения их зеркала в осеннее время свидетельствуют о наличии постоянного подземного стока, направленного по уклону местности в сторону русла реки Сырдарьи.

На глубину залегания грунтовых вод существенное влияние оказали возделываемые в хлопковых севооборотах сельскохозяйственные культуры. На опыт-

ном участке грунтовые воды в среднем за вегетационный период залегали примерно на одинаковой глубине от поверхности – 3,24-3,48 м (рисунок 2).

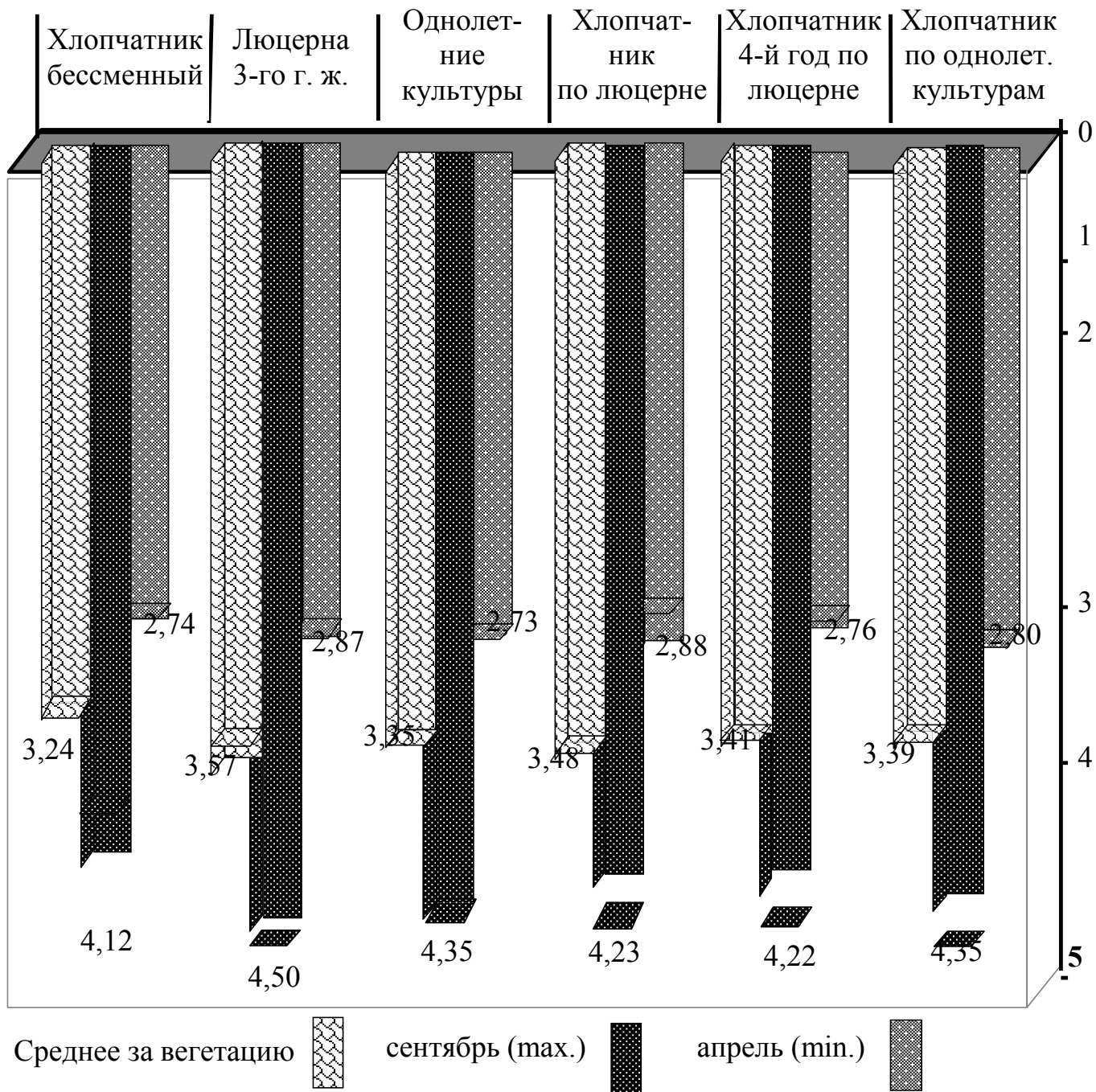


Рисунок 2. – Влияние культур хлопкового севооборота на глубину залегания грунтовых вод, см (среднее за 1995-2004 гг.)

Самое глубокое залегание грунтовых вод отмечено в сентябре месяце на люцерновом поле третьего года жизни (г.ж.) – 4,5 м, чему способствовало глубокое проникновение корневой системы этой многолетней культуры. До уровня 4,35 м поднялись воды под однолетними промежуточными культурами и

возделываемом после них хлопчатнике. Наиболее близкое залегание грунтовых вод в этом месяце было при бессменном хлопчатнике – 4,1 м, а в первый и четвертый год посева этой культуры после люцерны уровень залегания имел промежуточное значение – 4,2 м.

По мере удаления смотровых колодцев от скважины вертикального дренажа глубина залегания грунтовых вод от поверхности несколько снижалась. Различия в уровне залегания грунтовых вод при неодинаковом удалении от скважин вызвано особенностями работы вертикального дренажа в вегетационный период. Увеличение поливных норм приводит к подъёму уровня грунтовых вод в среднем за вегетацию всего лишь на 8-10 см. Однако, при более высоких поливных нормах большие подъемы их уровней наблюдали в период поливов. В дальнейшем происходит их интенсивный спад, что приводит к нивелированию грунтовых вод.

Таким образом, по глубине стояния минерализованных грунтовых вод можно говорить о полуавтоморфном режиме увлажнения и развитии процессов вторичного засоления почв.

Изменение химического состава грунтовых вод в основном связано с режимом промывки почвы, работы вертикального дренажа и орошения сельскохозяйственных культур, а также с характером подземного стока.

Минерализация грунтовых вод (ГВ) по Махтааральскому району имеет нестабильную картину и колеблется в пределах от 4,5 до 26,7 г/л по сухому (плотному) остатку. В отдельных скважинах района, например скважины находящиеся на территории Сардобинского понижения, в отделениях «40 лет Казахской ССР» совхоза «Пахтаарал» Махтааральского района и в отделениях № 4 и 5 совхоза имени Ленина Джетысайского района имеют еще более высокую минерализацию, которая составляет 50-70 г/л (Аширбеков М.Ж., 2009).

По району минерализация грунтовых вод в основном подчинена гидрогеологической и гидротехнической зональности. Так у рек и каналов она менее минерализована. Изменяется минерализация по сезонам года и резко увеличивается в маловодные годы. По многолетним наблюдениям в 1970-1980 гг. минимальная минерализация составляла 500 мг/л, то в 2004 году она снизилась на 44 мг/л. По

характеру химизма минерализация преимущественно сульфатно-хлоридно-натриево-магниевая. В районе первой надпойменной террасы и вблизи канала «Дружба-Достык» она в основном гидрокарбонатно-сульфатно-натриевая.

В Махтааральском районе в конце вегетационного периода возделывания хлопчатника площадь земель с минерализацией грунтовых вод до 1 г/л в 2005 году уменьшилась в 9 раз в сравнении с предыдущим годом, составляя всего 70 га, или 0,9 % от общей орошаемой пашни (приложение 7). Минерализация грунтовых вод в пределах 1-3 г/л и 3-5 г/л отмечалась на площади, соответственно, 49,6 тыс. га (35,7 %) и 42,5 тыс. га (30,6 %) с превышением относительно 2004 года на 15,9 и 17,3 тыс. га. Уменьшение площади земель наблюдалось в категории минерализации 5-10 г/л на 13 % и более 10 г/л – в 4 раза. Однако площади земель по степени минерализации за год изменились незначительно.

Сезонный минимум минерализации грунтовых вод отмечается весной, когда под действием промывных вод и атмосферных осадков происходит опреснение грунтовых вод. В период вегетации хлопчатника отмечалось повышение минерализации грунтовых вод, особенно заметно оно возрастало после завершения поливов. Максимум минерализации отмечается в конце вегетации, в основном за счет усиленного испарения грунтовых вод.

Грунтовые воды района по химизму засоления относятся к хлоридно-сульфатным (соотношение $Cl^- : SO_4^{2-} = 0,4-0,5$) и их общая минерализация увеличивается за счёт накопления, главным образом сернокислых солей натрия, хлоридов магния и натрия.

Важную роль на режим влажности почвы играет режим орошения и уровень залегания грунтовых вод, который, в свою очередь, тесно связан с режимом работы скважины вертикального дренажа и расположением опытного участка по отношению к последнему. В начале вегетации растения хлопчатника расходовали мало воды, так как их листовая поверхность в это время небольшая, а температура воздуха сравнительно низкая. При появлении первых листочков хлопчатник расходовал 10-12 м³/га воды за сутки, а во время бутонизации расход воды хлопковым полем увеличился до 35-50 м³/га. Больше всего хлопчатник потреблял

воды в период цветения и плодообразования, когда среднесуточный расход достигал 90-100 м³/га, а иногда и больше. Во время созревания расход воды уменьшался до 30-40 м³/га. Из общего количества воды, расходуемой хлопковым полем, около 30-35 % испарялось почвой, а 65-70 % расходовал хлопчатник для формирования урожая.

На основании объема расхода воды хлопковым полем планируется количество и норма поливов в период вегетации хлопчатника. Для оптимального роста и развития растений хлопчатника необходимо, чтобы содержание влаги в почве не снижалось ниже 65-70 % от ППВ, но лучше поддерживать его на уровне 70-75 % от ППВ.

В среднем за 10 лет исследований за счет влагозарядково-промывного осенне-зимнего полива и осадков, выпадавших в холодный период года, содержание влаги в почве опытного участка во время посева и до появления всходов, как правило, было высоким и при обеих нормах полива составляла 83,4-83,5 % от ППВ в слое почвы 0-40 см и 97,5-97,6 % в метровом слое (таблица 20).

Таблица 20 – Влажность почвы во время вегетации хлопчатника, % ППВ

(среднее за 1994-2004 гг.)

Норма полива, м ³ /га	Слой почвы, см	Во время посева	Полив			Во время уборки
			первый	второй	третий	
Обычная (800)	0-40	83,4	66,2	65,1	64,7	57,3
	0-100	97,5	70,4	69,3	68,8	62,8
Повышенная (1200)	0-40	83,5	66,4	68,3	67,9	63,2
	0-100	97,6	70,5	73,4	72,3	68,4

По мере повышения среднесуточных температур воздуха ко времени проведения первого полива наблюдалось постепенное иссушение метрового слоя почвы до 70,4-70,5 % ППВ и до 66,2-66,4 % в слое 0-40 см, но оставалась оптимальной и не менялась от норм полива. Перед вторым и третьим поливами влажность метрового слоя почвы также соответствовала оптимальной, изменяясь в небольшом диапазоне – 68,8-69,3 % от ППВ при обычной норме полива – 800 м³/га и 72,3-73,4 %

– при повышенной норме 1200 м³/га. Во время уборки хлопчатника влажность почвы метрового слоя снизилась до 62,8-68,4 % от ППВ.

Таким образом, в течение вегетационного периода влажность почвы хотя и имела тенденцию к снижению от весны к осени, но проведение поливов вышеуказанными нормами в одни и те же сроки обеспечивало поддержание планируемого оптимального режима предполивной влажности почвы. Повышение поливной нормы в 1,5 раза сверх дефицита влаги не приводило к переувлажнению почвы, хотя влажность была несколько выше, чем при норме, рассчитанной по дефициту влаги.

За вегетационный период происходило изменение запасов влаги в почве. В среднем за годы исследований от посева до уборки наблюдалось иссушение почвы, особенно метрового слоя, где потери влаги составили 86-102 мм, что на 7-14 мм, или на 8,1-13,7 % меньше, чем в слое 100-200 см (таблица 21).

Таблица 21. – Расход влаги в почве за вегетационный период, мм

(среднее за 1994-2004 гг.)

Норма полива, м ³ /га	Слой почвы, см	Время определения		Расход влаги	
		весна	осень	мм	%
Обычная (800)	0-100	287	185	102	39
	100-200	305	217	88	34
	200-300	355	285	70	27
	0-300	947	687	260	100
Повышенная (1200)	0-100	287	201	86	36
	100-200	310	231	79	33
	200-300	370	296	74	31
	0-300	967	728	239	100

Наименьший расход влаги был зафиксирован из третьего метра почвенного профиля, что в первую очередь связано с эффективной работой вертикального дренажа и меньшим использованием растениями хлопчатника грунтовых вод из этого слоя почвы, где запасы влаги уменьшились на 70-74 мм. В целом из трехметрового слоя за период вегетации хлопчатника было израсходовано 239-260 мм

влаги.

Следует отметить, что повышение поливной нормы с 800 до 1200 м³/га способствовало снижению расхода влаги из трехметрового слоя почвы на 20-25 мм, что обусловлено более высокой влажностью почвы к концу вегетационного периода при повышенных нормах полива. От общего расхода влаги из трехметрового слоя почвы наибольшим – 36-39 % он был в слое 0-100 см. Из слоя 100-200 см и 200-300 см расходовалась меньше влаги – 33-34 и 27-31 % соответственно.

Из суммарного водопотребления хлопчатника при его бессменном посеве и в севообороте, наибольшие доли в водном балансе занимали оросительная норма и содержание влаги в трехметровом слое почвы. При обычной норме полива (800 м³/га) оросительная норма составляла 35-37 %, при повышенной норме полива (1200 м³/га) – 41-44 % от суммарного водопотребления, а при проведении двух поливов она снизилась до 26-29 % (таблица 22).

Из почвенных влагозапасов хлопковым полем расходовалось от 30 %, где полив осуществлялся повышенной нормой, до 38 % от общего расхода воды при обычной норме. При этом количество израсходованной влаги из почвы мало различалось, а атмосферные осадки составляли наименьшую долю водного баланса. При разных условиях полива их доля находилась в пределах от 6 до 18 % от общего расхода воды хлопковыми полями.

Из грунтовых вод хлопковыми полями израсходовано от 16 до 22 % влаги. При этом их доля в водопотреблении хлопчатника при поливах по дефициту влаги нормой 800 м³/га и при двух поливах в среднем снижалась на 3-4 % в сравнении с таковой, если полив проводили повышенной нормой.

При относительно неглубоком залегании минерализованных грунтовых вод и бессменном возделывании хлопчатника солевой баланс ухудшался, о чём было показано выше. Накопление солей в почве во время вегетации хлопчатника наблюдалось также при его возделывании в севообороте. Для недопущения засоления в хлопковых севооборотах необходимо накапливающиеся соли периодически из почвы удалять, для чего Б.В. Федорова (1964) рекомендует проводить на засоленных почвах Голодной степи ежегодные эксплуатационные промывки поч-

вы пресной речной водой.

Таблица 22 – Влияние севооборота на суммарный расход влаги хлопковым полем, м³/га (среднее за 1994-2004 гг.)

(данные М.Ж. Аширбекова, 2012-3)

Статья водного баланса	Размещение хлопчатника		Среднее
	бессменно	в севообороте	
Норма полива 800 м³			
Оросительная норма	<u>2400</u> 35	<u>2650</u> 37	<u>2525</u> 37
Атмосферные осадки	<u>629</u> 9	<u>629</u> 9	<u>629</u> 9
Почвенная влага из слоя 300 см	<u>2670</u> 39	<u>2640</u> 38	<u>2655</u> 38
Поступление влаги из грунтовых вод	<u>1220</u> 18	<u>1100</u> 16	<u>1160</u> 17
Суммарное водопотребление	6924		
Повышенная норма полива 1200 м³/га			
Оросительная норма	<u>3200</u> 41	<u>3500</u> 44	<u>3350</u> 43
Атмосферные осадки	<u>458</u> 6	<u>458</u> 6	<u>458</u> 6
Почвенная влага из слоя 0-300 см	<u>2470</u> 31	<u>2320</u> 30	<u>2395</u> 30
Поступление влаги из грунтовых вод	<u>1755</u> 22	<u>1605</u> 20	<u>1680</u> 21
Суммарное водопотребление	7889		
Два полива			
Оросительная норма	<u>1850</u> 26	<u>2050</u> 29	<u>1950</u> 28
Атмосферные осадки	<u>1240</u> 18	<u>1240</u> 18	<u>1240</u> 18
Почвенная влага из слоя 0-300 см	<u>2590</u> 37	<u>2470</u> 35	<u>2530</u> 36
Поступление влаги от грунтовых вод	<u>1340</u> 19	<u>1260</u> 18	<u>1300</u> 18
Суммарное водопотребление	7020		

Примечание – числитель – м³/га,
знаменатель – % от суммарного водопотребления.

Наблюдениями В.А. Легостаева (1953) установлено, 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 опресняет метровый слой почвы по хлор-иону до требуемого предела (ниже 0,010 % от массы) и почва в начале вегетации остается хоть и слабо, но засоленной. Такое же наблюдается и со слоем почвы 0-300 см, который остается слабозасоленным как до промывки, так и после её проведения.

Поэтому в наших исследованиях ежегодную промывку речной водой проводили нормой 3000-3500 м³/га, превышающей в несколько раз дефицит влаги в почве, и тем самым обеспечивающей опреснение почвы до намеченного предела. При этом предполагалось, что к весне содержание всех солей и, особенно, токсичных солей в активном слое почвы по всем вариантам опыта должны иметь низкие и близкие между собой показатели.

Установлено, что эксплуатационная промывка речной водой такой нормой обеспечивала устойчивый солевой режим активного (0-100 см) и более глубокого слоя почвы (0-300 см). Так, из метрового слоя почвы в среднем за 10 лет ротации изучаемых севооборотов больше всего было вымыто солей из метрового слоя почвы, где хлопчатник возделывали бессменно. В этом варианте по плотному остатку вымыто 20-21 % солей от исходного содержания, а количество рассчитанных по хлор-иону солей уменьшилось на 63-67 %. В то же время в севооборотах в результате промывки количество солей по плотному остатку снизилось на 6-14 %, по хлор-иону – на 50-70 % (таблица 23).

Большее количество вымытых из почвы солей в бессменном посеве хлопчатника обусловлено большим их содержанием в почве перед проведением промывки. В метровом слое количество солей по плотному остатку в бессменном посеве снизилось с 0,455-0,458 % до 0,361-0,362 %, или количество солей уменьшилось на 0,094-0,096 %, по хлор-иону снижение составило от исходных 0,036-0,035 % до 0,012-0,013 %, или на 0,024-0,022 %. В то же время, например, в расчленённом севообороте с тремя полями люцерны (3:4:1:2) снижение количества солей по плотному остатку составило от исходных 0,335 до 0,303 %, по хлор-иону с 0,020

до 0,060, или, соответственно, солей уменьшилось на 0,032 и 0,014 %, что в 2,9-3,0 раза меньше по плотному остатку и в 1,6-1,7 раза меньше по хлор-иону.

Таблица 23. – Влияние эксплуатационной промывки речной водой на вымывание солей из почвы в течение ротации севооборотов

(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Содержание, %		Вымыто солей, %	
чередование культур	удобрение	плотный остаток	Cl ⁻	по плотному остатку	по Cl ⁻
Слой почвы 0-100 см					
Бессменный хлопчатник	–	<u>0,455</u> 0,362	<u>0,036</u> 0,012	20	67
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	<u>0,458</u> 0,361	<u>0,035</u> 0,013	21	63
3:7	–	<u>0,390</u> 0,359	<u>0,029</u> 0,012	8	59
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ 40 т/га навоза	<u>0,369</u> 0,316	<u>0,027</u> 0,009	14	67
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	<u>0,353</u> 0,316	<u>0,022</u> 0,008	11	64
3:4:1:2		<u>0,335</u> 0,303	<u>0,020</u> 0,006	10	70
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	<u>0,329</u> 0,310	<u>0,014</u> 0,007	6	50
Слой почвы 0-300 см					
Бессменный хлопчатник	–	<u>0,467</u> 0,407	<u>0,036</u> 0,021	13	42
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	<u>0,468</u> 0,412	<u>0,036</u> 0,022	12	39
3:7	–	<u>0,428</u> 0,400	<u>0,028</u> 0,020	7	29
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ 40 т/га навоза	<u>0,400</u> 0,350	<u>0,026</u> 0,015	13	42
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	<u>0,385</u> 0,345	<u>0,021</u> 0,013	11	38
3:4:1:2		<u>0,370</u> 0,335	<u>0,019</u> 0,010	10	47
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	<u>0,370</u> 0,325	<u>0,014</u> 0,010	12	29

Примечание: в числителе – до промывки; в знаменателе – после промывки

Расчёты показали, что в среднем за годы исследований из метрового слоя почвы 1 м^3 воды вымывал по вариантам опыта от 2,0 до 5,4 кг солей по плотному остатку и 0,5-0,9 кг по хлор-иону, а из трехметрового слоя вымывалось 4,7-10,5 и 0,7-1,5 кг (Аширбеков М.Ж., 2014).

Следует отметить, что после промывки содержание солей по плотному остатку и по хлор иону во всех вариантах опыта становилось примерно одинаковым, с небольшим их превышением в бессменном посеве хлопчатника. Поэтому можно заключить, что для снижения засоленности почв в бессменном посеве до безопасных для произрастания растений хлопчатника, требуется установленная в опытах норма полива $3000\text{-}3500 \text{ м}^3/\text{га}$, тогда как для уменьшения количества солей до безопасных величин в хлопковых севооборотах, особенно, при включении в севооборот трёх полей люцерны, однолетних кормовых культур с внесением 40 т/га навоза (3:4:1:2) потребуется значительно меньшая поливная норма, что может иметь большое народно-хозяйственное значение, так как потребуются меньше подавать воды, меньше расходовать электроэнергии, снизить расходы других материально-технических и людских ресурсов.

Таким образом, по степени минерализации оросительная вода, используемая для полива в Махтааральском районе и в наших исследованиях, является пригодной для орошения всех возделываемых в Казахской части Голодной степи сельскохозяйственных культур, в том числе хлопчатника. Однако, даже при норме полива 800 м^3 наблюдается увеличение содержания солей и их ионов в почве всех изучаемых севооборотов и бессменном посеве хлопчатника, что является следствием поднятия уровня грунтовых вод во время полива и более высокой их минерализации. Но больше всего солей накапливается в бессменном посеве, достоверно самое низкое содержание солей, их анионов и катионов в течение ротации севооборотов наблюдалось в расчленённом севообороте с тремя полями люцерны (3:4:1:2) и в севообороте, где три поля люцерны чередуются с тремя полями хлопчатника (3:3). В остальных севооборотах концентрация солей имела промежуточное значение. Высокоэффективным приёмом снижения засоленности почвы является весенне-зимняя профилактическая

промывка почвы речной водой нормой 3000-3500 м³/га. Но для удаления значительно меньшего количества солей из почвы севооборотов 3:4:1:2 и 3:3 требуется меньше воды, чем для промывки почвы со значительно большим содержанием солей в других изучаемых севооборотах и, особенно, в бессменном посеве хлопчатника.

3.2. Органическое вещество почвы

Важнейшим показателем почвенного плодородия является наличие в нём органического вещества (Турусов В.И., и др., 2017; Коржов С.И., и др., 2017). Как установлено многими исследователями, от количества поступающего и содержащегося в почве органического вещества во многом зависит плодородие почвы, её физические, химические и биологические свойства (Шрамко Н.В., Вихорева Г.В., 2016). Основными источниками поступления в почву органического вещества являются неиспользуемые остатки возделываемых в поле растений – корни, остатки стеблей, опавшие листья и т.д., а также вносимые органические удобрения – навоз, компосты, зелёные растения (Ниязалиев Б. И., 2016; Чебочаков Е.Я., Шпедт А.А., 2018).

В наших исследованиях в течение ротации севооборотов наибольшее количество органической массы в почве накапливала люцерна трёх лет пользования. В севооборотах с тремя полями люцерны (3:3; 3:7 и 3:4:1:2) ежегодно в слой почвы 0-60 см поступало от 20,4 до 21,7 т/га корневых и пожнивных остатков, тогда как при двухлетнем возделывании люцерны (схема 2:4:1:3) в почву поступало всего 16,9 т/га органического вещества, что на 3,5-4,8 т/га, или на 17,2-22,1 % меньше (таблица 24).

Возделывание ячменя и пожливной кукурузы на силос в расчленённых севооборотах 2:4:1:3 и 3:4:1:2 обеспечивало дополнительное поступление в почву 6,6-7,1 т/га растительных остатков ячменя и 13,0-1,36 т/га остатков кукурузы. Следует отметить, что основная масса корневых остатков всех возделываемых в севооборотах культур – 75-78 % находится в верхнем пахотном слое почвы 0-30 см (Аширбеков М.Ж., 2010-1).

Таблица 24. – Накопление корневых и пожнивных остатков кормовыми культурами хлопковых севооборотов, т/га

(среднее за ротацию севооборотов, 1995-2004 гг.)

(данные М.Ж. Аширбекова, 2012-4)

Вариант		Слой почвы, см	Люцерна			Ячмень	Кукуруза на силос (пожнивно)
чередование культур	удобрение хлопчатника		1 г.ж.	2 г.ж.	3 г.ж.		
3:7	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	7,8	12,0	15,3	–	–
		30-60	3,0	4,2	5,1		
		0-60	10,8	16,2	20,4		
2:4:1:3		0-30	7,9	12,8	–	5,6	10,0
		30-60	3,0	4,1		1,0	3,0
		0-60	10,9	16,9		6,6	13,0
3:4:1:2		0-30	8,4	12,9	16,0	6,0	10,6
		30-60	3,0	4,6	5,7	1,1	3,0
		0-60	11,4	17,5	21,7	7,1	13,6
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0-30	8,2	12,3	15,8	–	–
		30-60	2,9	4,3	5,2		
		0-60	11,0	16,6	21,0		

В среднем за ротацию хлопковых севооборотов (с учётом поступления в почву 1,5-2,0 т/га растительных остатков хлопчатника) больше всего пожнивных и корневых остатков поступало в севообороте 3:4:1:2с тремя полями люцерны и полем однолетних культур (озимый ячмень + кукуруза на силос, пожнивно) – 52,9 т/га ежегодно (таблица 25).

На 4,2 т/га, или на 7,9 % меньше поступает органического вещества в почву севооборота с двумя полями люцерны и полем однолетних культур (2:4:1:3). Ещё меньше – в 1,6 и 2,0 раза корневых и пожнивных остатков накапливается в почве после севооборотов с тремя полями люцерны (3:7 и 3:3), чем в севообороте 3:4:1:2, и меньше всего органической массы поступает в почву при бесменном возделывании хлопчатника – 17,5 т/га за 10 лет.

Таблица 25. – Ежегодное поступление в почву корневых и пожнивных остатков в хлопковых севооборотах, т/га

(среднее за ротацию севооборотов, 1995-2004 гг.)

Вариант		Культура				Всего
чередование культур	удобрение хлопчатника	люцерна	ячмень	кукуруз	хлопчатник	
Хлопчатник бессменно		-	-	-	17,5	17,5
3:7	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	20,4	-	-	12,2	32,6
2:4:1:3		16,9	6,6	13,0	12,2	48,7
3:4:1:2		21,7	7,1	13,6	10,5	52,9
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	21,0	-	-	5,2	26,2

Поступление в почву большого количества растительных остатков, особенно люцерны, обогащающих почву азотом, фосфором и другими элементами питания, оказывает существенное влияние на содержание в почве гумуса (Лошаков В.Г., 2012; Кислов А.В. и др., 2018).

В наших исследованиях при бессменном возделывании хлопчатника, где меньше всего в почву поступало растительных остатков, в течение десяти лет наблюдалась сильная минерализация органического вещества почвы, что привело к снижению содержания гумуса в слое почвы 0-50 см на 0,03-0,4 % и уменьшению его валовых запасов на 2,2-2,4 т/га (Аширбеков М.Ж., 2010). При этом внесение минеральных удобрений в дозе N₂₅₀P₁₇₅K₉₀ не только не предотвратило, но даже и не сдержало этот процесс.

В севообороте 3:7 повторное возделывание люцерны на одном поле за счёт поступления её корневых и пожнивных остатков с применением и без применения удобрений не привело к столь значительному уменьшению запасов гумуса в почве в сравнении с исходным его количеством. На протяжении всей ротации его содержание практически не изменилось, находясь на уровне 0,76-0,83 % (55-57 т/га) (таблица 26).

Довольно ровные показатели по содержанию гумуса и его валовых запасов в бессменных посевах хлопчатника и в севообороте 3:7 говорит о стабилизации содер-

Таблица 26. – Изменение содержания и валовых запасов гумуса в течение ротации хлопковых севооборотов в слое почвы 0-50 см

Вариант		Содержание гумуса, %			Запасы гумуса, т/га		
чередование культур	удобрение хлопчатника	1994 г.	2004 г.	+ / -	1994 г.	2004 г.	+ / -
Хлопчатник бессменно	без удобрений	0,64	0,60	-0,04	42,0	39,6	-2,4
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0,65	0,62	-0,03	43,1	40,9	-2,2
3:7	без удобрений	0,76	0,76	0	50,0	50,0	0
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,84	0,83	-0,01	55,1	54,6	-0,5
2:4:1:3		0,83	0,87	+0,04	54,8	57,5	+2,7
3:4:1:2		0,87	0,98	+0,11	57,1	64,8	+7,7
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0,95	0,96	+0,01	62,6	63,1	+0,5

жания органического вещества в почве в этих вариантах, как с внесением удобрений и навоза, так и без их внесения. Такое явление наблюдали в своих исследованиях В.М. Семёнов и Б.М. Когут (2015), когда поступление одинакового количества растительных остатков в течение длительного времени приводило к стабилизации содержания органического вещества в почве, и при увеличении поступления растительной массы содержание органического вещества в почве увеличивалось до определённого предела и опять стабилизировалось.

Исходя из этого можно утверждать, что в севообороте 3:3 также наблюдается стабилизация содержания гумуса в почве с его содержанием 0,95-0,96 % (62,6-63,1 т/га), тогда как в севообороте 2:4:1:3 и, особенно 3:4:1:2, насыщения почвы органическим веществом не наступило, так как в первом севообороте содержание гумуса увеличилось на 0,04, во втором на 0,11 %, с соответствующим увеличением валового запаса гумуса на 2,7 и 7,7 т/га. То есть в этих севооборотах в почве процессы гумификации преобладали над процессами минерализации органического вещества.

Такое увеличение содержания гумуса в севообороте 3:4:1:2 способствовало повышению плодородия почвы, улучшению её водно-физических и других свойств, что, в свою очередь, обеспечило лучшие условия для роста и развития

растений хлопчатника и других возделываемых в этом севообороте культур (Аширбеков М.Ж., 2010).

В то же время, исключение одного поля люцерны из севооборота 3:4:1:2 и увеличение в севообороте 2:4:1:3 одного поля хлопчатника приводит почти к трёхкратному уменьшению накопления гумуса в почве и, как следствие, ухудшению агрофизических, химических и других свойств почвы по сравнению с севооборотом 3:4:1:2 с тремя полями люцерны. Это ещё раз говорит о огромной роли люцерны в сохранении и повышении плодородия почвы в хлопковых севооборотах.

Снижение содержания гумуса в почве при бессменном посеве, его стабилизация в севообороте 3:7 и 3:3 и устойчивое увеличение в севообороте 2:4:1:3 и, особенно в севообороте 3:4:1:2, наблюдалось во все годы ротации севооборотов (приложение 8), что привело к соответствующему увеличению или уменьшению валовых запасов гумуса в пахотном (0-30 см) и подпахотном (30-50 см) слоях почвы (приложение 9).

Следует отметить, что в бессменном посеве и в севообороте 3:7 с внесением удобрений и без них изменения по содержанию и валовым запасам гумуса по обоим слоям почвы одинаковые. В расчленённых севооборотах с двумя (2:4:1:3) и тремя (3:4:1:2) полями люцерны, внесением минеральных удобрений и 40 т/га навоза под четвёртый год возделывания хлопчатника с включением одного поля и получением двух урожаев кормовых культур в год (ячмень на зерно + кукуруза на силос) наблюдается значительно большее увеличение гумуса в течение ротации севооборотов в верхнем тридцатисантиметровом слое почвы, чем в слое почвы 30-50 см. В севообороте 3:3 с тремя полями люцерны и таким же количеством полей хлопчатника и внесением только минеральных удобрений в верхнем слое почвы за это время произошло уменьшение содержания гумуса на 0,02 %, а в слое почвы 30-50 см увеличение на 0,06 %. Видимо это можно объяснить тем, что навоз запахивается на глубину обрабатываемого слоя почвы (30 см), что и способствует увеличению содержания гумуса в пахотном слое почвы с его внесением, а корневая система люцерны проникает в почву значительно глубже 30 см и в анаэробных условиях обеспечива-

ется процесс гумусообразования, что и наблюдается в севообороте с тремя полями люцерны и таким же количеством полей хлопчатника.

Таким образом, при бессменном посеве хлопчатника, его растительные остатки и вносимые минеральные удобрения не обеспечивали потребности растений в элементах питания, которые компенсировались за счёт минерализации имеющегося в почве гумуса, что и приводило к существенному снижению его содержания в почве.

Положительный баланс гумуса в почве и его расширенное воспроизводство наблюдалось в удобряемых хлопково-люцерновых севооборотах с тремя полями люцерны и тремя полями хлопчатника (3:3), и в севообороте 2:4:1:3 с двумя полями люцерны, полем однолетних культур, внесением минеральных удобрений и 40 т/га навоза. При выращивании хлопчатника в севообороте с традиционной схемой 3:7 имело место простое воспроизводство почвенного плодородия с бездефицитным балансом гумуса.

Наибольшее увеличение содержания гумуса в почве за ротацию севооборота (10 лет) наблюдается в севообороте 3:4:1:2 с насыщением хлопчатником 60 %, где применяли минерально-органическую систему удобрений с внесением 40 т/га навоза один раз за ротацию под четвертый год возделывания хлопчатника после распашки трехлетней люцерны. Происходит это благодаря поступлению в почву большого количества корневых и пожнивных остатков люцерны и однолетних культур, а также внесению минеральных удобрений в дозе $N_{200}P_{150}K_{90}$ и 40 т/га навоза под четвертую культуру хлопчатника после распашки люцерны (Аширбеков М.Ж., 2010).

Поэтому для почв Голодной степи самым эффективным с точки зрения сохранения и повышения почвенного плодородия следует считать десятипольный хлопково-люцерновый севооборот 3:4:1:2 с трёхлетним произрастанием люцерны, внесением минеральных удобрений и 40 т/га навоза под четвертый хлопчатник после люцерны и включением после четырёх лет возделывания хлопчатника одного поля кормовых культур (ячмень на зерно + кукуруза на силос, пожнивно), обеспечивающих получение двух урожаев в год.

3.3. Физические и водные свойства почвы

В середине XX века, когда повсеместно хлопчатник возделывали бесменно, А.Н. Розанов (1951), С.Н. Рыжов и К.Б. Саакянц (1958) отмечали, что в почвах Голодной степи, сформированных на лессовых отложениях, содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном слое почвы составляло 50-55 % и коэффициент структурности почвы находился в пределах от 1,0 до 1,3.

В наших исследованиях через 45-50 лет в бесменных посевах хлопчатника в начале ротации изучаемых севооборотов (1995 г.) содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном слое почвы и коэффициент структурности был таким же (приложение 10). По шкале оценки структурного состояния почвы И.С. Кауричева (1986) структура такой почвы оценивается как удовлетворительная, тогда как во всех других изучаемых севооборотах по той же шкале она была хорошей с содержанием агрономически ценных агрегатов более 60 %. Но самое большое количество агрономически ценных агрегатов находилось в почве севооборота 3:4:1:2, где их количество в пахотном слое составляло 68,7 %, в подпахотном – 67,0 %. Здесь был и самый высокий коэффициент структурности (K_c) – 2,0 и 1,9 (Аширбеков М.Ж., 2012).

В конце ротации севооборотов (2004 г.) структура пахотного слоя почвы в бесменных посевах хлопчатника также оставалась удовлетворительной с неизменившимся содержанием агрономически ценных агрегатов 54,5-55,6 % (приложение 11). Не произошло существенного изменения количества агрономически ценных агрегатов и во всех других изучаемых севооборотах, где их содержалось также более 60 % и структура являлась хорошей, кроме севооборота 3:4:1:2, где их количество за ротацию севооборота увеличилось в пахотном слое на 3,80 % и составило 72,5 %.

За ротацию севооборотов не произошло увеличения показателя коэффициента структурности почвы, который в бесменных посевах как и в начале ротации составлял 1,2-1,4, в изучаемых севооборотах – 1,7-1,9, тогда как, опять же, в севообороте 3:4:1:2 он за эти годы увеличился на 0,2 единицы и составил 2,2.

То есть, возделывание хлопчатника в бессменных посевах как без внесения удобрений, так и на удобренном фоне не приводит к улучшению структуры почвы, которая во все годы исследований является удовлетворительной с содержанием агрономически ценных агрегатов 50-55 %. Посев хлопчатника в севообороте улучшает структурность почвы до хорошей, где ценных агрегатов 62-66 %, но самая лучшая структура наблюдается в расчленённом севообороте с тремя полями люцерны (3:4:1:2) – 72,5 % к концу ротации севооборота. В этом же севообороте к этому времени самый высокий коэффициент структурности почвы – 2,2, тогда как в других севооборотах от составляет 1,7-1,9, а в бессменном посевах хлопчатника – 1,2-1,4.

Важным показателем физических свойств почвы является её макро- и микроагрегатный состав. Установлено, что в начале ротации изучаемых севооборотов (1995 г.) в серозёмно-луговой почве преобладала микроагрегатная фракция размером 0,25-0,05 мм (мелкий песок), содержание которой в пахотном слое (0-30 см) составляло 62-81 %. Но наибольшее количество водопрочных макро- и микроагрегатов – 93,4 % от общей массы абсолютно сухой почвы, находилось в севообороте, где хлопчатник возделывали по схеме 3:4:1:2 с внесением 40 т/га навоза под четвёртый хлопчатник после распашки трёхлетней люцерны (таблица 27).

При бессменном возделывании хлопчатника как без внесения удобрений, так и на удобренном фоне их количество было на 24 % меньше. Характерно, что под воздействием севооборота и внесения навоза существенно снизилось содержание фракции крупной пыли (частицы размером 0,05-0,01 мм). В пахотном слое её содержание в варианте с неудобренным бессменно возделываемым хлопчатником составляло 27,9 %, а в севообороте, где его возделывали по схеме 3:4:1:2 – всего лишь 4,6 %, т. е. почти в шесть раз меньше.

Следует отметить, что почва во всех вариантах характеризовалась небольшим содержанием водопрочных агрегатов размером более 1,0 мм – 0,3-2,5 %. Кроме того, наблюдалось увеличение доли крупной пыли (0,05-0,01 мм) в глубинных горизонтах почвы с одновременным снижением доли фракции 0,25-0,05 мм (Аширбеков М.Ж., 2012).

Таблица 27. – Макро- и микроагрегатный состав почвы перед ротацией хлопковых севооборотов в 1995 г., %

Вариант		Слой почвы, см	Размер агрегатов, мм					
чередование культур	удобрение		>1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	<0,01
Бессменный хлопчатник	без удобрения	0-30	0,3	0,5	1,3	67,3	27,9	2,7
		30-50	0,2	0,4	0,7	68,9	24,0	5,8
		50-80	0,2	1,0	0,8	58,8	36,0	3,2
		80-140	0,4	0,6	0,5	38,1	57,4	3,0
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0-30	0,6	0,7	1,7	66,5	28,2	2,3
		30-50	0,2	0,4	1,0	74,6	21,2	2,6
		50-80	0,7	0,7	0,8	61,6	34,1	2,1
		80-140	0,4	0,5	0,9	45,1	50,5	2,6
3:7	без удобрения	0-30	0,8	0,9	1,9	73,4	20,4	2,6
		30-50	0,3	0,6	1,4	78,6	16,2	2,9
		50-80	0,6	0,5	0,9	64,3	31,0	2,7
		80-140	0,3	0,4	0,4	56,1	42,1	0,7
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	1,7	1,9	4,2	73,1	16,5	2,6
		30-50	0,6	1,0	1,4	76,4	18,2	2,4
		50-80	0,2	0,8	3,0	53,6	39,7	2,7
		80-140	0,1	0,5	0,3	51,3	45,1	2,7
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	1,8	2,6	5,3	75,0	13,0	2,3
		30-50	0,9	1,8	2,9	74,6	17,4	2,4
		50-80	0,3	1,2	1,8	58,3	35,3	3,1
		80-140	0,3	0,6	0,7	51,8	44,9	1,7
3:4:1:2	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	2,5	3,4	6,1	81,4	4,6	2,0
		30-50	1,4	1,8	3,6	75,0	16,4	1,8
		50-80	0,8	0,9	1,3	56,7	37,3	3,0
		80-140	0,4	0,7	0,6	50,0	45,6	2,7

К концу ротации севооборотов (2004 г.) в пахотном слое почвы количество водопрочных макро- и микроагрегатов увеличилось, что особенно заметно в расчлененных схемах севооборотов (2:4:1:3 и 3:4:1:2), где этот показатель увеличился от 2 до 4 % (таблицы 28). Это даёт основание утверждать, что тенденция улучшения водопрочности макро- и микроагрегатного состояния почвы, выявленная в начале ротации, сохранилась, особенно хорошо это проявляется в расчленённых схемах хлопковых севооборотов.

Возделывание хлопчатника в бессменных посевах приводило к уменьшению содержания водопрочных агрегатов и увеличению дисперсности почвы. Коэффициент дисперсности по Н.А. Качинскому (1970) при бессменном хлопчатнике в слое почвы 0-30 см составлял 28,87-31,92 %, тогда как в севообороте с семью полями хлопчатника (3:7) и в расчленённом севообороте с двумя полями люцерны (2:4:1:3) этот показатель снизился до 24,00-25,24 %, но самым низким он был в расчленённом севообороте с тремя полями люцерны (3:4:1:2) и при чередовании трёх полей люцерны с тремя полями хлопчатника (3:3) – 23,22 и 22,35 % (таблица 29). Это указывает на меньшую потенциальную способность почвы к структурированию при бессменном возделывании хлопчатника, тогда как в севообороте, особенно расчленённом 3:4:1:2 и 3:3 способность почвы к улучшению структурного состояния значительно больше (М.Ж.Аширбеков, 2012-2).

В почве изучаемых севооборотов содержалось незначительное количество микроагрегатов, но при бессменном возделывании хлопчатника их значительно меньше, чем в севооборотах с люцерной, внесением навоза и минеральных удобрений, которые способствовали увеличению содержания водопрочных агрегатов, особенно макроагрегатов размером 1-0,05 мм, за счёт уменьшения фракции микроагрегатов размером 0,05-0,01 мм.

Показатель структурности почвы по А.Ф. Вадюниной (1966) варьировал в пределах от 40,12 до 49,42 %, но самые высокие его значения отмечались в верхнем пахотном слое почвы (0-30 см), а наименьшие – в подпахотном слое (30-60 см). Большой потенциальной способностью к структурированию обладали почвы севооборотов.

Таблица 28. – Макро- и микроагрегатный состав почвы после ротации хлопковых севооборотов в 2004 г., %

Вариант		Слой почвы, см	Размер агрегатов, мм					
чередование культур	удобрение		>1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	<0,01
Бессменный хлопчатника	без удобрения	0-30	0,5	0,6	1,3	66,8	28,0	2,8
		30-50	0,3	0,5	0,9	68,7	24,3	5,3
		50-80	0,2	1,2	0,8	58,9	35,2	3,7
		80-140	0,6	0,7	0,6	39,3	56,5	2,3
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0-30	0,9	0,8	1,9	62,7	31,2	2,5
		30-50	0,6	0,8	1,3	75,6	20,5	1,2
		50-80	0,7	0,7	0,9	62,8	33,2	1,7
		80-140	0,5	0,5	0,8	50,5	45,7	2,0
3:7	без удобрения	0-30	1,3	1,4	2,0	75,2	17,4	2,7
		30-50	0,5	0,9	1,8	76,5	16,8	3,5
		50-80	0,9	0,8	1,0	67,3	27,4	2,6
		80-140	0,7	0,9	0,9	59,7	35,5	2,3
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	1,9	2,3	5,1	73,3	15,2	2,2
		30-50	0,7	1,4	1,8	76,9	17,0	2,2
		50-80	0,4	1,2	3,1	56,8	35,6	2,9
		80-140	0,2	0,9	0,7	56,3	39,2	2,7
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	2,0	2,9	5,5	78,3	9,0	2,3
		30-50	0,9	2,1	3,2	74,3	17,1	2,4
		50-80	0,5	1,5	2,2	60,8	32,0	3,0
		80-140	0,4	0,8	0,9	54,2	41,8	1,9
3:4:1:2	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	2,7	3,6	6,3	82,5	3,0	1,9
		30-50	1,8	2,2	3,9	76,7	13,4	2,0
		50-80	1,2	1,3	1,7	59,9	33,0	2,9
		80-140	0,6	0,9	0,8	55,8	39,1	2,8

Таблица 29. – Степень дисперсности и структурность почвы во время ротации хлопковых севооборотов

(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Слой, почвы, см	Илистая фракция, %		Коэффициент дисперсности, %	Гранулометрический показатель структурности, %
чередование культур	удобрение		по гранулометрическому составу	по микроагрегатному составу		
Бессменный хлопчатник	без удобрения	0-30	16,23	5,18	31,92	42,10
		30-60	16,34	4,32	26,44	40,89
		60-100	13,05	3,29	25,21	41,75
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0-30	15,62	4,51	28,87	45,33
		30-60	15,15	4,02	26,56	40,12
		60-100	13,19	3,59	25,69	40,35
3:7	без удобрения	0-30	13,26	3,35	25,24	49,42
		30-60	14,13	3,54	25,06	42,57
		60-100	13,42	3,29	24,52	44,35
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	13,68	3,37	24,63	48,34
		30-60	15,18	3,79	24,97	42,17
		60-100	14,23	3,42	24,03	43,72
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	13,55	3,25	24,00	45,55
		30-60	13,72	3,58	26,09	44,59
		60-100	13,62	3,31	24,30	43,95
3:4:1:2	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	13,87	3,22	23,22	48,27
		30-60	14,05	3,36	23,92	47,26
		60-100	13,90	3,30	23,74	47,45
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0-30	14,12	3,17	22,35	49,15
		30-60	14,56	3,48	23,90	48,30
		60-100	14,26	3,35	23,50	49,20

Таким образом, бессменное возделывание хлопчатника приводит к замет-

ному увеличению дисперсности почвы и снижению её структурности. Заметное проявление дезагрегации отмечается весной в результате вымывания натрия промывными поливами и осенне-зимне-весенними осадками, а также после вегетационных поливов. Почвенная масса в этот период пептизируется, ухудшаются её аэрация и водные свойства.

Бессменный посев хлопчатника и его возделывание в севооборотах оказали существенное влияние на плотность сложения почвы (объёмную массу) и её пористость (скважность). Значительные изменения на изучаемых агрофонах произошли в пахотном и подпахотном слоях почвы. Во всех севооборотах и бессменных посевах весной, после зяблевой вспашки, плотность почвы была наименьшей, а общая скважность увеличивалась (таблица 30).

Таблица 30. – Физические свойства почвы во время ротации
хлопковых севооборотов

(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см ³		Плотность твёрдой фазы (весна), г/см ³	Общая скважность, %	
чередование культур	удобрение		весна	осень		весна	осень
Бессменный хлопчатник	без удобрения	0-30	1,35	1,51	2,70	49,9	44,0
		30-60	1,45	1,50	2,74	47,3	45,3
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0-30	1,35	1,51	2,70	50,0	44,1
		30-60	1,45	1,53	2,73	46,9	43,9
3:7	без удобрения	0-30	1,32	1,45	2,67	50,5	45,6
		30-60	1,41	1,45	2,72	48,3	46,6
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ ⁺ 40 т/га навоза	0-30	1,31	1,43	2,66	50,8	46,3
		30-60	1,42	1,48	2,69	47,1	44,9
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ ⁺ 40 т/га навоза	0-30	1,31	1,41	2,66	50,8	47,2
		30-60	1,41	1,48	2,68	47,2	44,8
3:4:1:2		0-30	1,29	1,41	2,64	51,1	46,8
		30-60	1,42	1,45	2,67	46,9	45,7

Во всех изучаемых севооборотах и бессменных посевах хлопчатника плотность твёрдой фазы почвы была меньше в пахотном слое, что обусловлено более высоким содержанием здесь гумуса. В нижележащем подпахотном слое она увеличивалась. Показатели плотности и плотности твёрдой фазы почвы определяли величину её общей скважности, которая в целом характеризовалась высокими значениями. Её изменения в определенной мере зависели от содержания гумуса, гранулометрического, макро- и микроагрегатного состава почвы, а также от чередования культур в изучаемых севооборотах и бессменных посевах.

Самая высокая плотность почвы весной – $1,35 \text{ г/см}^3$ в пахотном и $1,45 \text{ г/см}^3$ в подпахотном слоях почвы и более сильное уплотнение к осени, соответственно, – до $1,51$ и $1,53 \text{ г/см}^3$ наблюдалось при бессменном посеве хлопчатника. Под такими посевами была и самая большая плотность твёрдой фазы почвы, тогда как скважность была самой маленькой.

Самые низкие и оптимальные значения плотности почвы наблюдались в расчленённом севообороте с тремя полями люцерны 3:4:1:2 с внесением за ротацию 40 т/га навоза – весной $1,29 \text{ г/см}^3$ в пахотном и $1,41 \text{ г/см}^3$ в подпахотном слоях почвы и не столь сильное уплотнение к осени, соответственно, – до $1,42$ и $1,45 \text{ г/см}^3$. Почва этого севооборота имела самые низкие показатели плотности твёрдой фазы почвы, при одновременно самой высокой скважности.

В севооборотах 3:7 и 2:4:1:3 показатели агрофизических свойств почвы были лучше, чем под бессменными посевами хлопчатника, но уступали таковым расчленённому севообороту с тремя полями люцерны, то есть занимали промежуточное положение.

Наблюдения за агрофизическими свойствами почвы под культурами изучаемых севооборотов показали более сильное уплотнение верхнего пахотного (0-30 см) слоя почвы, чем ниже лежащего слоя 30-60 см, что, видимо, объясняется давлением, оказываемым на почву рабочими органами почвообрабатывающих орудий. По этой же причине общая скважность под всеми культурами и во всех севооборотах в верхнем тридцатисантиметровом слое почвы на 4-7 % выше, чем глубже лежащего слоя (таблица 31).

Таблица 31. – Влияние возделываемых культур на физические свойства

почвы под культурами севооборотов

(среднее за 1995-2004 гг., Аширбеков М.Ж., 2012-5)

Культура	Показатель					
	плотность почвы, г/см ³		плотность твердой фазы, г/см ³		общая скважность, %	
	0-30 см	30-60 см	0-30 см	30-60 см	0-30 см	30-60 см
Севооборот – 3:7						
Люцерна 3-го г.ж.	1,54	1,38	2,62	2,66	41,04	48,40
Хлопчатник после люцерны	1,48	1,45	2,64	2,67	44,26	45,67
Хлопчатник 2-й год после люцерны	1,54	1,42	2,65	2,67	42,15	46,62
Хлопчатник 3-й год после люцерны	1,57	1,46	2,66	2,67	40,90	45,51
Хлопчатник 4-й год после люцерны + 40 т/га навоза	1,50	1,43	2,64	2,65	43,17	46,03
Хлопчатник 2-й год после 40 т/га навоза	1,53	1,42	2,64	2,68	42,10	46,83
Хлопчатник 3-й год после 40 т/га навоза	1,55	1,63	2,68	2,71	42,02	45,92
Севооборот – 3:3						
Люцерна 3-го г.ж.	1,53	1,39	2,62	2,66	41,60	47,74
Хлопчатник после люцерны	1,49	1,42	2,64	2,68	43,56	47,02
Хлопчатник 2-й год после люцерны	1,52	1,42	2,65	2,67	42,64	46,82
Хлопчатник 3-й год после люцерны	1,53	1,42	2,66	2,69	42,48	47,21
Севооборот – 3:4:1:2 (звено 1:2)						
Ячмень + кукуруза на силос	1,53	1,39	2,63	2,67	41,83	47,94
Хлопчатник после однолетних культур	1,49	1,45	2,64	2,67	43,56	45,70
Хлопчатник 2-й год после однолетних культур	1,54	1,42	2,65	2,67	41,90	46,82

Следует отметить, что во всех севооборотах под хлопчатником, посеянном после люцерны, однолетних культур и внесения навоза, снижается плотность почвы, плотность твердой фазы почвы и увеличивается общая скважность, осо-

бенно верхнего пахотного слоя почвы. По мере удаления от этих предшественников и внесения навоза агрофизические свойства почвы ухудшаются. Но наиболее благоприятные условия по плотности и пористости почвы складывались в расчлeнённом севообороте 3:4:1:2 с трёхлетней люцерной, посевом однолетних культур и внесением навоза на четвертый год после распашки люцерны.

Во всех изучаемых севооборотах установлена прямая тесная обратная корреляционная зависимость влияния плотности почвы на общую скважность, которая выражается следующими уравнениями регрессии:

в пахотном слое почвы 0-30 см:

- в севообороте 3:7 – $Y = 96,8 - 35,7x$ ($r = -0,93$);
- в севообороте 3:3 – $Y = 99,5 - 37,5x$ ($r = -0,88$);
- в севообороте 3:4:1:2 – $Y = 97,3 - 36,1x$ ($r = -0,97$);

в подпахотном слое почвы 30-60 см:

- в севообороте 3:7 – $Y = 99,3 - 37,0x$ ($r = -0,98$);
- в севообороте 3:3 – $Y = 81,3 - 24,1x$ ($r = -0,92$);
- в севообороте 3:4:1:2 – $Y = 99,8 - 37,3x$ ($r = -0,99$),

где: Y – общая скважность почвы, %;

x – плотность почвы, $г/см^3$.

Увеличение скважности почвы и общее улучшение её физических свойств под хлопчатником, посеянным после люцерны и двух однолетних мятликовых культур (ячмень и пожнивная кукуруза), возделываемых в течение одного года, объясняется тем, что мощная корневая система трёхлетней люцерны (Щебарскова З.С., 2006) и мочковатая корневая система мятликовых культур, хорошо пронизывают верхний слой почвы, чем способствуют её разуплотнению и улучшению аэрации (Шпаков А.С. и др., 2002). Этими же качествами обладает навоз за счёт увеличения содержания в почве органического вещества, особенно в первый и второй годы после его внесения (Семёнов В.М., Когут Б.М., 2015; Наими О.И., 2015).

Этим объясняются наиболее благоприятные физические свойства почвы для роста и развития растений хлопчатника в расчлeнённом севообороте 3:4:1:2, где

хлопчатник сеется после трёхлетней люцерны, двух однолетних мятликовых культур и на четвертый год после распашки люцерны вносится 40 т/га навоза.

Важным показателем сложения почвы является её твёрдость, которая, по мнению многих исследователей колеблется в очень широких пределах – от 1,2 до 340 кг/см² (Степанов И.Н., 1968; Юсупов Ф., 1975). По мнению F.A. Moreno (1974) эти различия связаны с колебаниями влажности почв в момент определения и с методами определения.

В наших исследованиях перед ротацией севооборотов весной 1995 года твёрдость пахотного слоя почвы (0-30 см) в среднем под бессменной культурой хлопчатника без внесения минеральных удобрений составила 11,5 кг/см², внесение удобрений снижало этот показатель до 10,4 кг/см² (приложение 12). Возделывание хлопчатника в севооборотах по схемам 3:7 и 2:4:1:3 приводило к снижению плотности почвы до 7,5-7,7 кг/см², но самой низкой плотность была в расчлененном севообороте с тремя полями люцерны и полем однолетних культур по схеме 3:4:1:2 – 5,6 кг/см², что в 1,4 раза меньше, чем в других севооборотах и в 1,9-2,0 раза меньше, чем при бессменном посеве хлопчатника.

За 10 лет ротации плотность почвы во всех севооборотах и бессменных посевах хлопчатника практически не изменились, так как все изменения находятся в пределах ошибки опыта (см. приложение 12). Поэтому после ротации севооборотов весной 2004 года закономерности по плотности почвы в изучаемых севооборотах остались теми же – самая высокая плотность почвы под бессменным хлопчатником – 10-11 кг/см², самая низкая она в севообороте 3:4:1:2 – 6,4 кг/см², а в остальных севооборотах занимает промежуточное положение – 7,3-7,5 г/см² (Аширбеков М.Ж., 2009-2).

В то же время, плотность почвы существенно изменялась в течение лета, сильно повышаясь от весны к осени. Во время ротации севооборотов плотность почвы увеличивалась в 1,8-2 раза: при бессменном посеве от 10,4-11,5 г/см² весной до 17,4-19,8 г/см² осенью, в севооборотах 3:7 и 2:4:1:3 за это время рост составил от 7,3-7,5 до 14,6-19,2 г/см² и в севообороте 3:4:1:2 – с 5,6-6,4 до 12,9-14,4 г/см². Но при общем сильном уплотнении почвы осенью, самой низкой и благо-

приятной для растений она остаётся, опять же, в расчленённом севообороте 3:4:1:2 (рисунок 3).

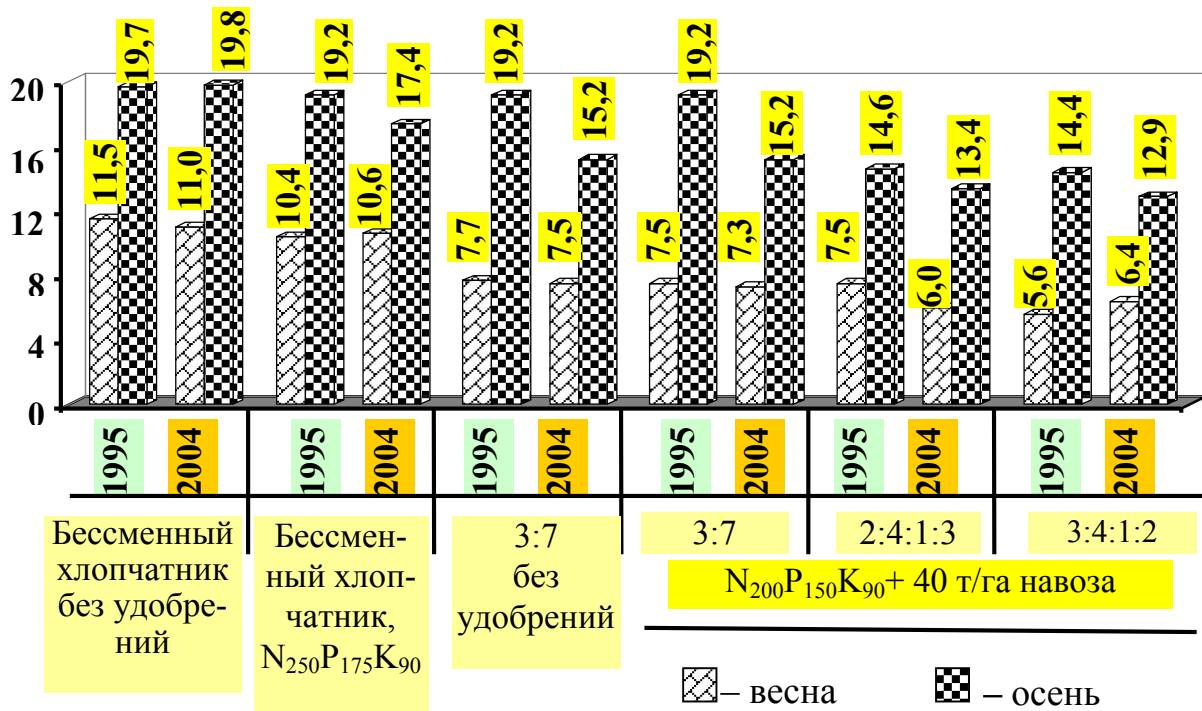


Рисунок 3. – Изменение твёрдости пахотного слоя почвы при бесменном посеве хлопчатника и в севообороте, кг/см² (среднее за 1995-2004 гг.)

Повышение плотности почвы от весны к осени во всех севооборотах и бесменном посеве является следствием воздействия почвообрабатывающих орудий, которые, разрыхляют слой почвы на глубину рыхления, но уплотняют нижележащие горизонты почвы пяткой орудия и колесами трактора. Но основным фактором уплотнения, по мнению С.Н. Рыжова и И.Ф. Сукач (1965), и с этим мы согласны, является оросительная вода, которая при поливе по бороздам, приводит к всплыванию почвенных частиц, потерей их структуры, заклеиванию почвенных пор и сильной «усадке» почвы.

Таким образом, бесменное возделывание хлопчатника приводит к наибольшему уплотнению почвы по всем исследуемым слоям, в то время как в севооборотах уплотнение почвы в течение вегетации существенно меньше, чем в бесменном посеве. Но самая низкая и оптимальная плотность почвы во все годы исследований (ротация десятипольных севооборотов) наблюдалась в расчленённом

ном севообороте 3:4:1:2 с тремя полями люцерны, полем двух однолетних мятликовых культур и внесением 40 т/га навоза под четвёртый хлопчатник после распашки люцерны.

Важным показателем физических свойств почвы является её водопроницаемость, которая в сильной степени зависит от гранулометрического, макро- и микроагрегатного состава, плотности сложения и пористости почвы. Все эти показатели, как было показано выше, в свою очередь существенно изменялись в зависимости от размещения хлопчатника в бессменном посеве или в севообороте.

В наших исследованиях во всех севооборотах и бессменном посеве объём впитавшейся воды почвой под хлопчатником в первый час была значительно больше, чем во второй и последующие часы (приложение 13). При этом весной больше всего воды за это время впитывает почва в расчленённом севообороте 3:4:1:2 – 31,0 мм в начале ротации севооборотов и 31,3 мм – в конце ротации. По классификации Н.А. Качинского (Кауричев И.С., 1986) такая водопроницаемость относится к удовлетворительной, тогда как во всех других севооборотах и бессменном посеве за ротацию севооборотов она характеризуется как неудовлетворительная, так как за первый час впитывает менее 30 мм воды.

Однако как за первый час, так и за 6 часов меньше всего воды впитывает почва под бессменным посевом хлопчатника без внесения удобрений – 57,4-58,4 мм весной и 33,1-32,5 осенью в начале и по окончании ротации севооборотов. Внесение удобрений повышало этот показатель в таком посеве хлопчатника, соответственно, до 62,0-63,1 и 44,2-45,5 мм.

В неудобряемом севообороте 3:7 водопроницаемость за 6 часов составила 69,5-71,5 мм весной и 50,3-51,8 мм осенью, при внесении удобрений она повышалась, соответственно, до 81,8-84,0 и 63,0-63,8 мм, что было близко по водопроницаемости удобряемого севооборота 2:4:1:3. Самое большое количество воды впитывала почва расчленённого севооборота 3:4:1:2 – 98,7-99,2 мм весной и 73,8-74,3мм осенью, что ещё раз указывает на лучшие физические свойства почвы (макро- и микроагрегатный состав, плотность сложения и скважность) в этом севообороте. Следует отметить, что во всех севооборотах и бессменном посеве объём

ём впитываемой воды почвой в начале и в конце ротации севооборотов был практически одинаковым.

Такие же закономерности наблюдаются и по скорости впитывания воды почвой – наименьшая водопроницаемость почвы под бессменным посевом хлопчатника и лучшие показатели в севообороте 3:4:1:2, тогда как в севооборотах с тремя полями люцерны 3:7 и в расчленённом севообороте с двумя полями люцерны они были выше, чем в бессменном посеве и уступали таковым в севообороте 3:4:1:2 (приложение 14).

Скорость впитывания воды почвой весной 1995 года в среднем за шесть часов наблюдений была меньше в бессменной культуре хлопчатника, как на неудобренном, так и на удобренном фонах – 0,16-0,18 мм/мин. (Аширбеков М.Ж., 2009-3), тогда как наибольшей она была в расчлененной схеме севооборота 3:4:1:2 – 0,27 мм/мин. (рисунок 4).

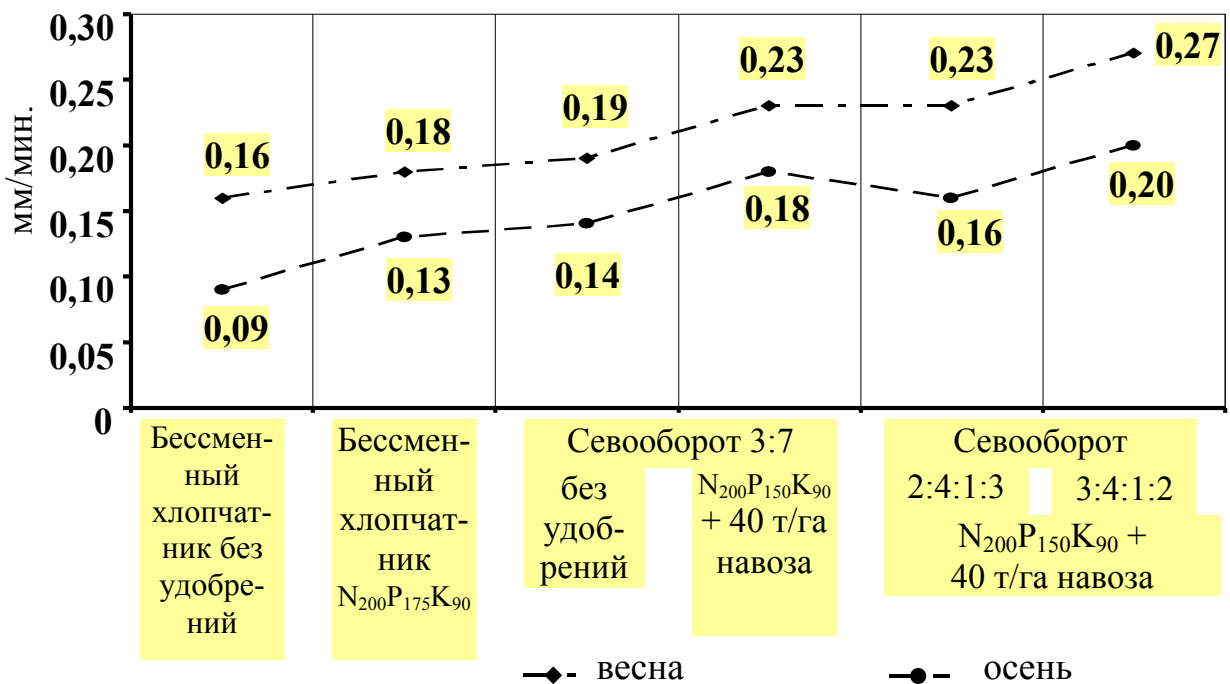


Рисунок 4. – Скорость впитывания воды почвой под хлопчатником при бессменном возделывании и в севообороте в 1995 г., мм/мин.

Следует отметить, что стабилизация данного показателя наступает на четвертый и пятый часы наблюдений. Осенью на всех вариантах водопроницаемость и коэффициент фильтрации снизились, однако зависимость этих показателей от

агрофона сохранилась (Аширбеков М.Ж., 2009-3).

Снижение водопроницаемости осенью наблюдалось и после ротации изучаемых севооборотов (2004 г.), но на бесменном посеве хлопчатника она от весны к осени уменьшается на 42 %, тогда как в расчлененной схеме севооборота 3:4:1:2 снижается на 25 %, или, соответственно, с 0,17 мм/мин. до 0,09 мм/мин, и с 0,29 до 0,21 мм/мин. (рисунок 5).

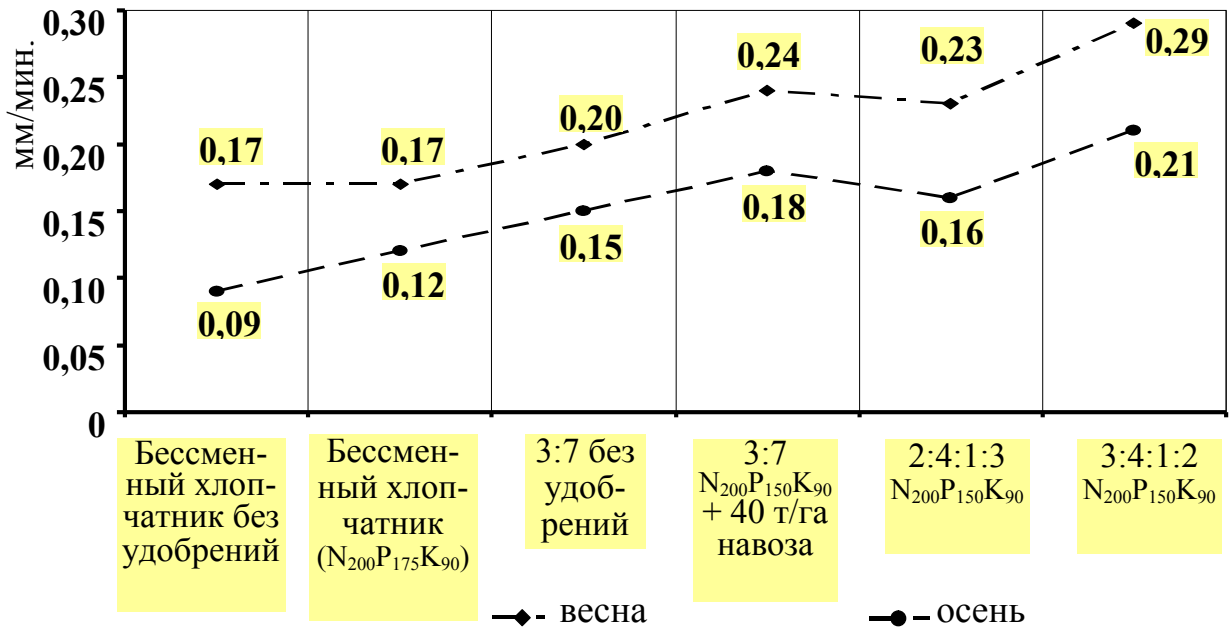


Рисунок 5. – Скорость впитывания воды почвой под хлопчатником при бесменном возделывании и в севообороте в 2004 г., мм/мин.

Более высокая водопроницаемость в севообороте 3:4:1:2 также объясняется уменьшением объемной массы, увеличением общей скважности, порозности и, как следствие, улучшением водопроницаемости почв, благодаря возделыванию люцерны в течение трёх лет, посеву ячменя и пожнивной кукурузы, а также внесению 40 т/га навоза. Всё это создает благоприятные условия не только для водообеспеченности растений, но и дыхания корневой системы, когда вода и воздух не являются в почве антогонистами.

При расчёте продуктивных запасов влаги, поливных, оросительных норм возделываемых сельскохозяйственных растений, и вообще в ирригации и мелиорации земель, необходимы данные по таким важным водно-физическим показателям почвы, как максимальная гигроскопичность (МГ), наименьшая (полевая) вла-

гоёмкость (НВ) и влажность завядания (ВЗ).

До и после ротации севооборотов (1995 и 2004 гг.) в пахотном слое почвы максимальная гигроскопичность при бесменном возделывании хлопчатника была минимальной и составляла 5,2-5,4 %. В севооборотах эта показатель повышался до 5,5-6,0 %, а в севообороте 3:4:1:2 она составила 6,0-6,2 % от массы абсолютно сухой почвы (Аширбеков М.Ж., 2009-1). В подпахотном слое почвы максимальная гигроскопичность была меньше, но закономерности её изменения такие же как в верхнем слое почвы (таблица 32).

Таблица 32. – Водно-физические свойства почвы при бесменном посеве хлопчатника и в севообороте, % от абс. сухой почвы

Вариант		Слой почвы, см	Показатель					
чередование культур	удобрение		максимальная гигроскопичность		наименьшая влагоёмкость		влажность завядания	
			1995 г.	2004 г.	1995 г.	2004 г.	1995 г.	2004 г.
Бесменный хлопчатник	без удобрения	0-30	5,3	5,2	23,6	23,5	8,0	7,8
		30-50	4,6	4,5	19,4	19,5	6,9	6,8
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0-30	5,4	5,4	24,3	24,8	8,1	8,1
		30-50	5,1	5,2	19,3	20,1	7,7	7,8
3:7	без удобрения	0-30	5,5	5,5	24,6	24,3	8,3	8,3
		30-50	5,0	6,0	19,5	20,5	7,5	9,0
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	5,6	5,7	23,9	24,6	8,4	8,6
		30-50	6,2	6,4	19,8	21,2	9,3	9,6
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	5,8	6,0	25,3	26,3	8,7	9,0
		30-50	6,4	6,2	20,6	24,3	9,6	9,3
3:4:1:2		0-30	6,0	6,2	26,3	27,3	9,0	9,3
		30-50	5,9	6,4	24,5	26,3	8,9	9,6

Закономерности по изменениям влажности завядания в течение ротации севооборотов такие же, как максимальной гигроскопичности, так как на серозёмных почвах она рассчитывается умножением максимальной гигроскопичности на постоянный коэффициент 1,5 (Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А., 1986).

На показатель наименьшей (полевой) влагоёмкости (НВ) большое влияние оказывают гранулометрический состав и содержание гумуса но она может сильно изменяться под влиянием плотности сложения, макро- и микроагрегатного состава почвы. В любом случае лучшая наименьшая (полевая) влагоёмкость (НВ), почвы наблюдалась в севообороте 3:4:1:2, где её значение в начале и в конце ротации в пахотном слое составило 26,3 и 27,3 %, в подпахотном – 24,5 и 26,3 %. При бесменном возделывании хлопчатника этот показатель имел наименьшие значения, а в других изучаемых севооборотах занимал промежуточное положение между бесменным хлопчатником и расчленённым севооборотом 3:4:1:2 (Аширбеков М.Ж., 2009-1).

В более глубоких слоях почвы (50-70, 70-100 мм) показатель наименьшей (полевой) влагоёмкости (НВ) светлого серозёма имел несколько повышенные значения, что обусловлено близким залеганием грунтовых вод, которые оказывают подпитывающее действие и увеличивают влажность выше лежащих слоёв почвы за исключением пахотного.

Таким образом, возделывание хлопчатника в севообороте существенно улучшает водные и физические свойства почвы по сравнению с бесменным посевом этой культуры. Но лучшая макро- и микроагрегатная структуры, плотность, общая скважность почвы, её водопроницаемость, наименьшая влагоёмкость и влажность завядания в течение ротации десятипольных севооборотов наблюдается в севообороте 3:4:1:2, где хлопчатник сеется после трёхлетней люцерны, ячменя и пожнивной кукурузы и на четвертый год после распашки люцерны вносится 40 т/га навоза.

3.4. Химические свойства почвы

Характерной особенностью сероземных почв является их бедность азотом и быстрая истощаемость при возделывании сельскохозяйственных культур без применения удобрений. Особенно это относится к орошаемым почвам, где азот находится в первом минимуме (Белякова Л.П. 1957). Работами М.М. Кононовой (1951) и А.М. Лыкова (1989) установлено, что валовое содержание азота находит-

ся в тесной зависимости от запасов гумуса в почве. При малом содержании минеральных соединений азота проявляется острая нуждаемость сероземов в азотных удобрениях при орошении.

В наших исследованиях при бесменном возделывании хлопчатника, независимо от того, вносили под него азотные удобрения или не вносили, происходит снижение общих запасов азота в верхнем тридцатисантиметровом слое почвы. В течение первых 10 лет (1995-2004 гг.) исследований потери общего азота из исследуемого слоя почвы относительно исходного содержания составили 0,005 % (приложение 15), и ежегодное внесение 250 кг/га действующего вещества азотных удобрений не предотвратило, и даже не уменьшило этот процесс – потери общего азота были такими же.

За это же время в севооборотах 3:4:1:2 с тремя полями люцерны, ежегодном применении под хлопчатник азотных удобрений в дозе 200 кг/га д.в. и 40 т/га навоза на четвертый год его возделывания содержание общего азота в пахотном слое почвы увеличилось на 0,016 % относительно исходного количества. При аналогичной органоминеральной системе удобрений под хлопчатник, но с двумя полями люцерны (2:4:1:3), а также в схеме севооборота 3:7 и 3:3, прирост общего азота в слое почвы 0-30 см был в 1,6 раза меньшим (таблица 33).

Таблица 33. – Влияние севооборота на содержание общего азота в слое почвы 0-30 см, %
(Аширбеков М.Ж., 2015-1)

Вариант		Время определения		+/- к исходному
чередование культур	удобрение хлопчатника	исходное, 1995 г.	через 10 лет, 2004 г.	
Бесменный хлопчатник	–	0,047	0,042	-0,005
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0,050	0,045	-0,005
3:7	–	0,060	0,062	+0,002
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,064	0,074	+0,010
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,063	0,073	+0,010
3:4:1:2		0,069	0,085	+0,016
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0,076	0,086	+0,010

Основной причиной существенного снижения валового содержания азота в почве при бессменном возделывании хлопчатника являются физиологические особенности культуры, которая не способна фиксировать азот из воздуха и, вследствие этого, сильно истощает почву этим элементом питания. Происходит это за счёт безвозвратного удаления с поля при уборке урожая: волокна, семян, части стеблей и створок коробочек. Возвращаются в почву при запашке лишь опавшие листья, лепестки цветков, завязи и корневая система растений, но их количество не велико (например, по отношению к люцерне) и содержание азота в них очень низкое.

В хлопковых севооборотах большая часть вынесенного из почвы азота на хлопковых полях покрывается за счет применения больших доз (200-250 кг/га д.в.) азотных удобрений, внесения 40 т/га навоза под четвёртый хлопчатник после распашки люцерны, а также биологической фиксации азота воздуха клубеньковыми бактериями, находящимися на корнях люцерны, возделываемой в изучаемых севооборотах. К этому можно добавить, что в многолетних бобовых травах, к каковым относится люцерна, почти половина накопленного азота находится в корневой системе, и после её уборки остается в почве в составе корневых остатков (Хрюкин Н.Н., Дедов А.В., Несмеянова М.А., 2018). В таком виде этот азот не вымывается из почвы, что имеет большое практическое и экологическое значение для земледелия (Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А., 2016).

В наших исследованиях в корневых и пожнивных остатках люцерны первого года жизни содержалось 151,4-166,4, второго года – 244,7-271,9 кг/га азота. При запашке корневых и пожнивных остатков люцерны после третьего года жизни поступало ещё больше азота, чем в первые два года жизни люцерны – от 369,6 до 401,0 кг/га. После люцерны двух лет жизни в почву поступает меньше, но всё равно довольно большое количество азота – 261,8 кг/га. При этом в верхний самый корнеобитаемый тридцатисантиметровый слой почвы азота поступало в 3 раза больше, чем в нижележащий слой 30-60 см (Аширбеков М.Ж., 2010-1; 2012-4). Такая пропорциональность сохранялась во все годы исследований и независимо от года жизни запахиваемой люцерны (таблица 34).

Таблица 34. – Содержание азота в корневых и пожнивных остатках люцерны в слое почвы 0-60 см, кг/га

(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Год жизни люцерны		
чередование культур	удобрение хлопчатника	первый	второй	третий
3:7	-	151,4	244,7	369,6
3:7	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	157,3	250,2	375,1
2:4:1:3		159,8	261,8	-
3:4:1:2		166,4	271,9	401,0
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	161,7	257,9	388,1

После запашки растительных остатков люцерны в почву и их минерализации, азот становится доступным для следующих культур севооборота. Кроме того, в течение вегетации бобовых трав, в том числе и люцерны, корневыми выделениями в почву поступает азот, который также используется следующими в севообороте растениями (Казиев М.З., Хайдаров Р.Х., 1964; Щебарскова З.С., 2006; Фролова Л.Д., Новиков М.Н., 2012).

При разном количестве общего азота в почве, основной формой азота, потребляемой растениями в течение вегетации, является нитратный азот, от содержания которого в почве во многом зависит обеспеченность растений этим важным элементом питания (Токарева Н.Д., 2010; 2013).

В наших исследованиях при бессменном возделывании хлопчатника в пахотном слое почвы 0-30 см весной перед посевом во все годы ротации изучаемых севооборотов содержание нитратного азота было на низком уровне (приложение 16). При этом в течение всех лет исследований происходило постепенное снижение содержания нитратного азота в почве. При этом на этот показатель при бессменном посеве хлопчатника никакого влияния на оказало внесение 250 кг/га действующего вещества азотных удобрений, когда без применения удобрений содержание нитратного азота в течение 10 лет снизилось с 19,1 до 17,1 мг/кг почвы, или на 2,0 мг/кг, а при внесении указанной дозы азотных удобрений его содержа-

ние снизилось на 2,7 мг/кг, или в 1,3 раза больше. То есть при бессменном посеве хлопчатника ежегодное внесение 250 кг/га д.в. азота не обеспечило полной компенсации потребности растений в этом элементе питания. Обусловлено это, видимо, более мощным развитием вегетативной массы растений хлопчатника при внесении азотных удобрений, что существенно повышало потребность растений в этом элементе питания и, соответственно, расход азота увеличивался до величины, большей, чем вносили удобрений.

Совсем другая ситуация складывалась в хлопковых севооборотах с возделыванием люцерны, внесением азотных удобрений и навоза, где во всех схемах севооборотов и во все годы исследований нитратного азота весной перед посевом хлопчатника содержалось более 30 мг/кг почвы, что по классификации соответствует среднему содержанию этого элемента в почве (Батькаев Ж.Я., Аширбеков М.Ж., Мерзликин А.С., 2013; Аширбеков М.Ж., Батькаев Ж.Я., 2017-1).

Больше всего нитратного азота в почве содержалось после распашки люцерны, особенно трёхлетней, когда его количество увеличивалось на 5-10 мг/кг относительно исходного содержания (рисунок 6). Мы связываем это с поступлением в почву большого количества корневых и пожнивных остатков этой культуры богатых азотом, а также улучшением физических свойств почвы, которые способствуют увеличению биологической активности почвы с выделением микроорганизмами нитратного азота из азотистых соединений, а также усилением процесса нитрификации, что согласуется с исследованиями Р.К. Гасанова (2009) и А.М. Гусейнова (2017).

После возделывания хлопчатника по распаханной люцерне, несмотря на ежегодное применение азотных удобрений в дозе 200 кг/га д.в., к весне наблюдалось некоторое снижение содержания нитратного азота, что связано с обеднением почвы органическим веществом, выносом нитратного азота основной культурой, ухудшением структуры и физических свойств почвы (аэрации, водо- и воздухопроницаемости).

На второй и третий годы посева хлопчатника после распашки люцерны содержание нитратного азота относительно первого года после распашки снижа-

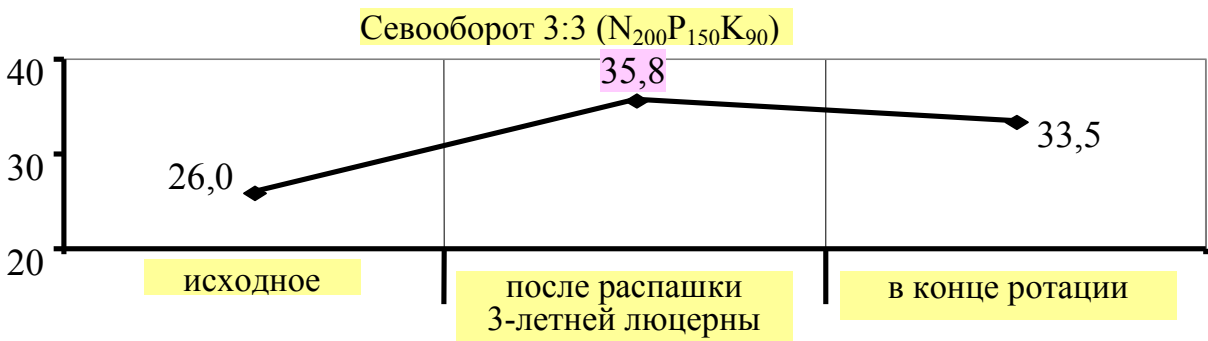
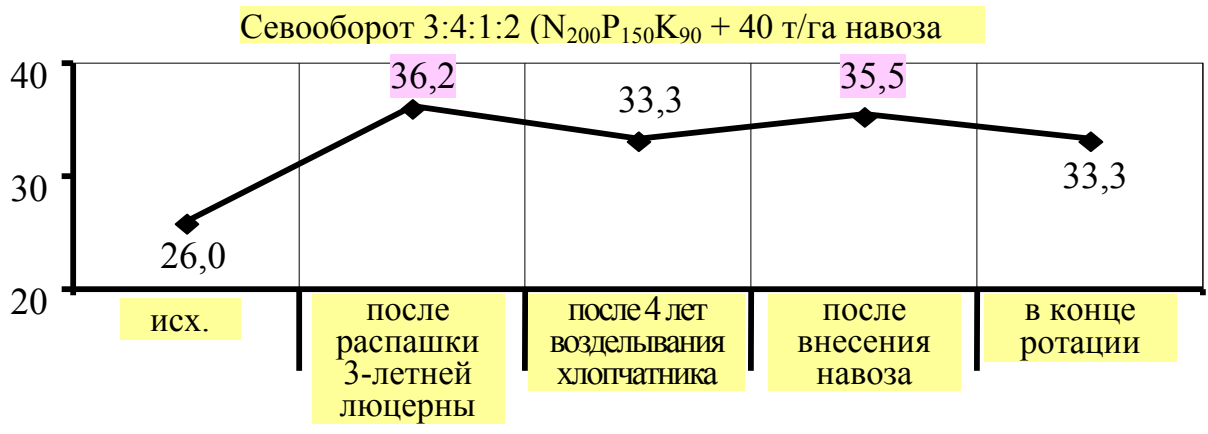
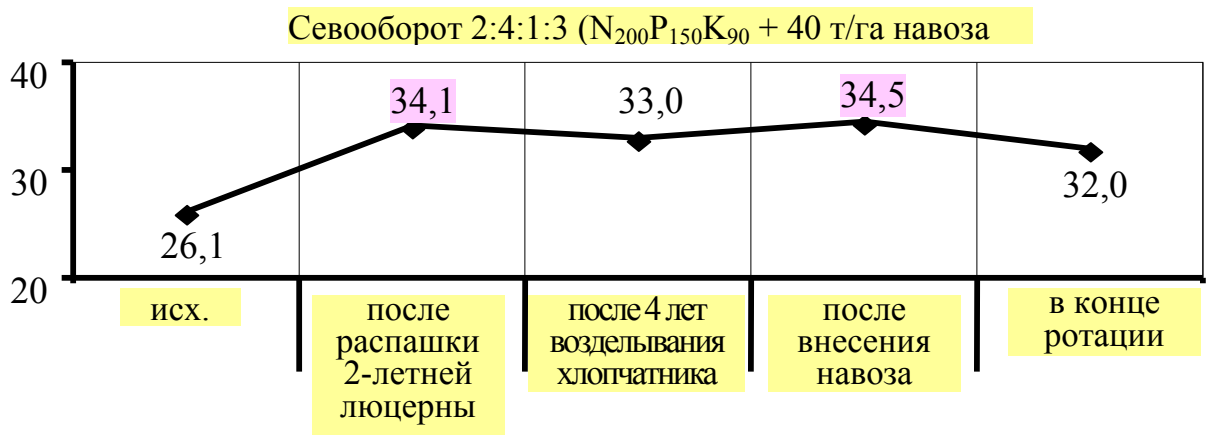
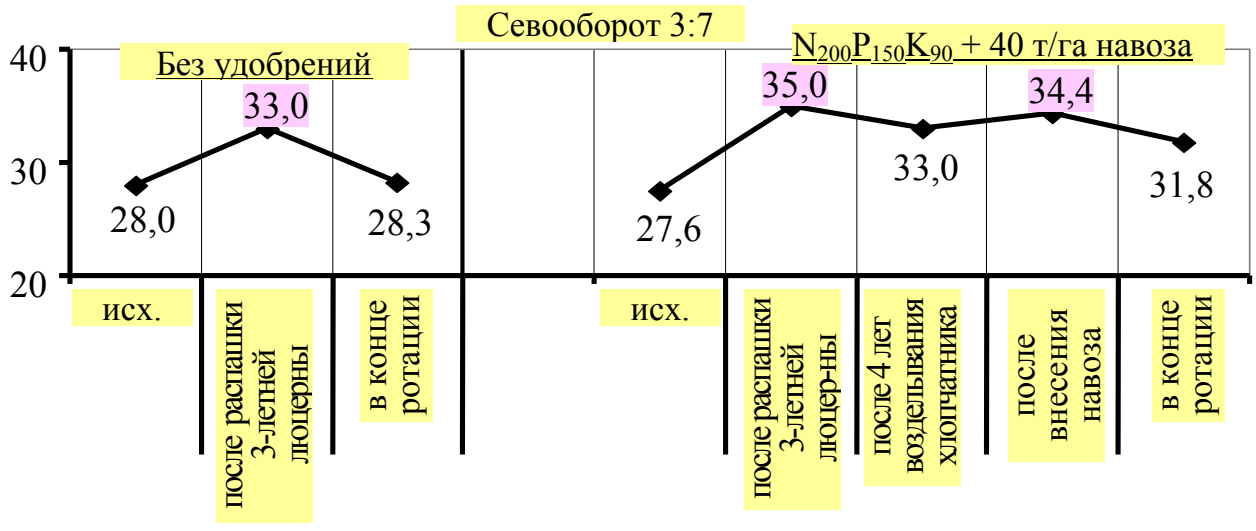


Рисунок 6. – Динамика нитратного азота в хлопково-люцерновых севооборотах в слое почвы 0-30 см (среднее за 1995-2004 гг., весна), мг/кг

лось. Только внесение навоза в дозе 40 т/га на 4-й год после распашки люцерны увеличивало содержание этого элемента питания в севооборотах 3:7, 2:4:1:3 и 3:4:1:2 до 34-35 мг/кг почвы, что соответствовало таковому после распашки люцерны. К концу ротации севооборотов содержание нитратного азота снижалось до 32-33 мг/кг почвы.

В целом прослеживалась следующая закономерность: во всех изучаемых севооборотах содержание нитратного азота в пахотном 0-30 см слое почвы находилось на одном уровне, а по мере возделывания люцерны и после ее распашки под хлопчатник его количество заметно возрастало, чего не наблюдалось в бесменном посеве хлопчатника, где происходило постепенное снижение концентрации нитратного азота в почве. Применение азотных удобрений и навоза один раз в ротацию севооборотов стабилизировало азотный режим почвы (Ashirbekov M.Zh., 2016).

Важную роль в процессах обмена веществ, регулировании энергетического баланса, повышения засухоустойчивости растений играет фосфор, и от содержания этого элемента в почве и растениях во многом зависят темпы роста, развития растений и их урожайность. Валовое содержание фосфора в серозёмных почвах выше, чем в других разновидностях. Как свидетельствует Л.П. Белякова (1957), общее содержание валового фосфора в сероземах составляет 0,12-0,13 %, но фосфаты почвы малодоступны культурным растениям.

В наших исследованиях перед закладкой опыта в 1995 году в слое почвы 0-30 см содержалось 0,159-0,205 % валового фосфора. Дальнейшая динамика изменения содержания этого элемента питания в почве зависела от севооборота, внесения фосфорных удобрений и навоза (приложение 17).

Снижение содержания в почве валового фосфора за 10 лет исследований на 0,008 % наблюдалось только при бесменном посеве хлопчатника без внесения удобрений. Ежегодное предпосевное внесение фосфорных удобрений в дозе 175 кг/га действующего вещества фосфора не только компенсировало потребности в этом элементе питания растениями хлопчатника, но и обеспечило увеличение его содержания в почве за это время на 0,007 % (таблица 35).

Таблица 35. – Содержание валового фосфора в слое почвы 0-30 см, %

Вариант		Время определения		+ / - к исходному
чередование культур	удобрение хлопчатника	исходное, 1995 г.	через 10 лет, 2004 г.	
Бессменный хлопчатник	–	0,159	0,151	-0,008
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0,205	0,212	+0,007
3:7	–	0,190	0,190	0
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,201	0,210	+0,009
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,202	0,208	+0,006
3:4:1:2		0,197	0,212	+0,015
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0,172	0,195	+0,023

Во всех изучаемых севооборотах, кроме севооборота 3:7 без внесения удобрений, где содержание общего фосфора осталось на том же уровне, также наблюдалось увеличение содержания общего фосфора в почве, но самое большой рост этого показателя наблюдался в севообороте 3:4:1:2 – на 0,015 % и, особенно в севообороте 3:3 – 0,023 %. Большее увеличение содержания этого элемента в почве можно объяснить большой долей люцерны в этом севообороте (50 %), под которой по истечении времени снижается количество фосфора, растворимого в воде и слабых кислотах. Это приводит к меньшему отчуждению фосфора из почвы урожаем хлопчатника. Данное предположение подтверждается в работах Н.П. Малинкина (1959), И.Н. Чумаченко (1964), Б.А. Сушеницы (1983, 2007).

Для обеспечения растений фосфором более важным, чем его валовое содержание, является наличие в почве подвижного или доступного для растений фосфора, содержание которого во многом зависит от типа почвы, биологических особенностей возделываемых растений и их чередования в севообороте, внесения фосфорных удобрений и других факторов.

В наших исследованиях перед началом ротации севооборотов в 1995 году во всех вариантах севооборотов в пахотном 0-30 см слое почвы содержалось 34,8-37,0 мг/кг подвижного фосфора (приложение 18), что соответствует среднему содержанию этого элемента в почве (Методические указания ..., М.: Росинформа-

гротех. 2003). Только в бессменном посеве без внесения удобрений этого элемента содержалось 25,1 мг/кг, что соответствует низкому его содержанию в почве.

В дальнейшем, в течение 10 лет наблюдений, его содержание в бессменном посеве без внесения удобрений снизилось до 22,2 мг/кг, то есть на 2,9 мг/кг. Внесение при бессменном посеве фосфорных удобрений в дозе 175 кг/га д.в. компенсировало потребности растений в этом элементе и обеспечило увеличение его содержания за это же время с 36,3 до 37,5 мг/кг, или на 1,2 мг/кг почвы. В севооборотах самый высокий прирост по содержанию доступного для растений фосфора за эти годы получен в расчленённых севооборотах 3:4:1:2 и 2:4:1:3 – 1,2 и 1,6 мг/кг почвы (Аширбеков М.Ж., 2010-1; 2012-4).

Важную роль в улучшении фосфорного режима в почве играет люцерна, при запашке корневых и пожнивных остатков которой после третьего года пользования в почву поступает 92,8-100,3 кг/га фосфора (таблица 36).

Таблица 36. – Содержание фосфора в корневых и пожнивных остатках люцерны в слое почвы 0-60 см, кг/га

(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Год жизни люцерны		
чередование культур	удобрение хлопчатника	первый	второй	третий
3:7	-	47,6	72,8	92,8
3:7	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	49,4	74,4	93,8
2:4:1:3		50,2	77,8	-
3:4:1:2		52,3	80,8	100,3
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	50,8	76,7	97,1

После люцерны двух лет пользования в почву поступает меньше, но всё равно довольно большое количество этого элемента – 77,8 кг/га. То есть, в среднем за 10 лет наблюдений с корневыми остатками трёхлетней люцерны в слой почвы 0-60 см поступало 92-97 кг/га P₂O₅, а в севообороте с двумя полями люцерны – на 17-22 кг/га меньше.

Довольно высокое содержание фосфора в растениях люцерны и её способ-

ность увеличивать после себя содержание доступного для растений фосфора в корнеобитаемом слое почвы Н.П. Малинкин (1959) и Е.П. Трепачев (1999) объясняют способностью её корневой системы, благодаря своим выделениям, использовать фосфорную кислоту из недоступных для растений форм фосфора из нижних горизонтов почвы. Другими словами, на староорошаемых землях люцерна способствует мобилизации труднодоступных фосфатов почвы.

Б.А. Сушеницей (2007) выделены главные резервы почвенного фосфора, создаваемые люцерной, которые он объединил в группу биологически закрепленного фосфора – это фосфаты корневых и пожнивных остатков, почвенных микроорганизмов, гумуса и свободных органических соединений (фосфолипиды, нуклеиновые кислоты). При этом автор отмечает, что во время произрастания люцерны наблюдается сильное биологическое поглощение фосфатов, которые постепенно поступают в почву по мере минерализации корневых остатков – происходит пролонгированное обеспечение произрастающих растений доступным фосфором после её распашки.

Существенное влияние на обеспеченность растений хлопчатника доступным фосфором оказывало также внесение фосфорных удобрений. Так в севообороте 3:7 запашка трёхлетней люцерны обеспечивало повышение содержания подвижного фосфора до 36,1-36,2 мг/кг почвы (таблица 37).

Таблица 37. – Влияние люцерны на содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы (0-30 см) хлопковых севооборотов, мг/кг

Вариант		Время определения		
чередование культур	удобрение хлопчатника	1995 г.	после распашки люцерны	2004 г.
3:7	-	34,7	36,2	35,0
3:7	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	34,5	36,1	37,8
2:4:1:3		33,8	33,8	36,3
3:4:1:2		32,7	38,7	39,7
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	34,2	37,2	39,1

После этого содержание этого элемента без дополнительного внесения фосфорных удобрений постепенно к концу ротации севооборота снижалось до 35,0 мг/кг. В этом же севообороте, но при дополнительном внесении 150 кг/га фосфорных удобрений, концентрация доступного фосфора к концу ротации увеличилась до 37,8 мг/кг, или на 3,3 мг/кг почвы. То есть введение в севооборот люцерны с трёхлетним использованием стабилизирует обеспеченность растений хлопчатника доступным фосфором в течение ротации севооборота, а дополнительное внесение фосфорных удобрений способствует их накоплению в почве, что улучшает обеспеченность возделываемого в севообороте хлопчатника этим элементом питания.

Такие же закономерности по наличию в почве обменного фосфора наблюдались и во всех других изучаемых севооборотах – увеличение содержания этого элемента после распашки люцерны по сравнению с исходными показателями, и дальнейшее увеличение концентрации доступного фосфора по мере ежегодного внесения под хлопчатник 150 кг/га д.в. фосфорных удобрений. Но самое высокое содержание подвижного фосфора – 39,7 мг/кг наблюдалось в конце ротации севооборота 3:4:1:2.

Следует отметить, что, если после запашки люцерны после трёх лет её жизни, наблюдается увеличение содержания в почве подвижного фосфора на 1,5-3,0 мг/кг, а в севообороте 3:4:1:2 – на 6,0 мг/кг, то при запашке двухлетней люцерны в севообороте 2:4:1:3 увеличения содержания P_2O_5 в почве не происходит, хотя в конце ротации и наблюдается увеличение этого элемента питания в почве. То есть в хлопковых севооборотах более высокую роль в обеспечении растений хлопчатника элементами питания обеспечивает люцерна трёх, а не двух лет жизни.

Таким образом, за годы исследований установлено, что введение в севооборот люцерны, зерновых и других кормовых культур обеспечивает стабилизацию фосфорного режима почвы, а внесение фосфорных удобрений способствует улучшению обеспечения растений хлопчатника этим элементом питания. Бессменный посев хлопчатника без внесения удобрений приводит к уменьшению содержания подвижного фосфора в почве и ухудшает фосфорный режим растений

хлопчатника (Ashirbekov M.Zh., 2016).

В генетическом ряду почв сероземы более обеспечены калием, чем другие подтипы почв. По данным М.И. Братчевой и П.В. Протасова (1974), валовое содержание калия в этих почвах составляет 1-3 % и распределение его по профилю довольно равномерное. Содержание подвижных форм калия в верхних горизонтах почв составляет в среднем 440 мг/кг, а в нижних слоях снижается до 180-210 мг/кг (Белякова Л.П., 1957).

Несмотря на высокое содержание калия в почве, изучаемые севообороты и бессменный посев оказали влияние на динамику этого элемента в почве. За 10 лет наблюдений в бессменном посеве без внесения удобрений и с их внесением, как и в севообороте 3:3 изменения по валовому содержанию этого элемента не наблюдалось, тогда как во всех остальных севооборотах с внесением удобрений его за это время увеличилось на 0,10 % (таблица 38).

Таблица 38. – Влияние севооборота на содержание валового калия в слое почвы 0-30 см, %

Вариант		Время определения		± к исходному
чередование культур	удобрение хлопчатника	исходное, 1995 г.	через 10 лет, 2004 г.	
Бессменный хлопчатник	–	1,60	1,60	0
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	1,70	1,70	0
3:7	–	1,70	1,80	+0,10
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	1,80	1,90	+0,10
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	1,80	1,90	+0,10
3:4:1:2		1,80	1,90	+0,10
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	1,90	1,90	0

Такие изменения валовых запасов калия, на фоне высокого его содержания в пахотном 0-30 см слое почвы, не существенны и не оказали значимого влияния на обеспеченность растений хлопчатника этим элементом питания. Посев люцерны, внесение 40 т/га навоза и даже применение 90 кг/га калийных удобрений не оказали существенного влияния на содержание валовых запасов калия в течение

всей ротации севооборотов (приложение 19). Видимо, это также объясняется высоким природным запасом валового калия и быстрым восстановлением его равновесной концентрации в почвенном растворе.

Можно также согласиться с утверждением М.И. Братчевой и П.В. Протасова (1974), что при достаточно высоком содержании подвижного калия в метровом слое почвы (от 700 до 1300 кг/га), вынос калия всеми органами хлопчатника, с каждой тонной хлопка-сырца составляет всего лишь 44 кг. Это объясняет не столь существенные различия в содержании подвижного калия в почве в при бессменном посеве хлопчатника с внесением удобрений и в севообороте с люцерной, однолетними культурами, внесением навоза и калийных удобрений (таблица 39).

Таблица 39. – Влияние севооборота на содержание обменного калия в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Вариант		Время определения		± к исходному
чередование культур	удобрение хлопчатника	исходное, 1995 г.	через 10 лет, 2004 г.	
Бессменный хлопчатник	–	260	240	-20
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	285	295	+10
3:7	–	290	295	+5
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	300	310	+10
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	310	315	+5
3:4:1:2		310	325	+15
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	312	320	+8

Это говорит о том, что староорошаемых серозёмных почвах Южного Казахстана на момент проведения исследований не было необходимости внесения под хлопчатник калийных удобрений. Тем не менее, в бессменном посеве хлопчатника без внесения калийных удобрений за 10 лет исследований содержание подвижного калия в почве снизилось на 20 мг/кг (приложение 20). В расчленённом же севооборотах 3:4:1:2 с тремя полями люцерны, полем однолетних культур, внесением 40 т/га навоза и 90 кг/га д.в. калийных удобрений за эти же годы наблюдалось увеличение содержания обменного калия на 15 мг/кг почвы. Всё это может иметь

большое практическое значение при многолетнем использовании староорошаемых сероземных почв для возделывания хлопчатника (Аширбеков М.Ж., 2015-1).

Таким образом размещение хлопчатника в севообороте обеспечивает положительный баланс азота, фосфора и калия в почве, но самое большое увеличение содержания этих элементов питания в почве наблюдается в севообороте 3:4:1:2 с тремя полями люцерны, полем однолетних культур (ячмень + пожнивно кукуруза на силос), внесением 40 т/га навоза под четвёртый хлопчатник после распашки люцерны и применением минеральных удобрений под эту культуру в дозе $N_{200}P_{150}K_{90}$. Ежегодный посев хлопчатника в течение 10 лет приводит к отрицательному балансу всех изучаемых элементов питания, а ежегодное внесение минеральных удобрений под эту культуру в дозе $N_{250}P_{175}K_{90}$ обеспечивает компенсацию только фосфора и калия.

3.5. Биологические свойства почвы

Эффективное плодородие почвы находится в тесной органической связи с жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов, так как протекающие в почве процессы превращения веществ и накопления продуктов жизнедеятельности микроорганизмов отражаются на условиях роста и обеспеченности растений элементами питания.

Обладая высокой биологической активностью, микроорганизмы осуществляют основной почвенно-биологический процесс – разложение органических остатков и образование нового органического вещества – гумуса почвы. Они играют основную роль в биогеоценозах, минерализуя органические остатки и замыкая, таким образом, биологические циклы экосистем. Кроме того, используя в процессе жизнедеятельности продукты выделения растений, микроорганизмы, очищая среду, создают условия для нормального роста и развития возделываемых сельскохозяйственных культур. Поэтому одним из параметров почвенного плодородия является содержание в почве полезной группы почвенной микрофлоры, которое может меняться под воздействием дифференцированных агротехнических приёмов.

Корневые и растительные остатки, содержат много клетчатки, смол, лигнина и других соединений, минерализующихся в основном при участии грибной микрофлоры. Кроме того, мероприятия по окультуриванию почв способствуют снижению реакции почвенной среды, а микромицеты очень чувствительны к этому физико-химическому параметру плодородия (Мишустин Е.Н., 1975; Аристовская Т.В., 1980).

По мнению К.А. Тимирязева (1941), целесообразно кроме твердой, жидкой и газообразной фаз в составе почвы выделять четвертую – «живую» фазу. В неё входят населяющие почву микроорганизмы, насекомые, коллоиды почвы. Ученый обращал внимание на то, что среди многообразных процессов, участвующих в почвообразовании, самыми важными являются микробиохимические, среди которых выделяются процессы, связанные с биохимической деятельностью живых микроорганизмов. Благодаря их жизнедеятельности, связанной с переработкой остатков высших растений, в состав почвы вовлекаются органические соединения, а с ними радиационная энергия солнца.

Исследования показали, что во время ротации севооборотов (1995-2004 гг.) общая численность микроорганизмов, развивающихся на средах МПА (мясопептонном агаре) и Чапека (минеральный азот), возрастает по мере увеличения биогенных элементов в почве. На 1 г почвы больше всего их насчитывалось на удобряемом минеральными и органическими удобрениями фоне в расчлененной схеме хлопкового севооборота с тремя полями люцерны и полем однолетних культур (3:4:1:2). В других схемах севооборотов микроорганизмов было меньше, а возделывание хлопчатника бессменно без удобрений истощало почву и ухудшало её микробиологические свойства. При этом во всех севооборотах и бессменном посеве осенью (сентябрь) в почве было больше микроорганизмов, чем весной (таблица 40).

Большое значение в увеличении микробиологической активности почвы под хлопчатником имело применение минеральных удобрений и навоза. При ежегодном внесении минеральных удобрений под хлопчатник общая численность микрофлоры увеличилась на 1,5 млн., а при совместном внесении с навозом – на

1,8 млн. в 1 г почвы (Аширбеков М.Ж., 2010-2).

Таблица 40. – Влияние бессменного посева хлопчатника и севооборота на количество микроорганизмов, млн. пропагул на 1 г сухой почвы, среднее за 1995-2004 гг.

(данные М.Ж. Аширбекова, 2015)

Вариант		Время определения	МПА			среда Чапека			Сусло-агар
чередование культур	удобрение хлопчатника		бактерии	грибы	актиномицеты	бактерии	грибы	актиномицеты	грибы
Бессменный хлопчатник	—	весна	5,75	0,035	0,030	12,9	0,020	0,045	0,040
		осень	10,50	0,025	0,045	13,7	0,030	0,036	0,030
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	весна	6,80	0,045	0,040	13,5	0,030	0,060	0,055
		осень	10,90	0,030	0,055	16,3	0,036	0,040	0,040
3:7	—	весна	6,95	0,060	0,035	19,3	0,025	0,060	0,055
		осень	10,80	0,040	0,070	15,2	0,030	0,036	0,040
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	8,75	0,070	0,050	20,2	0,035	0,075	0,060
		осень	12,30	0,055	0,090	26,3	0,050	0,045	0,040
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	8,70	0,072	0,060	22,5	0,045	0,075	0,065
3:4:1:2		осень	12,50	0,040	0,090	27,7	0,050	0,055	0,070
		весна	8,85	0,085	0,075	24,8	0,055	0,100	0,070
осень		13,20	0,095	0,095	28,5	0,050	0,060	0,070	
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	8,55	0,080	0,075	22,6	0,050	0,100	0,070
		осень	13,30	0,080	0,080	30,2	0,060	0,080	0,070

Наибольшим количеством бактерий на среде МПА в весенний период характеризовалась почва, отобранная с расчлененной схемой севооборота 3:4:1:2, которое составляло 8,85 млн. пропагул в 1 г сухой почвы. Высокие показатели по учету бактерий на МПА отмечались и в других севооборотах: в удобряемом по схеме 3:7 – 8,75 млн., 2:4:1:3 – 8,70 млн., 3:3 – 8,55 млн. пропагул. Причем в не удобряемом севообороте 3:7 количество пропагул бактерий было на 20 % выше, чем при не удобряемой бессменной культуре хлопчатника, что ещё раз подтвер-

ждает большую роль севооборота в увеличении численности микроорганизмов в почве.

К осени общее количество пропагул бактерий в изучаемых севооборотах повысилось в 1,5-1,8 раза. При этом наибольший рост актиномицетов осенью наблюдался в севообороте с расчлененной схемой 3:4:1:2 и 3:3. Также в севооборотах за счет люцерны относительно варианта с удобряемой бессменным посевом (монокультурой) хлопчатника происходило самоочищение почвы от патогенных грибов.

Количество бактерий на среде Чапека в это время при бессменном возделывании хлопчатника составляло 12,9-13,5 млн. пропагул, а при возделывании хлопчатника в севообороте 3:7 без внесения удобрений их количество увеличилось до 19,3 млн., а в севооборотах с применением минеральных удобрений и навоза – от 20,2 до 24,8 млн. пропагул в 1 г сухой почвы. При этом, опять же, больше всего бактерий в почве было в севообороте 3:4:1:2.

Таким образом, в течение ротации севооборотов и 10-ти лет возделывания хлопчатника в бессменном посеве количество микроорганизмов в последнем, даже при ежегодном внесении минеральных удобрений в дозе $N_{250}P_{175}K_{90}$, существенно меньше, чем в неудобряемом севообороте 3:7, что указывает на большую роль поступающих в почву корневых и пожнивных остатков люцерны, являющихся питательной средой для различных микроорганизмов. При внесении в почву минеральных удобрений ($N_{200}P_{150}K_{90}$) и, особенно навоза, количество микроорганизмов во всех севооборотах увеличивается, а дополнительное поле двух яровых культур в один год (ячмень + кукуруза) способствует дополнительному росту и численности и разнообразия микроорганизмов, так как растительные остатки люцерны и однолетних культур содержат различные питательные вещества для их жизнедеятельности. Именно этим можно объяснить наибольшее количество микроорганизмов в почве севооборота 3:4:1:2 в оба периода их определения (весна и осень).

Кроме бактерий в превращении питательных веществ в почве участвует це-

лый ряд физиологических групп таких, как: масляно-кислого брожения, нитрифицирующие бактерии, аэробные разрушители целлюлозы, аммонификаторы, денитрификаторы и другие.

Благоприятные условия для минерализационных процессов складывались в почве под хлопчатником, возделываемом в севообороте. В среднем за ротацию севооборотов (1995-2004 гг.) на бессменном посеве хлопчатника пул аэробных целлюлозных бактерий, нитрификаторов и азотобактера составил 10^5 , аммонификаторов – 10^7 (приложение 21). Наиболее благоприятные условия в их накоплении создавались в севообороте 3:4:1:2, где аэробных целлюлозных бактерий и нитрификаторов было накоплено 10^6 , азотобактера и аммонификаторов – 10^5 (Аширбеков М.Ж., Умбетаев И., 2008).

Под влиянием разных предшественников, структуры севооборота, доз минеральных удобрений меняется направленность микробиологических процессов в почве. Они же определяют её нитрификационную способность. Под влиянием хлопковых севооборотов и доз минеральных удобрений нитрификационная способность повышается, быстрее осваивается поступающее в почву органическое вещество.

В среднем за годы ротации севооборотов самая высокая активность нитрификационных процессов почвы весной наблюдалась в расчленённых схемах (2:4:1:3, 3:4:1:2) и короткоротационном севообороте 3:3, где активность нитрификационных процессов составила: с гороховой мукой – 13,6-13,7; с внесением аммиачного азота – 35,1-37,2; с внесением CaHPO_4 – от 1,6 до 1,9 мг на 100 г почвы (таблица 41).

В севообороте 3:7 с внесением удобрений наблюдалась аналогичная тенденция в накоплении азота нитратов. В удобряемом и не удобряемом бессменном посеве хлопчатника нитрификационные процессы проходили в меньшей мере, чем во всех схемах севооборотов, но особенно в расчленённом севообороте 3:4:1:2 (Аширбеков М.Ж., Умбетаев И., 2009). Осенью нитрификационная способность почвы снижалась, но закономерности по её эффективности в различных схемах севооборотов были такими же.

Таблица 41. –Нитрификационная способность почвы во время ротации хлопковых севооборотов, накоплено N-NO₃ за 15 суток, мг/100 г почвы (среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Индикатор			
чередование культур	удобрение хлопчатника	вода	гороховая мука	NH ₄ (SO ₄) ₂	CaHPO ₄
Весна					
Бессменный хлопчатник	–	0,2	7,9	27,5	0,6
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0,3	9,7	30,6	1,2
3:7	–	0,2	9,9	30,7	0,8
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,4	13,5	36,2	1,5
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,7	13,7	35,1	1,6
3:4:1:2		0,7	13,7	37,2	1,9
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0,7	13,6	37,1	1,8
Осень					
Бессменный хлопчатник	–	следы	7,9	26,6	следы
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0,35	8,7	27,7	0,7
3:7	–	следы	7,9	28,5	следы
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	1,6	14,5	30,6	0,8
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	1,7	14,7	30,7	0,9
3:4:1:2		2,0	15,3	31,8	0,9
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	1,9	15,2	32,7	1,0

Таким образом, внесение минеральных удобрений на фоне обогащения почвы органическим веществом способствует активному развитию почвенной микрофлоры. Особенно высокая продуктивность минерализации органического вещества происходила по пласту и обороту пласта люцерны, которая оставляла в почве большое количество богатых азотом и другими элементами питания корневых и пожнивных остатков (Аширбеков М.Ж., 2010-2).

Наряду с данными о численности микрофлоры, большое значение для ха-

рактические показатели плодородия почвы имеют показатели биохимических процессов, которые протекают в ней в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Обобщенным показателем активности этих процессов является интенсивность выделения углекислого газа (CO_2) – «дыхание» почвы.

Известно, что интенсивность продуцирования углекислоты почвой зависит с одной стороны от жизнедеятельности населяющих её живых и растительных организмов, с другой стороны, от скорости диффузии углекислоты (CO_2) из почвы в атмосферу. Следует отметить, что основным условием продуцирования углекислоты почвой является наличие в ней органического вещества.

В среднем за годы исследований наибольшее выделение углекислоты отмечалось в удобряемых хлопково-люцерновых севооборотах по схемам 3:7, 3:4:1:2 и 3:3, где в весенний период оно составляло 192-194 мг/м^2 в час (рисунок 7).

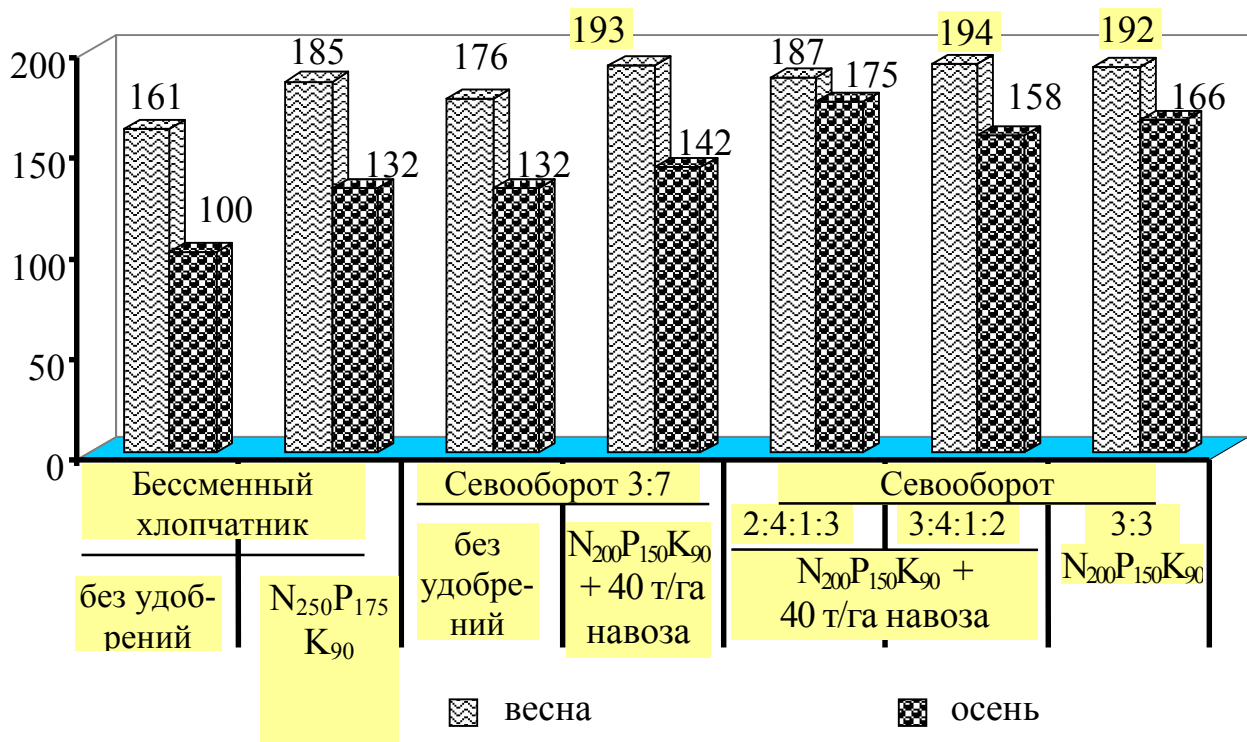


Рисунок 7. – Количество CO_2 , выделившегося с поверхности поля в хлопковых севооборотах и монокультуре (среднее за 1995-2004 гг.), мг/м^2

В севообороте с двумя полями люцерны (2:4:1:3) углекислого газа весной выделялось столько же, как и при удобряемой бессменном посеве хлопчатника. При схеме 3:7, где удобрения не вносили, возделывание люцерны повышало ко-

личество выделяющегося CO_2 на 9 % в сравнении с не удобряемой бессменным возделыванием хлопчатника

В конце вегетации хлопчатника наблюдалось заметное снижение интенсивности дыхания почвы. Наибольшим оно было при бессменном возделывании хлопчатника – 40-60 %, наименьшее – в севообороте с двумя полями люцерны, которое составило всего 7 %. В севообороте 3:7 дыхание почвы уменьшилось на 33-36 %, в расчленённом севообороте 3:4:1:2 – на 23, с короткой ротацией 3:3 – на 17 % (Аширбеков М.Ж., 2015).

Таким образом, интенсивность дыхания почвы напрямую зависит от количества содержащегося в ней органического вещества. Больше углекислоты выделяет почва, в которую заделаны корневые и пожнивные остатки трёхлетней люцерны и 40 т/га навоза. Несколько меньше выделяется её с поверхности почвы по пласту двухлетней люцерны, затем по фону минеральных удобрений бессменного возделывания хлопчатника и меньше всего – с не удобряемого бессменного посева хлопчатника.

Важную роль в процессах гумусообразования, обмене веществ почвы играет фермент уреазы (карбамид-амидогидролазы), с действием которого связаны процессы гидролиза и превращения в доступную форму азота мочевины. Последняя в значительных количествах может образовываться в естественных условиях в качестве промежуточных продуктов метаболизма азоторганических соединений. Мочевина также поступает в почву в составе навоза и в качестве азотного удобрения.

В почвах фермент уреазы связан с органоминеральным комплексом и обладает высокой устойчивостью против ингибирующих факторов. Оптимальной реакцией почвы для нее является рН 6,5-7,0. По сведениям А.Ш. Галстян (1978) активность уреазы положительно коррелирует с содержанием гумуса, общего азота, глинистых частиц и емкостью поглощения почвы. В почвенном профиле наиболее высокая уреазная активность характерна для гумусового горизонта, где уреазы участвует в превращении белковых веществ и разлагает мочевину на аммиак и углекислоту.

За годы исследований в разных схемах удобряемых хлопковых севооборотов активность уреазы весной повышалась в 1,5 раза в сравнении с бесменным посевом хлопчатника. Такая же закономерность наблюдалась и при осеннем сроке определения, но показатели были несколько ниже, варьируя в изучаемых севооборотах в пределах 1,36-1,45 мг NH₄ /г в сутки (рисунок 8).

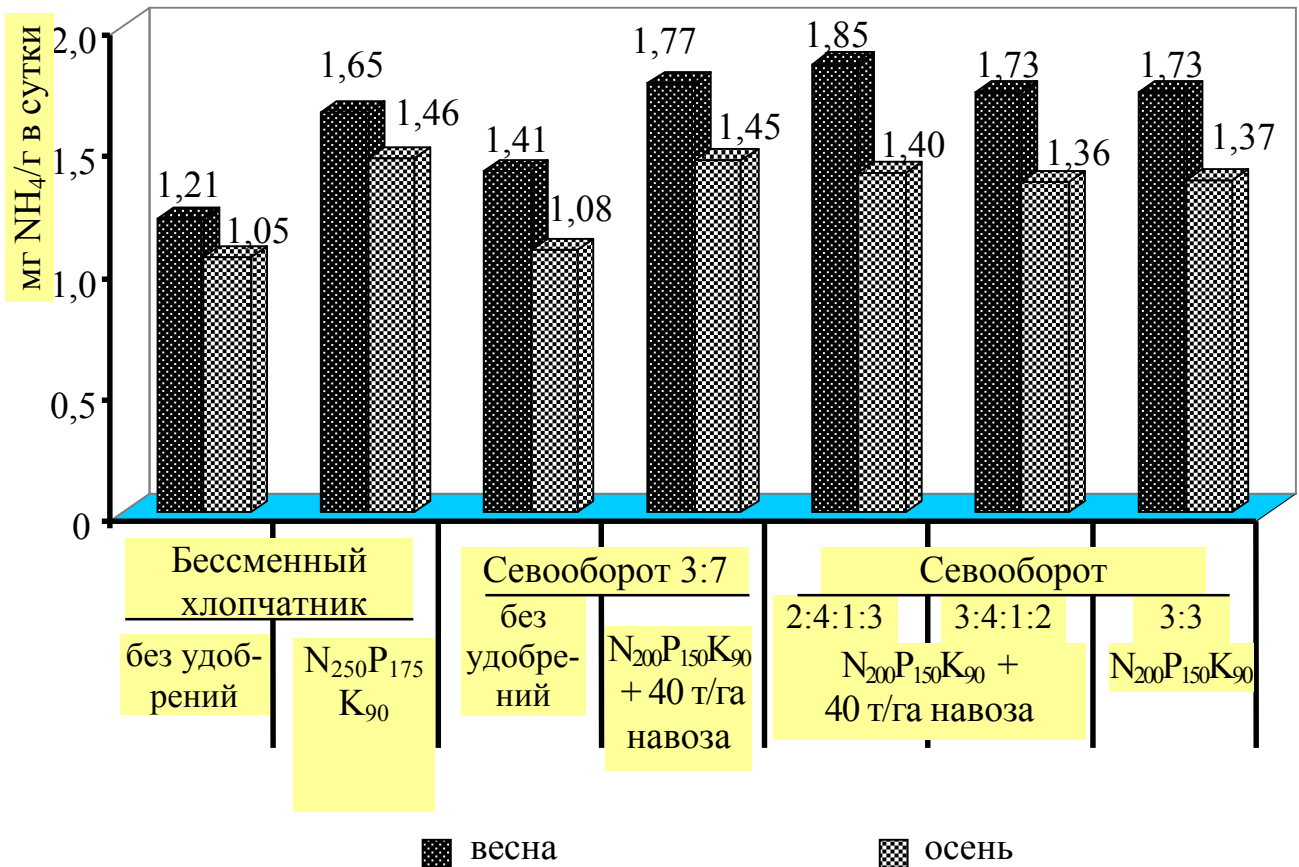


Рисунок 8. – Содержание фермента уреазы в почве хлопковых севооборотов и бесменного хлопчатника (среднее за 1998-2004 гг.), мг NH₄ /г в сутки

Полученные данные свидетельствуют, что эффективность удобрений взаимосвязана с микробиологическим режимом почвы. Без применения минеральных и органических удобрений уменьшается ее биологически активная часть. Определение интенсивности дыхания почвы (выделения из почвы CO₂) и действие ферментов позволяет характеризовать активность биологических процессов орошаемых почв (Аширбеков М.Ж., Мерзликин А.С., Темирбекова С.К., 2012).

Результаты микробиологических исследований, проведенных нами в опыте, подтверждают правильность выводов, что на сероземно-луговых почвах Голодной степи под влиянием севооборотов и окультуривания более активно протекают

биологические, биохимические процессы и хорошо развиваются все группы микроорганизмов. Сероземы Голодной степи нуждаются в постоянном пополнении органическим веществом, от уровня которого во многом зависит эффективность минеральных и органических удобрений и других приемов агротехники возделывания хлопчатника в системе хлопково-люцерновых севооборотов.

Таким образом, на староорошаемой сероземно-луговой почве Голодной степи роль хлопковых севооборотов в повышении плодородия почвы и урожайности культур очень высока, так как плодородие почвы тесно связано с жизнедеятельностью микроорганизмов, а также поступающих в почву растительных остатков.

3.6. Фитосанитарное состояние хлопковых полей

Борьба с сорной растительностью является неотъемлемой частью технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Особенно остро проблема борьбы с сорняками стоит в посевах хлопчатника, так как сорняки затеняют растения хлопчатника, используют питательные вещества и почвенную влагу, снижают урожайность и качество хлопка-сырца. Кроме того, они мешают качественной работе хлопкоуборочных машин и загрязняют товарную продукцию.

В борьбе с сорно-полевой растительностью необходим комплексный подход (Груздев Г.С., 1988; Адиньяев Э.Д., Адаев Н.Л., 2006; Мустафакулов Х. и др., 2013). При этом, по мнению Г.И. Баздырева с коллегами (2004) одним из важных элементов борьбы с сорняками является правильное научно обоснованное чередование возделываемых культур в севообороте. Аналогичного мнения придерживается и Б.Г. Алеев (1989), который придаёт огромное значение размещению хлопчатника в севообороте и указывает на огромное их сорноочищающее действие.

В наших опытах наблюдался смешанный тип засорённости посевов хлопчатника с преобладанием определённой группы сорняков. Во всех севооборотах и бессменном посеве хлопчатника больше всего видов – от 5 до 8 было сорняков семейства сложноцветных и мятликовых. Далее по встречаемости были гречишные и маревые – от 2 до 4 видов, остальные семейства сорных растений были

представлены 1-2 видами. Всего в посевах хлопчатника произрастали 38 видов сорных растений, относящихся к 14 ботаническим семействам (таблица 42).

Таблица 42. – Влияние севооборота на флористический состав сорняков перед первой культивацией посевов хлопчатника, количество видов
(среднее за 1995-2004 гг.)

Семейство	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
			3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
	-	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	-	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀ + 40 т/га навоза		N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀
Мятликовые	6	6	5	5	5	5	5
Сложноцветные	8	8	5	5	5	5	5
Капустные	2	2	2	2	2	2	2
Марьевые	3	3	2	2	3	2	2
Бурчниковые	2	2	1	1	1	2	1
Мотыльковые	1	1	1	1	1	1	1
Гречишные	4	4	2	2	3	3	3
Молочайные	1	1	1	1	1	2	1
Паслёновые	2	2	2	1	2	2	1
Гвоздичные	2	2	1	1	2	2	1
Амарантовые	2	2	2	1	2	2	2
Вьюнковые	2	2	2	2	2	2	2
Мальвовые	1	1	1	1	1	2	1
Тростниковые	2	2	2	2	2	2	2
Всего	38	38	24	27	32	34	28

Во всех севооборотах и бессменном посеве хлопчатника произрастали представители всех ботанических семейств, но больше всего видов сорных растений вегетировало в бессменном посеве хлопчатника – 38 видов, тогда как в севооборотах видовой состав сокращался до 24-34 видов.

Среди большого видового разнообразия сорных растений в посевах хлопчатника, чаще всего встречались: из однолетних – курай (*Salsola rutfienica* L.), ку-

риное просо (*Panicum grus galli* L.), щетинник сизый (*Setaria glauca* L.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), пастушья сумка (*Capsella bursa pastoris* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.) и ширица запрокинутая (*Amarantus retroflexus* L.), овсюг обыкновенный (*Avena fatua* L.), горец вьюнковый (*Jallopia convolvulus* L.); из многолетних – вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), гумай (*Sorghum halepense* L., *Andropogon halepensis* L.), сыть круглая (*Cyperus rotundus* L.), осот голубой (молокан татарский) (*Mulgedium tataricum* L.), додарция восточная (*Dodartia orientalis* L.), свинорой (*Cynodon dactylon* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L., Nevski), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), бодяк, осот розовый (*Cirsium arvense* L.). Остальные виды сорных растений встречались в посевах хлопчатника отдельными растениями (приложение 22).

Среди биологических групп сорняков самыми малочисленными были ранние яровые сорняки, которые представлены четырьмя видами: овсюг обыкновенный, сурепка обыкновенная, капуста хреновидная, пастушья сумка, которые произрастали в посевах хлопчатника во всех севооборотах и бессменных посевах (таблица 43).

Таблица 43. – Влияние севооборота на биологические группы сорняков перед первой культивацией посевов хлопчатника, количество видов

(среднее за 1995-2004 гг.)

Биологическая группа сорняков	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
			3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
	-	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	-	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	
Ранние яровые	4	4	4	4	4	4	4
Поздние яровые	14	14	8	7	11	13	10
Многолетние	20	20	12	16	16	16	14
Всего	38	38	24	27	32	34	28

Более многочисленными были поздние яровые сорняки, которые представлены 14 видами. Все они произрастали в бессменных посевах хлопчатника с внесением и без внесения удобрений. В севооборотах количество видов уменьшалось

до 7-13, так как здесь реже встречались марь белая, верблюд наклонённый, щетинники сизый и зелёный.

Самыми многочисленными были многолетние сорняки, которые представлены 20 видами, произраставшими в бессменных посевах хлопчатника. В севооборотах видовой состав этой группы уменьшался до 12-16 за счёт отсутствия латука компосов, полыни понтийской и соссории горькой и меньшей засорённостью другими видами многолетних сорняков.

Большое видовое разнообразие сорно-полевой растительности в посевах хлопчатника обусловлено климатическими условиями региона с очень мягкой зимой, продолжительным жарким летом и орошением, обеспечивающим влагой не только культурные растения, но и сорняки.

Биологический состав сорных растений в посевах хлопчатника во всех вариантах опыта можно объяснить технологией возделывания хлопчатника, когда в результате вспашки и предпосевных культиваций уничтожаются всходы зимующих и ранних яровых сорняков, а большое количество тепловых ресурсов, обусловленных климатическими условиями зоны, способствуют лучшему росту и развитию поздних яровых сорняков. При этом внесение в севооборотах навоза увеличивало встречаемость многолетних сорняков на 2-4 вида.

Изучаемые севообороты оказали существенное влияние на засорённость посевов хлопчатника (Аширбеков М.Ж., 2011). В среднем за ротацию (1995-2004 гг.) в бессменном посеве хлопчатника без внесения удобрений перед первой междурядной обработкой вегетировало 52,4 шт./м² сорняков, внесение удобрений повысило их численность до 58,8 шт./м², тогда как во всех севооборотах в посевах хлопчатника количество сорняков составляло всего от 24,3 до 28,8 шт./м², что в 1,8-2,4 раза меньше, чем при бессменном посеве этой культуры (рисунок 9).

Такие закономерности и количество сорняков в бессменных посевах хлопчатника и в севообороте были стабильными по годам исследований (приложение 23), что говорит о способности севооборотов снижать засорённость этой культуры по сравнению с её бессменным посевом.

Уменьшение численности сорных растений в посевах хлопчатника, возде-

ываемого в севообороте, обусловлено введением в севооборот культур, более конкурентоспособных с сорняками в борьбе за свет, влагу и элементы питания и тем самым подавляющих рост и развитие сорняков.

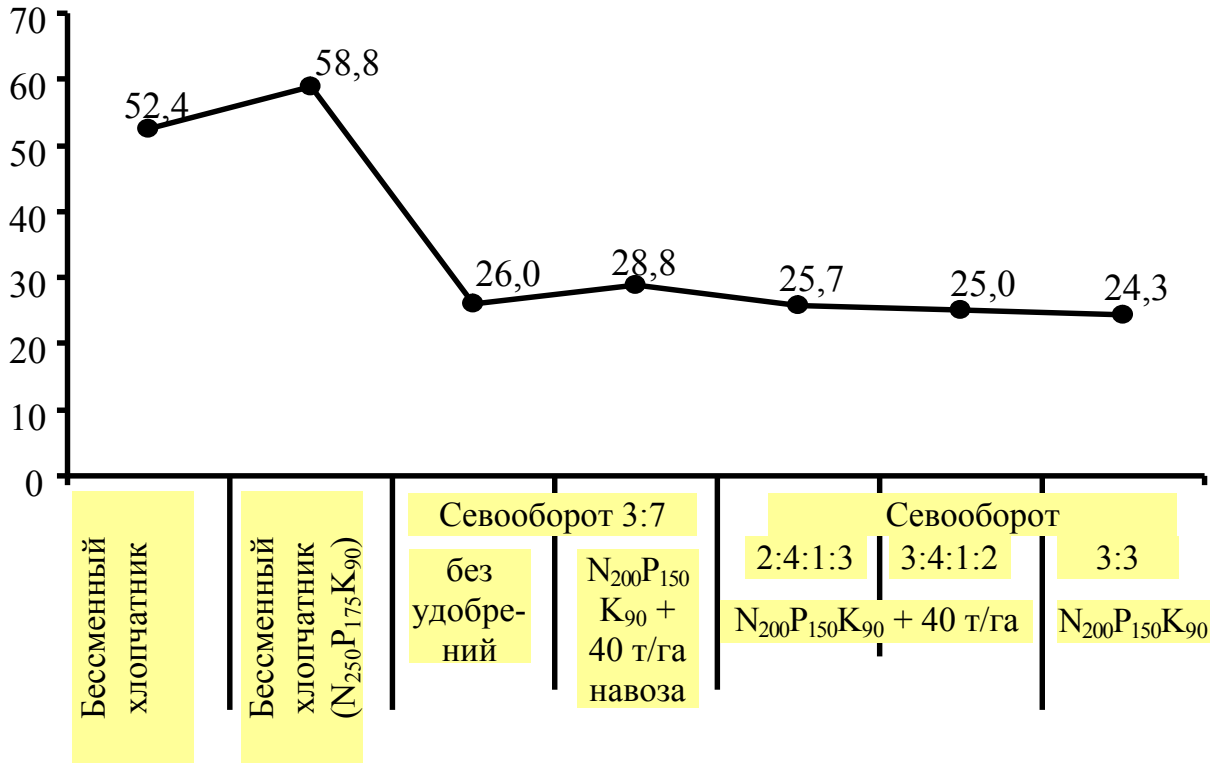


Рисунок 9. – Количество сорняков в хлопковых полях перед первой культивацией (среднее за 1995-2004 гг.), шт./м²

Особую роль в борьбе с сорняками принадлежит люцерне. При посеве люцерны под покров кукурузы и ячменя, благодаря мощному развитию покровных культур, сорняки в таких посевах составляют не более 1-3 % и, не успев сформировать семена, вместе с покровной культурой убираются с поля. Во второй и третий годы жизни люцерны весной отрастает очень рано, быстрыми темпами наращивает надземную массу и густым травостоем сильно угнетает взошедшие однолетние и проросшие многолетние сорняки и, опять же, не дав им сформировать семена, вместе с сорняками увозится с поля.

В севооборотах 3:4:1:2 и 2:4:1:3 важную роль в борьбе с сорными растениями, кроме люцерны, играют яровые культуры, возделываемые в один год. Сплошной рядовой посев ячменя обеспечивает ему высокую конкурентоспособность в борьбе с сорняками, а в широкорядном посеве кукурузы ведутся междурядные

обработки, в результате которых уничтожаются сорняки в междурядьях, а мощно развитые растения кукурузы сильно угнетают сорняки в рядах. Кроме того, в обеих культурах можно эффективно бороться со всеми видами сорных растений химическими методами.

Несовпадение циклов развития люцерны и яровых культур с сорняками способствовало угнетению и гибели последних в течение вегетации, а удаление сорняков с поля до их созревания вместе с урожаем основной культуры обеспечило уменьшение запасов семян сорняков в почве и снижение засорённости следующих за ними посевов хлопчатника в хлопковых севооборотах.

Поэтому в изучаемых севооборотах и в бессменных посевах, благодаря люцерне и однолетним культурам, а также в результате основной, предпосевной обработок почвы, культивации междурядий и ручной прополке сорняки в посевах хлопчатника находятся в угнетённом состоянии, к созреванию хлопчатника погибают или находятся в нижнем ярусе, не оказывая отрицательного влияния на рост развитие, урожайность и качество хлопка-сырца.

Фитосанитарное состояние посевов хлопчатника во многом зависит от поражения растений болезнями. Одной из наиболее опасных болезней этой культуры является поражение растений хлопчатника вертициллёзным вилтом, который при сильном развитии снижает до 50 % урожая хлопка-сырца (Саттарова Р.К., 2006; Курбонов А.Е. и др., 2016) и широко распространён во всех районах возделывания хлопчатника, в том числе и в Южном Казахстане.

Для борьбы с этим заболеванием необходимо проводить целый комплекс профилактических, агротехнических, организационных и других мероприятий. По мнению Р.Ш. Телляева (1989), Е.В. Ченикаловой (2006) одним из самых эффективных мер борьбы с этой болезнью является возделывание хлопчатника в севообороте.

В наших исследованиях посев хлопчатника в севообороте с люцерной снижал поражение хлопчатника вертициллёзным вилтом в 2,2-2,8 раза по сравнению с бессменным посевом этой культуры. Введение в севообороты 3:4:1:2 и 2:4:1:3 одного поля однолетних культур приводило к снижению заболеваемости ещё на 0,6-0,9%,

поэтому в этих схемах севооборотов самая низкая поражённость растений этой болезнью в течение второй ротации севооборотов (рисунок 10).

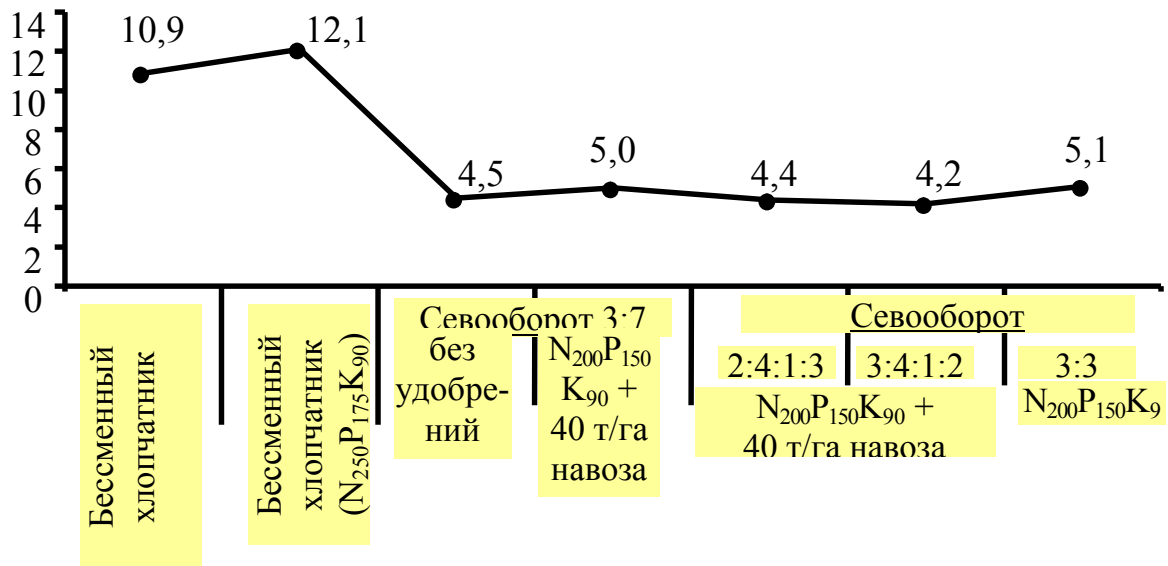


Рисунок 10. – Поражённость хлопчатника вертициллёзным вилтом в севооборотах и бесменных посевах по состоянию на 30 августа, % (среднее за 1995-2004 гг.),

Самая высокая заболеваемость вертициллёзным вилтом наблюдается в бесменных посевах хлопчатника. Использование в таком посеве одних только минеральных удобрений способствовало увеличению заболеваемости в среднем за 10 лет исследований с 10,9 до 12,1 %, или на 1,2 %, а внесение 40 т/га навоза подавляло развитие болезни (Аширбеков М.Ж., 2011-1).

Такие закономерности по влиянию севооборотов и бесменных посевов на заболеваемость растений хлопчатника вертициллёзным вилтом наблюдались во все годы ротации изучаемых севооборотов (приложение 24).

Одной из основных причин снижения заболеваемости хлопчатника в севообороте является более бурное развитие в севообороте сапрофитных грибов, являющихся антогонистами возбудителя вилта, по сравнению с бесменным посевом хлопчатника. Важную роль в этом играло включение в севооборот люцерны и однолетних культур. В среднем за ротацию севооборотов (1995-2004 гг.) в течение всего вегетационного периода больше всего сапрофитных грибов было после двух-, трёхлетней люцерны и однолетних культур, количество которых на суслеагаре к 30 сентября насчитывалось более 100 тыс. штук в 1 г абсолютно сухой

почвы, тогда как на 2-3 год после люцерны их количество снижалось до 95, а в бессменном посеве составило всего 75-80 тыс. штук (таблица 44).

Таблица 44. – Количество колоний сапрофитных грибов в почве после различных предшественников, тыс. шт./г абсолютно сухой почвы

(среднее за 1995-2004 гг.)

Предшественник хлопчатника	Сусло-агар			Среда Чапека		
	20.05	15.08	30.09	20.05	15.08	30.09
Хлопчатник	70	20	80	50	35	55
Хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	60	25	75	45	35	55
Двухлетняя люцерна	95	50	105	55	35	75
Трёхлетняя люцерна	90	55	115	55	45	85
Оборот пласта люцерны	80	45	95	50	35	65
3-й год после люцерны	75	35	95	45	35	70
Однолетние культуры	85	45	100	50	30	75

Аналогичные закономерности по влиянию культур севооборота на количество сапрофитных грибов наблюдалось и на среде Чапека. При этом снижение численности грибов в середине августа связано с высокой температурой воздуха и почвы, угнетающих их развитие.

Благодаря наличию в почве сапрофитных грибов снижается количество микросклероциев возбудителя вилта. Наблюдается тесная обратная зависимость количества микросклероциев возбудителя вилта от количества сапрофитных грибов в почве ($r = 0,787$). Поэтому в бессменных посевах в мае насчитывалось 1,7-1,8 тыс. шт. спор в 1 г абсолютно сухой почвы, уменьшаясь к концу сентября до 1,2 тыс. шт./г, тогда как после двух-, трёхлетней люцерны и однолетних культур, их количество составляло, соответственно, – 0,5-0,9 и 0,2-0,6 тыс. шт. спор в 1 г абсолютно сухой почвы, или в 2,0-3,4 и в 2,0-6,0 раз меньше (таблица 45).

Таким образом, хлопковые севообороты являются высокоэффективным средством в улучшении фитосанитарного состояния хлопковых полей. В севообо-

Таблица 45. – Влияние предшественников на количество микросклероциев
возбудителя вилта, тыс. шт. пропагул в 1 г абсолютно сухой почвы
(среднее за 1995-2004 гг.)

Предшественник хлопчатника	Дата определения		
	20.05	15.08	30.09
Хлопчатник бесменно	1,7	1,2	1,2
Хлопчатник бесменно + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	1,8	1,3	1,2
Двухлетняя люцерна	0,8	0,5	0,5
Трёхлетняя люцерна	0,5	0,3	0,2
Оборот пласта люцерны	1,2	0,9	0,7
Третий год после люцерны	1,1	0,8	0,5
Однолетние культуры (ячмень+кукуруза)	0,9	0,7	0,6

роте уменьшается засорённость и снижается поражение растений хлопчатника вилтом. Важную роль в этом играют посевы двух-, трёхлетней люцерны и введение в расчленённые севообороты 3:4:1:2 и 2:4:1:3 поля однолетних культур (ячмень + кукуруза, пожнивно).

3.7. Рост и развитие растений хлопчатника

Различные водные, физические и биологические свойства почв, а также различия в содержании гумуса и обеспеченности растений элементами питания в зависимости от севооборота и бесменного посева хлопчатника оказали существенное влияние на густоту появления всходов, рост и развитие растений хлопчатника в течение вегетации. При посеве хлопчатника при прогревании почвы на глубине заделки семян до 12-14⁰С, что по годам исследований, в зависимости от погодных условий, приходилось на вторую половину третьей декады апреля или первую декаду мая всходы появлялись через 10-12 дней после посева. В среднем за 1995-2004 гг. при бесменном посеве количество взошедших растений хлопчатника составило 13,4-13,9 шт./м² (приложение 25), в севооборотах с посевом люцерны их количество увеличивалось до 14,6-15,0 шт./м², а в севооборотах 3:4:1:2 и 2:4:1:3 с посевом люцерны и включением поля однолетних культур

всходов получено больше всего – 15,3-15,5 шт./м².

Более высокая полевая всхожесть семян хлопчатника в расчленённых севооборотах 3:4:1:2 и 2:4:1:3 обусловлена лучшими физическими и водными свойствами почвы в этих севооборотах по сравнению с почвой других севооборотов и, особенно, бессменных посевов хлопчатника.

В начальный период вегетации густота стояния растений хлопчатника по всем вариантам опыта не изменялась, а после ручного прореживания она стала одинаковой и находилась в пределах от 12,0 до 12,5 шт./м² (приложение 26). То есть, согласно технологии возделывания, предусматривающей проведение прорывки растений после получения полных всходов, формируется одинаковая густота стояния хлопчатника в бессменных посевах и в севооборотах. Густота же растений во время дальнейшей вегетации будет зависеть от складывающихся погодных условий, чередования культур в севообороте и, соответственно, обеспеченности растений элементами питания, влагой и другими факторами.

Важным показателем роста и развития растений является развитие ассимиляционного аппарата растений, от которого во многом зависит формирование генеративных органов и, в итоге, их урожайность. В наших опытах во всех вариантах исследований по мере прохождения хлопчатника фенологических фаз площадь листовой поверхности растений увеличивалась (приложение 27). При этом, в начальный период вегетации до фазы ветвления разница в этом показателе между вариантами опыта была незначительной, даже с применением удобрений. Начиная с фазы ветвления площадь ассимиляционной поверхности растений по вариантам опыта стала существенно отличаться, когда площадь листьев одного растения хлопчатника при бессменном посеве составила 172,8-222,3 см², в севооборотах с люцерной она увеличилась до 246,7-278,6 см², и наибольшей она была в севообороте 3:4:1:2 – 295,7 см², что на 6,1-19,9 % больше, чем в других севооборотах и на 33,0 % больше удобряемого и на 71,1 % больше удобряемого бессменного посева хлопчатника (Аширбеков М.Ж., Дридигер В.К., 2018).

В дальнейшем в течение всего периода вегетации в этом севообороте площадь ассимиляционной поверхности растений хлопчатника была самой большой

(рисунок 11).

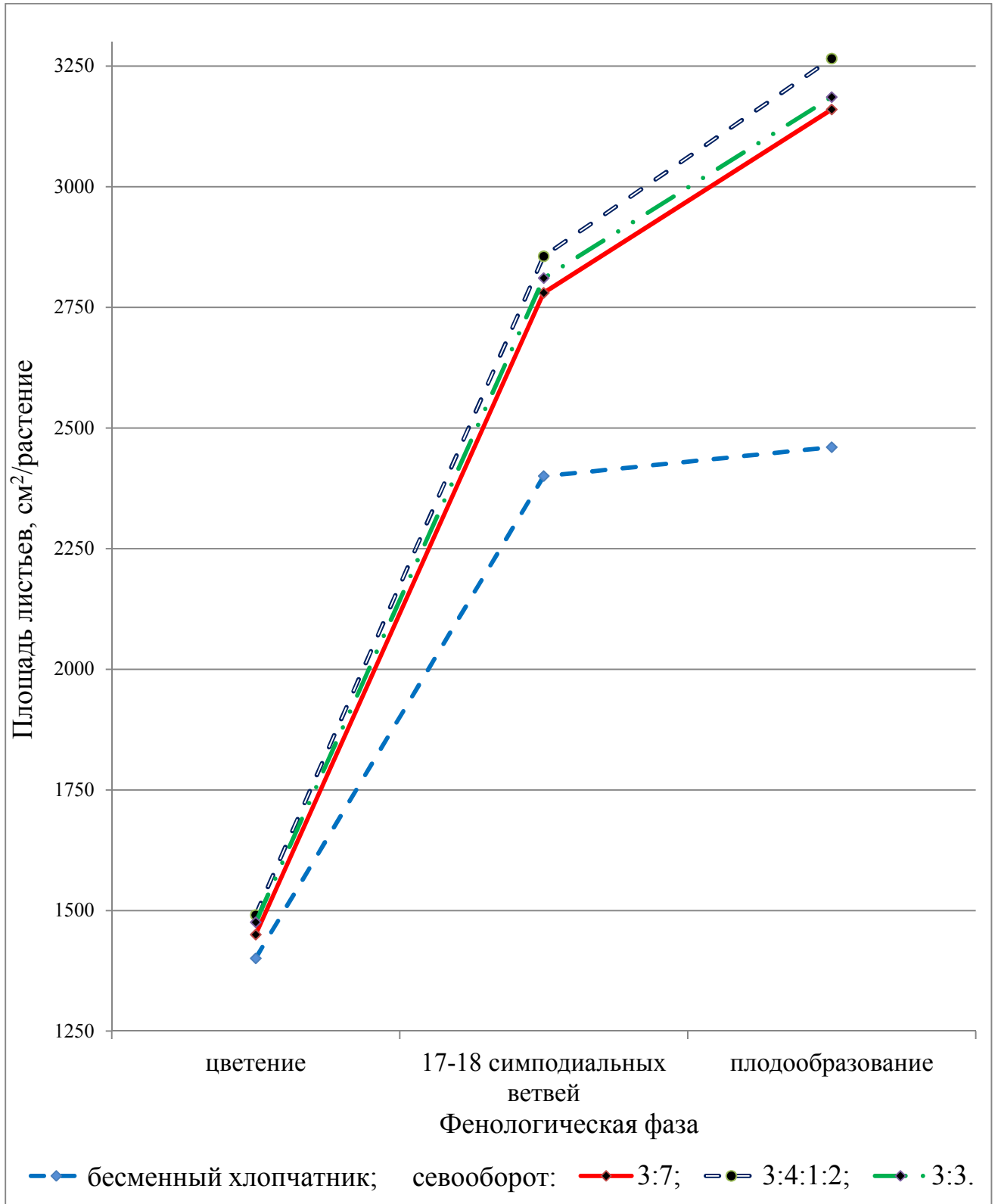


Рисунок 11. – Влияние севооборота и бесменного посева на динамику площади листьев растений хлопчатника, см²/растение (среднее за 1995-2004 гг.)

К фазе плодообразования также самая большая площадь листьев была у

растений хлопчатника, возделываемого в севообороте 3:4:1:2, где она составила 3265,5 см²/растение, что на 34,7-79,8 см² больше, чем в других севооборотах и на 805,3-1065,5 см² больше, чем у бессменного хлопчатника. Такая закономерность наблюдалась во все годы исследований (см. приложение 27).

Формирование ассимиляционного аппарата напрямую связано с развитием биометрических показателей растений хлопчатника. В течение трёх месяцев высота главного стебля растений хлопчатника при его посеве в севооборотах с внесением минеральных удобрений и навоза к 1 августа (третий срок наблюдений) составила от 75,7 до 78,5 см. В это же время линейный рост растений хлопчатника в бессменном посеве с удобрениями составила 64,8, без внесения удобрений – 59,9 см, что, соответственно, на 10,9-13,7 и 15,8-18,6 см, или на 14,4-17,4 и 19,0-23,7 % меньше (таблица 46).

Аналогичная закономерность наблюдалась по количеству настоящих листочков, которых в удобряемых севооборотах было 2,2-2,6 шт./растение, тогда как в бессменном посеве 1,8 шт. Ещё большее преимущество имели растения хлопчатника при посеве в севообороте по количеству плодовых ветвей. При бессменном посеве без внесения удобрений 1 августа их количество составило 8,3 шт./растение, применение минеральных удобрений увеличило этот показатель до 9,5 шт. (14,4%), тогда как в удобряемых севооборотах с люцерной (3:7 и 3:3) 10,5-12,2 шт., а в расчленённых севооборотах с люцерной, полем однолетних культур, внесением минеральных удобрений и навоза 2:4:1:3 и 3:4:1:2 – 12,6 и 12,8 см.

От размещения в севообороте и уровня минерального питания зависит не только интенсивность роста и формирования плодовых ветвей, но и продолжительность цветения и созревания коробочек хлопчатника. В годы исследований отчетливо проявилась тенденция ускоренного развития растений бессменного посева, где удобрения не применяли, чем в удобряемой бессменной культуре. Однако время цветения и созревания коробочек на обоих агрофонах с бессменной культурой хлопчатника опережали таковые при посеве хлопчатника в севообороте на 5-7 дней. Также установлено, что по мере удаления от года распашки люцерны,

Таблица 46. – Влияние севооборотов и бессменного посева на биометрические показатели растений хлопчатника
(среднее за 1995-2004 гг.)

Показатель	Дата	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
		без удобрений	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
				без удобрений	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	
Высота главного стебля, см	01.06	5,1	5,5	5,7	5,8	5,9	5,8	5,9
	01.07	26,7	28,9	29,5	29,7	29,9	31,2	32,5
	01.08	59,9	64,8	67,8	77,7	78,5	78,2	75,7
Количество настоящих листочков, шт./растение	01.06	1,8	1,8	1,8	2,2	2,4	2,2	2,6
Количество плодовых ветвей, шт./растение	01.07	2,4	2,5	2,8	3,2	3,5	3,7	3,6
	01.08	8,3	9,5	9,7	10,5	12,6	12,8	12,2

разница в сроках наступления фазы массового цветения и массового раскрытия коробочек между разными схемами севооборотов и бессменной культурой хлопчатника снижалась до 3-4 дней.

Более продолжительное цветение и созревание позволило растениям хлопчатника, размещённом в севообороте 3:4:1:2 сформировать самую большую сухую массу генеративных органов на одном растении – 84,6 г, тогда как в севооборотах 3:7, 3:3 и 2:4:1:3 она составила 69,7 г, а в бессменном посеве всего 42,3г, что в 1,2 и 2,0 раза меньше.

Наибольшие биометрические показатели, лучшее формирование и развитие генеративных органов растений хлопчатника в севообороте 3:4:1:2 объясняется лучшим обеспечением растений элементами питания, меньшей засоленностью почвы и лучшими её физическими, водными и биологическими свойствами, чем в других севооборотах и, особенно, бессменных посевах этой культуры.

Таким образом, максимальный линейный рост главного стебля, лучшее развитие ассимиляционного аппарата и наибольшее количество генеративных органов формировали растения хлопчатника при посеве в удобряемых минеральными удобрениями и навозом севооборотах, особенно в севообороте 3:4:1:2, где эти показатели были наибольшими. Бессменный посев хлопчатника без внесения минеральных удобрений приводил к существенному уменьшению этих показателей, а внесение удобрений при таком посеве культуры их увеличивало, но они всё равно были намного меньше, чем в севообороте. Всё это оказало существенное влияние на урожайность хлопчатника.

3.8. Урожайность хлопчатника и кормовых культур

Особенности роста, развития и формирования генеративных органов оказали существенное влияние на урожайность хлопка-сырца в изучаемых севооборотах и бессменном посеве. Самая низкая урожайность хлопчатника в среднем за годы исследований получена при его бессменном посеве – 1,97 т/га (таблица 47). Ежегодное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{250}P_{175}K_{90}$ повысило этот показатель до 2,22 т/га.

Таблица 47. – Влияние севооборота и бессменного посева хлопчатника на урожайность хлопка-сырца, т/га

Вариант		Год										Среднее	Отклонение от удобряемой бессменной культуры	
чередование культур	удобрение хлопчатника	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		т/га	%
Бессменный хлопчатник	без удобрений	2,12	2,15	1,99	1,75	1,87	1,98	1,97	1,95	1,99	1,96	1,97	- 0,25	- 11,3
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	2,28	2,17	2,27	2,12	2,26	2,29	2,25	2,15	2,18	2,25	2,22	–	–
3:7	без удобрений	–	–	–	3,06	3,29	2,89	2,69	2,47	2,25	2,35	2,71	+ 0,49	+ 22,1
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	3,25	3,37	3,21	3,32	2,82	2,65	2,75	3,05	+ 0,83	+ 37,4
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	3,54	3,36	3,42	3,36	–	2,92	2,87	2,79	3,18	+ 0,96	+ 43,2
3:4:1:2		–	–	–	3,55	3,88	3,47	3,59	–	3,21	3,38	3,51	+ 1,29	+ 58,1
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	3,48	3,19	2,99	–	–	–	3,42	3,28	3,15	–	3,28	+ 1,06	+ 47,7
НСП ₀₅		0,31	0,23	0,21	0,26	0,28	0,29	0,29	0,22	0,19	0,31	0,23	-	-

В хлопково-люцерновом севообороте с тремя полями люцерны и семью полями хлопчатника (3:7) даже без внесения удобрений урожайность была достоверно выше, чем в бессменном посеве с внесением удобрений на 0,49 т/га, или 22,1 % (Аширбеков М.Ж., Дридигер В.К., 2018). То есть ежегодное внесение в бессменном посеве большой дозы минеральных удобрений было менее эффективным с точки зрения урожайности, чем введение в севооборот трёхлетней люцерны. Это ещё раз подтверждает огромную роль севооборота и в частности люцерны в повышении урожайности хлопчатника.

При дополнительном внесении в этом севообороте минеральных удобрений под хлопчатник в дозе $N_{200}P_{150}K_{90}$ и 40 т/га навоза на четвёртый год после люцерны урожайность хлопка-сырца увеличилась до 3,05 т/га, что достоверно на 0,34 т/га, или на 15,3 % больше, чем в этом же севообороте без внесения удобрений, и на 0,83 т/га (37,4 %) больше, чем удобряемого бессменного посева этой культуры. О важной роли севооборота, включение в него люцерны и внесение минеральных и органических удобрений говорит тот факт, что в этом севообороте (3:7) без внесения удобрений урожайность хлопчатника в течение 2 лет после распашки люцерны была выше 3,0 т/га. В последующие годы она постепенно снижалась и к концу ротации составила 2,3 т/га, почти приблизившись к урожайности на бессменном посеве. То есть люцерна оказывала положительное действие на урожайность хлопчатника в течение семи лет, но наибольший её эффект наблюдался в первые два года после её распашки.

При внесении в этом же севообороте удобрений урожайность хлопчатника на уровне 3,3 т/га наблюдалась в течение четырёх лет после распашки люцерны, а затем она снижалась до 2,7-2,8 т/га. То есть дополнительное внесение минеральных удобрений и навоза усиливает положительное действие люцерны на урожайность хлопчатника и пролонгирует её действие на более продолжительное время.

В удобряемом севообороте 2:4:1:3 с двумя полями люцерны, полем однолетних культур и семью полями хлопчатника и в короткоротационном севообороте 3:3 с тремя полями люцерны и тремя полями хлопчатника урожайность хлопка-сырца составила 3,18 и 3,28 т/га. Это выше, чем в удобряемом севообороте 3:7, но

прибавка математически не доказуема и находится в пределах ошибки опыта, и достоверно на 0,96 и 1,06 т/га, или на 43,2 и 47,7 % выше, чем в бессменном удобряемом посеве этой культуры.

Наибольшая урожайность хлопчатника в среднем за годы исследований (1995-2004 гг.) получена в хлопково-люцерно-зерновом севообороте по схеме 3:4:1:2 с тремя полями люцерны, полем однолетних культур, шестью полями хлопчатника, внесением под него минеральных удобрений в дозе $N_{200}P_{150}K_{90}$ и 40 т/га навоза – 3,51 т/га, что достоверно выше по сравнению с урожайностью культуры в других севооборотах, а к бессменному удобряемому посеву прибавка составила 1,29 т/га, или 58,1 %.

В этом севообороте после распашки трехлетней люцерны в течение четырёх лет урожайность хлопка-сырца составляла 3,5-3,9 т/га. Внесение 40 т/га навоза под 4-й год возделывания хлопчатника способствовало поддержанию урожайности культуры на уровне 3,6 т/га. После возделывания однолетних промежуточных культур урожайность хотя и снижалась, но находилась на достаточно высоком уровне – 3,2-3,4 т/га.

Следует отметить, что в севообороте 2:4:1:3 после распашки пласта двухлетней люцерны урожай хлопка-сырца в течение первых 4 лет находилась в пределах 3,4-3,5 т/га, то есть несколько уступала таковой в севообороте 3:4:1:2. И в последующие 3 года она была ниже названного севооборота и составила 2,8-2,9 т/га. Это ещё раз подтверждает важность введения в севооборот люцерны именно с трёхлетним, а не двухлетним её выращиванием.

В Южно-Казахстанской области, являющейся в Казахстане основным и единственным поставщиком хлопка, очень важным показателем является сбор хлопка-сырца с 1 га севооборотной площади, который во многом зависит от структуры севооборота, доли в нём хлопчатника (хлопковость) и урожайности самого хлопчатника. В наших опытах самый высокий сбор хлопка-сырца с 1 га севооборотной площади получен в расчленённом севообороте 2:4:1:3 и в бессменном посеве хлопчатника с внесением удобрений. В первом случае это обусловлено довольно высокой урожайностью и хлопковостью 70 %, во втором воз-

делыванием одного хлопчатника (таблица 48).

Таблица 48. – Влияние доли хлопчатника в севообороте и его урожайности на сбор хлопка-сырца с 1 га севооборотной площади, т/га
(среднее за 1985-1994 гг.)

Показатель	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
	без удобрений	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
			без удобрений	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀
Хлопковость, %	100	100	70	70	70	60	50
Урожайность хлопка-сырца	1,97	2,22	2,71	3,05	3,18	3,51	3,28
Сбор хлопка-сырца с 1 га севооборота	1,97	2,22	1,90	2,14	2,23	2,11	1,64

В севообороте 3:4:1:2 с 1 га севооборота получено 2,11 т/га хлопка-сырца, что на 0,12 т/га (5,4 %) меньше, чем в севообороте 2:4:1:3, что обусловлено меньшей на 10 % долей хлопчатника в севообороте. Но при хлопковости 60 % люцерна и однолетние культуры в этом севообороте занимают 40 % его площади, которые также производят необходимые для развития животноводства корма, что может оказать существенное влияние на экономическую эффективность севооборотов и бессменного посева хлопчатника, где больше никакой продукции, кроме хлопка-сырца, не производится.

В этом севообороте, благодаря чередованию разных по биологии культур (хлопчатник семейства сложноцветные, люцерна – мотыльковые, ячмень и кукуруза семейства мятликовые) с разными корневыми системами и периодами вегетации, обеспечивается эффективная борьба с сорняками, лучшая обеспеченность растений элементами питания, что позволяет в этом севообороте получать самую высокую урожайность не только хлопчатника, но и других возделываемых культур. В среднем за 1995-2004 годы исследований урожайность сена люцерны в сумме за 3 года её жизни была самой высокой и составила 55,9 т/га (Аширбеков М.Ж., 2008-2). Самой высокой была также урожайность зерна ячменя, зелёной массы кукурузы в смеси с люцерной и силосной кукурузы (таблица 49).

Таблица 49. – Урожайность кормовых культур в хлопково-люцерновых севооборотах, т/га

(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Люцерна (сено)				Ячмень (зерно)		Люцерна + кукуруза (зелёная масса)	Кукуруза на силос
чередование культур	удобрение хлопчатника	1-го года	2-го года	3-го года	всего	под покровом люцерна	одновидовой посев		
3:7	–	9,6	20,0	20,4	50,0	–	–	78,8	–
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	9,7	20,5	21,1	51,3	–	–	79,4	–
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	9,8	21,6	–	31,4	–	3,7	80,5	81,6
3:4:1:2		10,3	22,4	23,3	55,9	–	4,0	81,3	82,7
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	10,0	21,8	22,2	53,9	2,9	–	–	-
НСР ₀₅		0,7	1,4	1,8	-	-	0,2	4,1	4,3

Очень важно, что в данном севообороте обеспечивается производство всех необходимых для ведения животноводства зимних и летних кормов: сено из люцерны, силос из кукурузы, фураж из ячменя и зелёная масса из кукурузно-люцерновой смеси. То есть в производстве, в хозяйстве, имеющем такие севообороты, обеспечивается высокая урожайность хлопчатника и производство всех видов кормов для ведения животноводства.

Такой же набор кормов можно производить в севообороте 2:4:1:3, но здесь из-за двухлетнего возделывания люцерны её сена производится 31,4 т/га, что на 24,5 т/га, или на 43,8 % меньше, чем в предыдущем севообороте, да и урожайность ячменя и кукурузы здесь меньше.

В хлопково-люцерновых севооборотах 3:7 и 3:3 не производится фуражного зерна и силоса из кукурузы, да и урожайность сена люцерны в этих севооборотах составляет 51,3 и 53,9 т/га, что на 8,7 и 3,0 т/га, или на 10,5 и 5,4 % меньше, чем в севообороте 3:4:1:2 (Аширбеков М.Ж., 2008-2, 2013-1).

Однако в животноводстве очень важно не только количество производимых кормов, но и их качество, одним из важнейших показателей которого является содержание в кормах энергии (кормовых единиц) и переваримого протеина. Известно, что в полноценном кормовом рационе животных в одной кормовой единице корма должно содержаться не менее 100-110 граммов перевариваемого протеина (Косолапов В.М. и др., 2015; Шамсутдинов З.Ш. и др., 2016; Косолапов В.М., Пилипко С.В., 2018).

В изучаемых севооборотах самое большое количество энергии содержалось в кормах, производимых в севообороте 3:4:1:2 – 62,9 т/га кормовых единиц (Аширбеков М.Ж., 2013-1). В севообороте 2:4:1:3 сбор кормовых единиц с 1 га кормовых культур составил 50,3 т/га, а в остальных севооборотах этот показатель снизился до 29,6-40,2 т/га, что на 12,6 и 22,9-33,3 т/га, или на 20,0 и 36,4-52,9 % меньше (таблица 50).

В этом же севообороте (3:4:1:2) наблюдается самый высокий сбор переваримого протеина с 1 кормового гектара – 8,72 т, тогда как в севообороте 2:4:1:3 было получено 5,79 т/га переваримого протеина, что является наименьшим пока-

Таблица 50. – Сбор кормовых единиц и переваримого протеина в хлопково-люцерновых севооборотах, т/га

(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Кормовые единицы, т/га				Переваримый протеин, т/га				Обеспеченность 1 к.ед. перева- римым протеи- ном, г
чередование культур	удобрение хлопчатника	люцерна (сено)	ячмень (зерно)	кукуруза на силос	всего	люцерна (сено)	ячмень (зерно)	кукуруза на силос	всего	
3:7	–	24,5	–	15,0	39,5	5,91	–	0,87	6,78	171,6
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	25,1	–	15,1	40,2	6,05	–	0,87	6,92	172,1
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	15,4	4,1	30,8	50,3	3,71	0,30	1,78	5,79	115,1
3:4:1:2		27,4	4,5	31,0	62,9	6,60	0,32	1,80	8,72	138,6
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	25,4	3,2	–	29,6	6,36	0,23	–	6,59	222,6

зателем среди всех изучаемых севооборотов. В остальных севооборотах с 1 га собрано 6,59-6,92 т переваримого протеина, что намного больше, чем в севообороте 2:4:1:3 и существенно меньше, чем в севообороте 3:4:1:2.

Высокий удельный вес люцерны в севообороте: от 20 % в севообороте 2:4:1:3, до 30 % в севооборотах 3:7 и 3:4:1:2 и 50 % в короткоротационном севообороте 3:3 обеспечил получение сбалансированного по переваримому протеину корма во всех севооборотах (см. таблицу 50). Самая большая протеиновая питательность корма была в севообороте 3:3, где больше всего люцерны – 222,6 г в 1 кормовой единице, далее по этому показателю идёт севооборот 3:7 – 171,6-172,1 г/к.ед., после этого расчленённый севооборот 3:4:1:2 с тремя полями люцерны – 138,6 г и на последнем месте севооборот 2:4:1:3 с двумя полями люцерны – 115,1 г/к.ед. Снижение протеиновой питательности корма в расчленённых севооборотах 3:4:1:2 и 2:4:1:3 обусловлено введением в их структуру ячменя и кукурузы, у которых очень низкая обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином. Но и содержание такового на уровне 138,6 г является вполне хорошим и приемлемым показателем.

Наши расчёты показали, что производимых кормов в севообороте 3:4:1:2, их энергетическая и протеиновая питательность обеспечивают содержание такого количества крупного и мелкого рогатого скота, а также свиней и птицы, которого достаточно для получения навоза в количестве 40 т/га, необходимого для ежегодного внесения в почву в одном поле севооборота. То есть освоение такого севооборота и содержание соответствующего поголовья животных и птицы обеспечат получение высоких урожаев всех возделываемых в севообороте культур, расширенное воспроизводство почвенного плодородия, людских и материально-технических ресурсов.

Таким образом, самую высокую урожайность хлопка-сырца – 3,51 т/га обеспечивает севооборот 3:4:1:2, где в структуре три поля люцерны, поле однолетних культур, 6 полей хлопчатника и под последний вносятся $N_{200}P_{150}K_{90}$ минеральных удобрений и 40 т/га навоза под четвёртую культуру хлопчатника после распашки люцерны. В этом же севообороте производится больше всего хорошо

сбалансированных по энергии и протеину зимних и летних кормов. В остальных севооборотах урожайность хлопчатника и кормовых культур снижаются, и самой низкой она является в бессменном посеве хлопчатника.

3.9. Структура урожая хлопчатника

Основными элементами структуры урожая являются густота стояния растений в фазе полной спелости, количество генеративных органов на растениях и масса получаемой продукции с одного растения. В среднем за 1995-2004 гг. перед уборкой хлопчатника густота стояния его растений составляла 11,8-12,2 шт./м². Различия между вариантами опыта были не существенны и математически не доказуемы, поэтому можно заключить, что густота стояния растений не оказала существенного влияния на урожайность хлопчатника (таблица 51).

Таблица 51. – Влияние севооборотов и бессменного посева на структуру урожая хлопчатника (среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Густота стояния растений, шт./м ²	Количество коробочек на 1 растении, шт.	Масса хлопка-сырца в коробочке, г
чередование культур	удобрение хлопчатника			
Бессменный хлопчатник	-	12,0	5,5	4,1
Бессменный хлопчатник	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	12,1	5,9	4,4
3:7	-	12,0	6,2	4,6
3:7	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	12,1	6,4	4,8
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	12,2	6,5	4,8
3:4:1:2		12,1	6,8	5,2
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	11,8	6,8	5,1
НСР ₀₅		0,5	0,25	0,18

То есть, во все годы исследований после проведения прореживания растений хлопчатника в течение дальнейшей вегетации гибели растений хлопчатника во всех севооборотах и бессменном посеве не наблюдалось, поэтому густота их стояния не изменялась (приложение 28).

Севообороты и бессменные посеы оказали существенное влияние на количество коробочек на растениях хлопчатника и массу в них хлопка-сырца. Достоверно меньше всего коробочек на растении и массы хлопка сырца в них наблюдалось при бессменном посеве хлопчатника. Внесение минеральных удобрений при таком посеве существенно увеличило эти показатели, но они всё равно были математически доказуемо меньше, чем во всех севооборотах. Однако достоверно наибольшая густота стояния растений $6,8 \text{ шт./м}^2$ и масса хлопка-сырца в одной коробочке – $5,1-5,2 \text{ г}$ была у хлопчатника, возделываемого в севооборотах 3:4:1:2 и 3:3 (Аширбеков М.Ж., 2012-4).

Наблюдается прямая тесная корреляционная зависимость урожайности хлопка сырца с количеством коробочек на растении ($r=0,853$) и массой хлопка-сырца в одной коробочке – $r = 0,813$, что подтверждает большое влияние этих элементов урожая и, соответственно севооборотов и бессменных посевов, на сбор хлопка-сырца. Такая закономерность по изменению массы хлопка-сырца в коробочке в зависимости от севооборота и бессменного посева наблюдалась во все годы исследований (приложение 29).

Таким образом, при одинаковой густоте стояния растений хлопчатника перед уборкой во всех изучаемых севооборотах и бессменных посевах существенное влияние на урожайность хлопка-сырца оказали количество коробочек на 1 растении ($r=0,853$) и масса хлопка-сырца в одной коробочке – $r = 0,813$.

3.10. Качество хлопкового волокна

Основной продукцией хлопчатника является хлопковое волокно, являющееся главным видом растительного сырья для текстильной промышленности. Оно используется для изготовления ситца, сатина, трикотажа, фланели, батиста и многих других видов ткани, а также для выработки нити и корда. Технологические свойства хлопка-волокна определяют качество ткани, изготавливаемых из хлопка-сырца. Чем тоньше, крепче и длиннее волокно, тем оно ценнее, а вырабатываемые ткани из него имеют высокое качество.

Исследованиями Д.С. Саттарова (1988), У Мадраимова (1996) и И. Умбетае-

ва (2004) установлено, что основным фактором, оказывающим влияние на качество хлопкового волокна, является уровень плодородия почвы. Чем выше плодородие почвы, на которой возделывается хлопчатник, тем выше качество получаемого волокна.

В наших исследованиях прослеживается та же закономерность. Во все годы проведения опытов самое высокое качество хлопка-сырца получали в севообороте 3:4:1:2 (приложение 30), где самые лучшие водные и физические свойства почвы, в которой больше всего содержится полезной микрофлоры и гумуса, обеспечивающих растения хлопчатника элементами питания и повышающих их устойчивость к заболеванию вилтом. Близким по качеству хлопок-сырец получали также в севооборотах 2:4:1:3 и 3:3, тогда как в севообороте 3:7 и, особенно, в бессменном посеве были существенно ниже.

В среднем за 1995-2004 годы исследований самая большая штапельная длина волокна была у хлопчатника возделываемого в севообороте 3:4:1:2 и составила 32,5 мм (таблица 52), тогда как в других севооборотах и бессменном посеве оно на 0,7-3,0 мм короче (Аширбеков М.Ж., Дридигер В.К., 2018). Это говорит о том, что волокно хлопчатника в севообороте 3:4:1:2 тоньше и оно ценится выше, так как из такого волокна можно ткать очень тонкие ткани.

Самое прочное волокно, опять же, получено в севооборотах 3:4:1:2 и 3:3, где для разрыва одного волоконца требовалось самая большая масса груза – 4,9 гс., тогда как в остальных севооборотах волоконце выдерживало только 4,5-4,7 гс., а в бессменном посеве оно разрывалось при нагрузке 3,9 гс.

Метрический номер (линейная плотность), характеризующий тонину волокна, был оптимальным и в удобряемых вариантах разных схем севооборотов этот показатель находился в пределах от 5350 до 5550. В бессменных посевах хлопчатника этот показатель составил 5870-5890.

Прочность получаемой из хлопкового волокна пряжи определяет разрывная длина самого волокна, и чем больше разрывная длина волокна, тем крепче пряжа из него. Наилучшие значения по этому показателю также получены в хлопково-люцерново-зерновых севооборотах 2:4:1:3, 3:4:1:2 и шестипольном хлопково-

Таблица 52. – Влияние севооборота и бесменного посева хлопчатника на технологические качества хлопкового волокна

(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Показатель							
чередование культур	удобрение хлопчатника	масса 1000 семян, г	штапельная длина волокна, мм	выход волокна, %	промышленный сорт (категория)	разрывная нагрузка, гс.	метрический номер	коэффициент зрелости	относительная длина волокна, км
Бесменный хлопчатник	-	117	31,8	32,2	II	3,9	5870	1,7	22,9
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	120	31,7	32,7	II	3,9	5890	1,7	23,5
3:7	-	121	31,5	33,5	II	4,5	5750	2,0	24,8
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	124	31,8	33,5	I	4,6	5570	2,1	25,5
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	125	32,0	35,0	I	4,7	5370	2,2	26,2
3:4:1:2		126	32,5	36,0	I	4,9	5370	2,2	26,5
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	126	29,5	36,5	I	4,9	5350	2,2	26,5

люцерновом севообороте 3:3, где разрывная длина пряжи составляла 26,0-26,5 км. При возделывании хлопчатника в севообороте 3:7 разрыв пряжи происходил на 1000 м меньше. Еще меньшими показателями разрывной длины характеризовалась пряжа, изготовленная из хлопка, полученного при бессменном посеве хлопчатника.

В целом, высокие технологические качества обеспечили самый большой выход волокна в севооборотах 2:4:1:3, 3:4:1:2 и 3:3, который в среднем за годы исследований составил 35,0-36,5 %. В севообороте 3:7 этот показатель был ниже на 1,5-3,0 %, а в бессменных посевах он был ещё меньше – 32,2-32,7 %, что на 2,8-4,3 % меньше, чем в первых трёх севооборотах.

Возделывание хлопчатника в севообороте повышает также категорию промышленного сорта. Хлопковое волокно первого сбора во второй ротации всех севооборотов за исключением севооборота 3:7 без внесения удобрений относилось к I-му промышленному сорту. При бессменном возделывании хлопчатника, независимо от внесения удобрений, промышленный сорт относился ко II-й категории. Следует отметить, что хлопковое волокно, полученное в севообороте 3:4:1:2 с тремя полями люцерны, полем однолетних культур, внесением минеральных удобрений и навоза, соответствовало отборному сорту (Аширбеков М.Ж., Дридигер В.К., 2018).

Таким образом, самые высокие технологические качества волокна обеспечивает хлопчатник, возделываемый а в севообороте 3:4:1:2. Близким к нему по качеству является волокно, полученное в севооборотах 2:4:1:3 и 3:3. Самые низкие показатели качества хлопкового волокна получают из бессменно возделываемого хлопчатника и в севообороте 3:7 без внесения удобрений.

4. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА

4.1. Улучшение системы основной обработки почвы

В технологии возделывания любой культуры, в том числе и хлопчатника, одним из основных технологических приёмов является основная обработка почвы, на которую расходуется до 30 % и более общих производственных затрат (Борин А.А. и др., 2013; Кирюшин В.И., 2018; Романов В.Н. и др., 2018). Исследованиями А.А. Автономова (1965), В.П. Кондратюка (1973), С.С. Сайдумарова и др. (1985) установлено, что на серозёмно-луговых почвах Южного Казахстана лучшим способом основной обработки почвы под хлопчатник является вспашка. Однако до настоящего времени нет единого мнения по глубине её проведения.

В 50-х годах прошлого столетия вспашка под хлопчатник проводилась в основном на глубину 15-20 см, что было обусловлено недостаточной тягловой силой тракторов (Державин Л.М., 1992). С появлением более мощных тракторов и почвообрабатывающих орудий одни исследователи рекомендовали вспашку на глубину 30 см (Никитин В.В. и др., 2015;), другие предлагали пахать на 40 см (Кененбаев С.Б. и др., 2017), третьи увеличить глубину обработки до 45-50 см (Мирзажонов К.М., Ахмедов Ш.Э., 2016).

Глубину обработки на 45-50 см они объясняли тем, что сероземные почвы южного Казахстана, где размещены хлопкосеющие районы с орошаемыми землями, подвержены засолению из-за близко залегающих грунтовых вод, поэтому для предотвращения вторичного засоления требуется ежегодная осенне-зимняя промывка почв речной водой нормой не менее 3000-3500 м³/га (Ботиров Ш.Ч., 2005). Но в результате такого мелиоративного мероприятия наблюдается повышение плотности почвы выше оптимальных значений для роста и развития растений хлопчатника, что приводит к снижению его урожайности.

С другой стороны, вспашка люцерны на глубину 30 см приводит к заделыванию корневых и пожнивных остатков этой культуры в аэробный слой почвы, где процессы разложения органического вещества под воздействием почвенной

микрофлоры протекают довольно быстро. Дальнейшая обработка почвы под хлопчатник на эту же глубину способствует ещё большему разложению органического вещества. В результате накопленное люцерной органическое вещество разлагается в первые же годы после её распашки и на 3-й и 4-й годы урожайность хлопчатника начинает снижаться, приближаясь к уровню бессменного посева этой культуры, что мы наблюдали в своих исследованиях. Кроме того, такая система обработки почвы в севообороте поддерживает плодородие на уровне исходного состояния и не решает вопросы расширенного воспроизводства почвенного плодородия.

В наших исследованиях промывку почвы производили в осенне-зимнее время с нормой расхода воды 3500 м³/га, что при ежегодной вспашке на глубину 30 см приводило к большему уплотнению почвы к моменту посева хлопчатника, чем без промывки (таблица 53).

Таблица 53. – Изменение плотности почвы от глубины ее обработки и промывки водой нормой 3500 м³/га, г/см³ (среднее за 1998-2004 гг.)

Слой почвы, см	До обработки почвы	Промывка после вспашки на глубину:		Без промывки	В конце вегетации хлопчатника	
		30 см	40 и 30 см		30 см	40 и 30 см
0-10	1,40	1,52	1,49	1,55	1,40	1,32
10-20	1,52	1,51	1,51	1,44	1,52	1,49
20-30	1,57	1,53	1,50	1,48	1,56	1,58
30-40	1,62	1,55	1,50	1,57	1,62	1,61
40-50	1,50	1,51	1,45	1,50	1,49	1,51
50-60	1,43	1,44	1,42	1,45	1,41	1,44
60-70	1,59	1,44	1,38	1,41	1,55	1,37
70-80	1,35	1,34	1,35	1,58	1,55	1,35
80-90	1,36	1,35	1,55	1,58	1,54	1,35
90-100	1,34	1,36	1,34	1,36	1,34	1,55

Вспашка же люцерны на глубину 40 см с последующим чередованием такой

глубины обработки со вспашкой на 30 см (разноглубинная обработка) устраняла плужную подошву и снижала плотность почвы весной, и почва не уплотнялась в течение всего периода вегетации хлопчатника (Аширбеков М.Ж., 2008-3).

Кроме того, при вспашке люцерны на глубину 40 см основная масса корневых и пожнивных остатков люцерны заделывалась на глубину обработки, куда кислород воздуха не проникал. В анаэробных условиях процессы разложения органического вещества под воздействием почвенной микрофлоры протекали значительно медленнее, чем при более мелкой (30 см) обработке. В последующие годы при переменной глубине пахоты органическое вещество извлекается из глубоких слоёв почвы по частям, что способствовало поддержанию высокого плодородия и питательного режима почвы в течение более длительного времени. Это обеспечивало лучший рост растений хлопчатника и повышение сбора хлопка-сырца в обоих изучаемых севооборотах и бессменном посеве хлопчатника.

В среднем за 1998-2004 годы урожайность хлопка-сырца при постоянной вспашке на глубину 30 см в бессменном посеве составила 3,03 т/га, в севообороте 3-7 с тремя полями люцерны и семи полями хлопчатника – 3,81 и в севообороте 3:4:1:2 с тремя полями люцерны, полем однолетних культур и шестью полями хлопчатника – 3,94 т/га. Увеличение глубины ежегодной вспашки до 40 см достоверно повысило урожайность хлопчатника, соответственно, на 0,25; 0,23 и 0,33 т/га, и применение разноглубинной обработки на 30 и 40 см увеличило этот показатель по сравнению со вспашкой на 30 см, соответственно, на 0,32; 0,48 и 0,54 т/га (таблица 54).

Следует отметить, что самая высокая урожайность хлопка-сырца при всех глубинах обработки почвы получена в севообороте 3:4:1:2, где, соответственно, и прибавка урожая от изучаемого агроприёма была достоверно большей. Только от размещения хлопчатника в этом севообороте прибавка урожая хлопка-сырца по всем глубинам обработки почвы была на 0,13-0,20 т/га больше, чем в севообороте 3:7 и на 0,91-1,14 т/га больше, чем в бессменном посеве.

То есть в среднем за 7 лет исследований самый высокий урожай хлопка-сырца – 4,49 т/га получен в севообороте 3:4:1:2 при распашке люцерны на глуби-

Таблица 54. – Влияние севооборота и глубины вспашки на урожайность хлопка-сырца, т/га

Чередование культур в севообороте	Глубина вспашки, см	Год							Среднее	Прибавка от:	
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		севооборота	глубины обработки
Хлопчатник бессменно	30	3,55	2,88	2,35	3,18	3,93	2,53	2,77	3,03	-	-
	40	3,75	2,98	2,61	3,33	4,61	2,73	2,96	3,28	-	0,25
	30-40	3,72	3,16	2,46	3,42	4,75	2,93	2,99	3,35	-	0,32
3-7	30	4,22	3,87	2,73	4,21	4,95	3,11	3,55	3,81	0,78	-
	40	4,55	3,98	3,12	3,75	5,25	3,77	3,86	4,04	0,76	0,23
	30-40	4,73	3,99	3,79	4,58	5,41	3,87	3,66	4,29	0,94	0,48
3:4:1:2	30	4,32	3,89	3,35	4,15	4,96	3,32	3,61	3,94	0,91	-
	40	4,79	3,98	3,85	4,48	5,26	3,97	3,59	4,27	0,99	0,33
	30-40	5,19	3,95	4,15	5,15	5,57	3,75	3,68	4,49	1,14	0,54
НСР ₀₅		0,21	0,19	0,20	0,15	0,18	0,12	0,18	0,19	-	-

ну 40 см и чередованием в последующие годы глубины обработки почвы под хлопчатник на 30 и 40 см. Такая обработка сдерживала процессы минерализации органического вещества корневых и пожнивных остатков люцерны и однолетних культур, что при ежегодном внесении азотных удобрений в дозе 250 кг/га д.в. создавало лучший питательный режим для растений хлопчатника (Аширбеков М.Ж., 2012-1).

Таким образом, лучшим способом основной обработки почвы под хлопчатник является ежегодное чередование вспашки на глубину 30 и 40 см, которая достоверно повышает урожайность хлопка-сырца на 0,25-0,33 т/га по сравнению с ежегодной вспашкой на глубину 30 см и на 0,21-0,25 т/га по отношению со вспашкой на глубину 40 см.

4.2. Оптимизация внесения азотных удобрений

Хлопчатник очень требователен к обеспеченности растений элементами минерального питания. На формирование 1 т хлопка сырца он расходует 48-50 кг азота, 14-18 кг фосфора и 45-50 кг калия (Кудрин С.А., 1958). Особенно большие потребности растений в азоте, который необходим хлопчатнику на протяжении всего периода вегетации, но более всего во время бутонизации и цветения. Поэтому оптимизация внесения азотных удобрений под хлопчатник является важным агротехническим приёмом, от которого во многом зависит рост, развитие, урожайность и экономическая эффективность возделывания этой культуры.

В наших исследованиях, проведённых в 1996-2000 гг., повышение дозы внесения азотных удобрений увеличивало содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см. Весной перед посевом хлопчатника содержание нитратного азота по всем вариантам опыта по общепринятой градации было очень низким. Увеличение его концентрации в почве на 2,0-2,5 мг/кг не имело существенного значения, так как содержание нитратного азота в почве на уровне 10,5-11,3 мг/кг также по градации относится к очень низкому значению (таблица 55).

После припосевного внесения азотных удобрений и в подкормку содержание нитратного азота в фазе плодообразования хлопчатника по всем вариантам

Таблица 55. – Влияние доз внесения азотных удобрений на содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см, мг/кг

(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батъкаева, 2016)

Доза внесения удобрений	Год										Среднее		Увеличение за вегетацию хлопчатника
	1996		1997		1998		1999		2000				
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	
Без удобрений	20,4	39,7	3,7	17,9	2,5	33,7	7,6	21,8	8,6	29,3	8,6	28,5	19,9
P ₁₆₀ K ₁₂₀ – фон	27,2	47,7	3,8	22,9	2,8	18,2	3,5	15,7	5,2	11,1	8,5	23,1	14,6
Фон + N ₁₅₀	24,7	50,0	4,6	30,7	3,0	50,5	4,9	39,8	15,2	46,5	10,5	43,5	33,0
Фон + N ₂₀₀	24,5	65,2	7,7	24,0	6,7	53,7	6,2	41,3	11,6	52,3	11,3	47,3	36,0
Фон + N ₂₅₀	23,0	49,0	6,7	40,2	2,0	51,7	6,1	68,7	12,5	56,5	10,1	53,2	43,2
Фон + N ₃₀₀	24,6	50,3	6,5	23,1	3,6	74,5	7,2	30,9	10,6	44,7	10,5	44,7	32,2

опыта существенно увеличилось. Но без внесения азотных удобрений количество нитратного азота составило 28,5 мг/кг и этот рост обусловлен текущей нитрификацией. В таком же варианте, но на фоне фосфорно-калийных удобрений наблюдалась тенденция снижения содержания нитратного азота в почве на 5 мг/кг, что обусловлено большей потребностью и лучшим потреблением азота при наличии фосфора и калия. В обоих случаях содержание нитратного азота в почве классифицируется как низкое.

При внесении азотных удобрений содержание нитратного азота было существенно больше, и оно возрастало по мере увеличения дозы их внесения до 250 кг/га д.в., где его концентрация в почве была наибольшей и составила 53,2 мг/кг, что соответствовала повышенному содержанию этого элемента в почве. Увеличение дозы внесения азотного удобрения до 300 кг/га и её уменьшение до 150 кг/га приводило к снижению концентрации этого элемента до 43,5-44,7 мг/кг, что классифицируется как среднее (от 30 до 45 мг/кг) содержание нитратного азота в почве.

Такие закономерности наблюдались во все годы исследований, кроме 1996 года, когда весной перед посевом хлопчатника во всех вариантах опыта в слое почвы 0-60 см азот содержалось от 20,4 до 24,7 мг/кг (низкое содержание), тогда как во все остальные годы исследований в это время концентрация этого элемента была очень низкой – 3-7 мг/кг почвы (см. таблицу 55).

Нами установлена прямая тесная корреляционная связь между содержанием нитратов в слое почвы 0-60 см и дозами внесения азотных удобрений – $r = 0,861$, которая выражается следующим уравнением регрессии:

$$Y = 14,208 + 0,197x - 0,0004x^2,$$

где: Y – содержание нитратного азота в слое почвы 0-60 см, мг/кг;

x – доза внесения азотных удобрений, кг/га д.в.

Таким образом, самая лучшая обеспеченность растений нитратным азотом наблюдается при внесении азотных удобрений в дозе 250 кг/га. Хорошая обеспеченность этим элементом питания наблюдалась также при внесении 200 и 300 кг/га д.в. азота. Поэтому растения хлопчатника в этих вариантах опыта

развивали хорошо ветвящийся куст с темнозеленой окраской листьев. Линейный рост растений хлопчатника при внесении 250 и 300 кг/га азота достигал в среднем за годы исследований 73,7-76,8 см, что достоверно больше, чем при более низких дозах внесения азотных удобрений. При этом самыми низкорослыми были растения, где удобрения не вносили или вносили только фосфорно-калийные удобрения, что ещё раз говорит о большой роли азота в росте и развитии растений (таблица 56).

Таблица 56.– Влияние доз внесения азотных удобрений на биометрические показатели растений хлопчатника (среднее за 1996-2000 гг.)

(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батъкаева, 2016)

Доза внесения удобрений	Высота главного стебля, см	Количество, шт./растение	
		плодовых ветвей	коробочек
Без удобрений	66,8	10,5	5,5
P ₁₆₀ K ₁₂₀ – фон	67,3	11,1	5,5
Фон + N ₁₅₀	68,5	11,0	5,6
Фон + N ₂₀₀	70,4	11,1	5,7
Фон + N ₂₅₀	73,7	11,6	6,0
Фон + N ₃₀₀	76,8	11,5	5,8
НСР ₀₅	3,5	0,5	0,4

По количеству плодовых ветвей достоверных различий между дозами внесения удобрений не наблюдались – все различия находились в пределах ошибки опыта. Только растения хлопчатника, под которые удобрения не вносили, сформировали достоверно меньше ветвей, чем удобряемый хлопчатник – 10,5 шт./растений.

По количеству коробочек неоспоримое преимущество имели растения хлопчатника, под которые вносили 250 кг/га д.в. азота – 6,0 шт./растение. На 0,2-0,3 шт. (в пределах ошибки опыта) меньше коробочек сформировали растения хлопчатника при внесении 200 и 300 кг/га азота, тогда как достоверно меньше их было при внесении фосфорно-калийных удобрений и их сочетании со 150 кг/га азота, а также без внесения таковых.

Развитие генеративных органов растений хлопчатника в зависимости от доз внесения удобрений оказало существенное влияние на урожайность хлопка-сырца. Самой низкой она была без внесения удобрений и составила 2,66 т/га. Внесение фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{160}K_{120}$ достоверно увеличивало урожайность культуры хлопчатника на 0,14 т/га (таблица 57).

Таблица 57.– Влияние доз внесения азотных удобрений на урожайность хлопчатника, т/га

(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батъкаева, 2016)

Доза внесения удобрений	Год					Среднее	Прибавка	
	1996	1997	1998	1999	2000		от азота т/га	на 1 кг д.в. азота, кг
Без удобрений	2,68	2,71	2,62	2,61	2,72	2,66	–	–
$P_{160}K_{120}$ – фон	2,83	2,85	2,78	2,76	2,81	2,80	-	–
Фон + N_{150}	3,05	3,09	2,87	2,88	3,10	2,99	0,19	1,27
Фон + N_{200}	3,17	3,22	3,05	3,10	3,21	3,15	0,35	1,75
Фон + N_{250}	3,19	3,21	3,17	3,15	3,22	3,18	0,38	1,52
Фон + N_{300}	3,24	3,28	3,23	3,23	3,31	3,25	0,45	1,50
НСР ₀₅	0,12	0,12	0,13	0,13	0,15	0,13	-	-

Дополнительное внесение на фосфорно-калийный фон 150 кг/га д.в. азотных удобрений приводило к существенному росту урожайности хлопка-сырца на 0,19 т/га. Увеличение дозы азота до 200 кг/га д.в. вызывало увеличение сбора дополнительной продукции от азотных удобрений на математически доказуемую величину – 0,16 т/га. Дальнейшее увеличение дозы азотных удобрений до 250 и 300 кг/га д.в. не приводило к достоверному росту урожайности культуры – прибавка урожая в 0,03 и 0,10 т/га по отношению к внесению 200 кг/га азота находилась в пределах ошибки опыта.

Применение под хлопчатник всех доз азотных удобрений на фоне $P_{160}K_{120}$ вполне себя оправдывает, так как на 1 кг действующего вещества азота прибавка урожая составила от 1,27 до 1,75 кг хлопка-сырца. Наибольшая окупаемость прибавкой урожая наблюдается при внесении азотных удобрений в дозе N_{200} – 1,75

кг/кг. Увеличение дозы азота до 250 и 300 кг/га, как и её уменьшение до 150 кг/га приводило к снижению этого показателя до 1,50-1,52 и 1,27 кг/га, соответственно (Батькаев Ж.Я., Аширбеков М.Ж., 2009; Аширбеков М.Ж., Батькаев Ж.Я., 2015).

Таким образом, оптимальной дозой внесения азотных удобрений под хлопчатник в сочетании с внесением фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{160}K_{120}$ является 200 кг/га д.в. азота, которая обеспечивает самую высокую прибавку урожая хлопка-сырца на 1 кг действующего вещества удобрений.

Однако внесение довольно высокой дозы азотных удобрений может вызвать избыточное накопление азота в почве и в растениях, а его высокая подвижность может привести к промывке орошаемой водой в грунтовые воды и вызвать загрязнение окружающей среды. В этой связи Н.Н. Зеленин, Г.Д. Коростелёва (1979) и М. Набиев, (1996) предложили для снижения нормы внесения азота минеральных удобрений, дополнительно вносить навоз, который компенсирует часть азота удобрений, что по их мнению, может существенно снизить опасность попадания нитратного азота в окружающую среду.

Для проверки этой идеи нами был проведён специальный опыт, в котором изучали возможность снижения нормы минерального азота за счёт внесения 20 т/га навоза, не допуская снижения урожайности хлопчатника. Установлено, что внесение такого количества навоза за счет его гумификации и разложения растительных остатков, в среднем за 2006-2008 гг. достоверно повысило содержание гумуса в пахотном (0-40 см) слое почвы по отношению к внесению одних минеральных удобрений на 0,029-0,065 %. Дополнительное внесение к навозу минеральных, особенно азотно-фосфорных удобрений увеличивало этот показатель на 0,035-0,085 % (таблица 58).

Внесение навоза совместно с фосфорными удобрениями в дозе 130 кг/га д.в. существенно увеличивало содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы по отношению к внесению такой же дозы фосфорных удобрений без навоза на 2,6-5,4 мг/кг. Увеличение этого показателя на 1,2-3,7 мг/кг наблюдалось и в подпахотном слое почвы. То есть внесение 20 т/га навоза совместно с фосфорными и пониженными (70 и 140 кг/га д.в.) дозами азотных удобрений существенно повы-

шало содержание гумуса в почве и улучшало обеспеченность растений хлопчатника подвижным фосфором.

Таблица 58. – Влияние удобрений на содержание гумуса и подвижного фосфора в почве весной (среднее за 2006-2008 гг.)

(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батькаева, 2017-1)

Доза удобрений	Гумус, %		P ₂ O ₅ , мг/кг (по Мачигину)	
	0-40 см	40-60 см	0-40 см	40-60 см
Без удобрений	0,727	0,481	23,0	6,5
P ₁₃₀	0,735	0,495	28,0	8,0
N ₇₀ P ₁₃₀	0,743	0,520	28,9	8,8
N ₁₄₀ P ₁₃₀	0,771	0,531	29,0	9,9
Навоз (20 т/га)	0,800	0,529	24,9	8,3
P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	0,806	0,484	30,6	12,5
N ₇₀ P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	0,820	0,495	32,5	12,2
N ₁₄₀ P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	0,835	0,527	34,4	11,1
НСР ₀₅	0,06	0,03	1,8	0,7

По видимому, это обусловлено тем, что при совместном внесении фосфорных и органических удобрений за счет меньшего контакта с почвой, и как следствие снижения перехода доступных фосфатов в труднодоступную форму, подвижность почвенного фосфора увеличивается, и он лучше используются растениями.

Аналогичная ситуация наблюдается по содержанию нитратного азота, где в среднем за годы исследований без внесения удобрений, при внесении одних фосфорных удобрений или одного навоза содержание нитратного азота в почве было очень низким и составляло 11,0-13,9 мг/кг почвы. Внесение минерального азота на фоне применения фосфорных удобрений, а также азотно-фосфорных удобрений в сочетании с навозом достоверно увеличивало содержание нитратного азота в почве (таблица 59).

Таблица 59. – Влияние удобрений на содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см, мг/кг (среднее за 2006-2008 гг.)

Вариант	Содержание нитратного азота	Увеличение от:	
		навоза	минерального азота
Без удобрений	11,0	-	-
P ₁₃₀	13,5	-	-
N ₇₀ P ₁₃₀	17,2	-	3,7
N ₁₄₀ P ₁₃₀	20,1	-	6,6
Навоз (20 т/га)	13,9	2,9	-
P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	18,9	5,4	-
N ₇₀ P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	20,6	3,4	1,7
N ₁₄₀ P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	23,9	3,8	5,0
НСР ₀₅	2,1	-	-

Однако, следует сказать, что даже при математически доказуемом увеличении нитратного азота от внесения 20 т/га навоза и обеих доз минерального азота, его содержание в почве по существующей градации было низким. К тому же различия по содержанию нитратного азота при внесении одного минерального азота и в сочетании с навозом в 1,6-2,0 мг/кг математически не доказуемы – они находятся в пределах ошибки опыта.

Но, при кажущейся одинаковости обеспеченности растений хлопчатника этим важным элементом питания, ситуация складывается совершенно разная. При внесении одного минерального азота, из-за его высокой подвижности, часть нитратов с поливной водой промывается в глубокие слои почвы и с грунтовыми водами удаляется за пределы хлопкового поля, т.е. теряется для питания растений.

При совместном же применении азотных удобрений и навоза микроорганизмы, разлагающие органическое вещество почвы (включая и навоза), в процессе жизнедеятельности потребляют нитратный азот, чем его связывают и не позволяют промыться в более глубокие слои почвы. После отмирания микроорганиз-

мов, что в почве происходит постоянно, происходит их минерализация и появление в корнеобитаемом слое почвы нитратного азота, который используется растениями. Поэтому внесение навоза обеспечивает намного лучшее обеспечение растений хлопчатника нитратным азотом, чем внесение одного минерального азота.

Такие закономерности наблюдались во все годы исследований, а более низкое содержание нитратного азота в 2008 г. связано с обильными весенними осадками, что привело к его вымыванию в более глубокие слои почвы (рисунок 12).

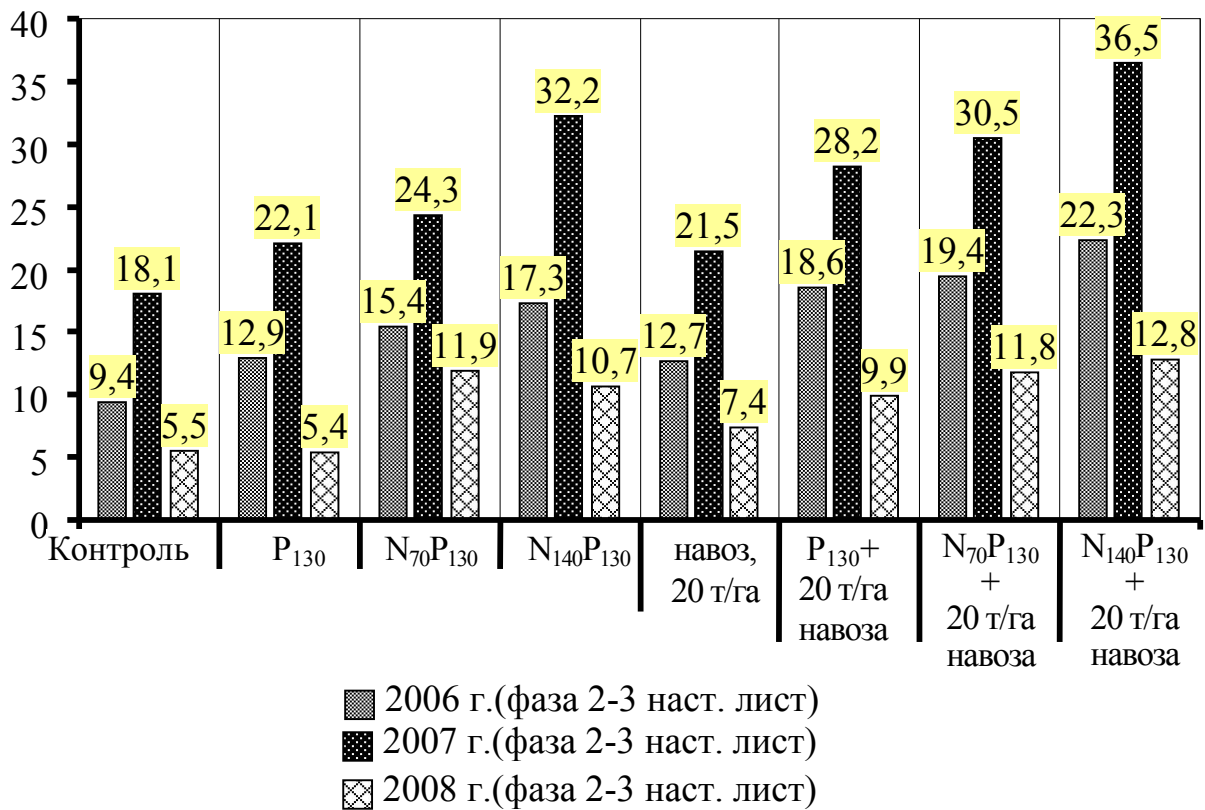


Рисунок 12. – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см в посевах хлопчатника, мг/кг (М.Ж. Аширбеков, Ж.Я. Батькаев, 2017-1)

Различная обеспеченность хлопчатника элементами питания, в зависимости от вида и доз внесения удобрений, оказала существенное влияние на рост, развитие и формирование генеративных органов растений. Во все годы исследований внесение 20 т/га навоза увеличивало высоту растений хлопчатника, количество на них плодовых ветвей и коробочек, но внесение фосфорных и, особенно, азотно-фосфорных удобрений с дозой внесения 140 кг/га азота приводило к достоверному увеличению этих показателей (приложение 31), но самыми большими они бы-

ли при совместном внесении этой дозы удобрений с навозом.

На формирование коробочек большое влияние в годы исследований оказали погодные условия. При благоприятных условиях 2006 года количество сформировавшихся коробочек в удобряемых вариантах варьировало от 7,3 до 9,3. Лучшие показатели отмечались при внесении парной комбинации минеральных удобрений $N_{140}P_{130}$ как отдельно, так и в сочетании с навозом. В 2007 году погодные условия были оптимальными, но из-за массового повреждения посевов хлопчатника коробочным червем, совкой и карадрины образование коробочек снизилось, что сказалось на урожае хлопка-сырца. Из-за обильных атмосферных осадков весной 2008 года посев хлопчатника был проведён с задержкой на 20-25 дней. По этой причине, а также по всей вероятности с ухудшением питательного режима растений, сформировалось меньшее количество коробочек.

В среднем за годы исследований также наблюдалось увеличение линейного роста растений, количество сформировавшихся плодовых ветвей и коробочек при внесении минеральных удобрений и их дополнительное увеличение при добавлении к ним 20 т/га навоза (таблица 60).

Таблица 60. – Влияние удобрений на биометрические показатели растений хлопчатника (среднее за 2006-2008 гг.)

(данные Аширбекова М.Ж., Батъкаева Ж.Я., 2017-1)

Вариант	Высота растений, см	Количество, шт./растение	
		плодовых ветвей	коробочек
Без удобрений	67,8	11,1	5,0
P_{130}	71,8	11,9	5,9
$N_{70}P_{130}$	80,1	12,4	6,6
$N_{140}P_{130}$	83,4	12,8	7,0
Навоз (20 т/га)	70,1	12,0	5,2
P_{130} + 20 т/га навоза	74,8	12,2	5,6
$N_{70}P_{130}$ + 20 т/га навоза	84,8	13,4	7,1
$N_{140}P_{130}$ + 20 т/га навоза	89,8	13,5	7,0
$НСР_{05}$	4,5	0,7	0,4

Количество плодовых ветвей на абсолютном контроле в среднем за годы исследований составило 11,1 шт./растение, при внесении азотно-фосфорных удобрений их количество достоверно увеличилось до 12,4-12,8 шт., а при совместном внесении этих удобрений и навоза этот показатель, опять же, существенно увеличился и составил 13,4-13,5 шт./растение.

В среднем за 3 года исследований внесение одного навоза и в сочетании с фосфорными и азотно-фосфорными удобрениями достоверно увеличивало урожайность хлопка-сырца на 0,22-0,26 т/га. То есть на любом агрофоне внесение 20 т/га навоза увеличивает урожайность хлопчатника на эту величину (таблица 61).

Таблица 61. – Влияние удобрений на урожайность хлопчатника, т/га

(данные Ж.Я. Батъкаева, М.Ж. Аширбекова, А.С. Мерзликина, 2013)

Вариант	Год			Среднее	Прибавка от:	
	2006	2007	2008		навоза	азота
Без удобрений	2,12	1,80	1,24	1,72	-	-
P ₁₃₀	2,26	2,01	1,43	1,90	-	-
N ₇₀ P ₁₃₀	2,51	2,27	2,00	2,26	-	0,36
N ₁₄₀ P ₁₃₀	2,70	2,53	2,27	2,50	-	0,60
Навоз (20 т/га)	2,36	2,04	1,52	1,97	0,22	-
P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	2,54	2,12	1,82	2,16	0,26	-
N ₇₀ P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	2,69	2,42	2,39	2,50	0,24	0,34
N ₁₄₀ P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	2,95	2,77	2,44	2,72	0,22	0,56
НСР ₀₅	0,17	0,15	0,13	0,14	-	-

Внесение 70 кг/га азотных удобрений совместно с фосфорными (P₁₃₀), как и их внесении с 20 т/га навоза увеличивало сбор продукции на 0,34-0,36 т/га, увеличение дозы азота до 140 кг/га поднимало этот показатель до 0,56-0,60 т/га. При этом, самая высокая урожайность хлопка-сырца получена при внесении азотно-фосфорных удобрений в дозе N₁₄₀P₁₃₀ в сочетании с 20 т/га навоза – 2,72 т/га, которая достоверно выше, чем отдельное внесение навоза и такой же дозы азотно-фосфорных удобрений га (Батъкаев Ж.Я., Аширбеков М.Ж., Мерзликин А.С., 2013).

Таким образом, при внесении в почву 20 т/га навоза доза внесения минеральных удобрений может быть снижена с 200 до 140 кг/га д.в., или в 1,4 раза. При этом повышается потенциальное плодородие почвы и не снижается урожайность хлопка-сырца (Аширбеков М.Ж., Батькаев Ж.Я., 2017-1).

4.3. Повышение эффективности фосфорных удобрений

Важную роль в сбалансированном питании растений для получения высоких урожаев качественной продукции имеет обеспеченность растений доступным фосфором (Чумаченко И.Н., 1969; Агеев В.В., Подколзин А.И., 2005), что в полной мере относится и к хлопчатнику (Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В. и др., 1989; Войтович Н.В., Сушеница Б.А., Капранов В.Н., 2005). По мнению Т. Пируханова (1977), Б.А. Сушеницы (1985, 2007) эффективность применения фосфорных удобрений зависит от дозы их внесения, содержания подвижного фосфора в почве и соотношения действующего вещества вносимых азотных и фосфорных удобрений (Сабинин Д.А., 1956). Необходимо также учитывать, что потребность хлопчатника в фосфоре примерно в три раза меньше, чем в азоте, так как с урожаем на 1 кг азота выносятся 0,3 кг фосфора (Кудрин С.А., 1958).

В наших опытах в среднем за 5 лет (1992-1996 гг.) исследований внесение различных доз фосфорных удобрений (суперфосфата) на азотном фоне (N_{250}) с разной обеспеченностью почвы подвижным фосфором оказало влияние на рост и развитие растений хлопчатника. На низком фоне (25,6 мг/кг) обеспеченности почвы подвижным фосфором внесение фосфорных удобрений достоверно увеличивало линейный рост главного стебля и количество коробочек на 1 растении. Самыми высокими показателями, как и количество продуктивных стеблей на растениях, наблюдались при внесении 175 кг/га д.в. фосфора, где соотношение азота к фосфору во вносимых удобрениях составляет 1: 0,7. Увеличение дозы фосфорного удобрения до 250 кг/га д.в. приводило к математически доказуемому уменьшению всех биометрических показателей растений, тогда как снижение нормы фосфора до 125 кг/га, хоть и снижало высоту растений, количество плодовых ветвей

и коробочек, но эти уменьшения были в пределах ошибки опыта и математически не доказуемые (таблица 62).

Таблица 62. – Влияние дозы фосфорного удобрения и обеспеченности почвы подвижным фосфором на биометрические показатели растений хлопчатника (среднее за 1992-1996 гг.)

(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батъкаева, 2017)

Доза фосфорного удобрения, кг/га д.в.	N:P	Высота главного стебля, см	Количество на растении, шт.	
			плодовых ветвей	коробочек
Низкое содержание P_2O_5 – 25,6 мг/кг				
N ₂₅₀ – фон	1 : 0	83,3	12,2	7,2
Фон + P ₇₅	1 : 0,3	89,2	12,6	7,8
Фон + P ₁₂₅	1 : 0,5	92,9	12,9	8,5
Фон + P ₁₇₅	1 : 0,7	92,3	13,2	9,6
Фон + P ₂₅₀	1 : 1,0	88,6	12,5	8,2
НСР ₀₅		5,8	0,6	0,5
Повышенное содержание P_2O_5 – 52,7 мг/кг				
N ₂₅₀ – фон	1 : 0	98,5	14,6	12,5
Фон + P ₇₅	1 : 0,7	98,6	15,2	12,8
Фон + P ₁₂₅	1 : 0,5	96,9	12,9	10,5
Фон + P ₁₇₅	1 : 0,7	90,3	12,2	9,9
Фон + P ₂₅₀	1 : 1,0	88,7	9,6	8,8
НСР ₀₅		5,9	0,7	0,6

При повышенном (52,7 мг/кг) содержании подвижного фосфора в почве самые высокие биометрические показатели растений получены при внесении минимальной дозы (P₇₅) фосфорного удобрения, где соотношение N : P составляло 1 : 0,3. Увеличение нормы внесения фосфора на этом фоне приводило к достоверному уменьшению высоты растений, количества на них плодовых ветвей и коробочек, тогда как между этой дозой внесения фосфора и без его внесения различия по этим показателям находились в пределах ошибки опыта.

Аналогичная закономерность наблюдается и по урожайности хлопка-сырца, когда на низком фосфорном фоне самая высокая урожайность за годы исследований получена при внесении 175 кг/га д.в. фосфорных удобрений – 3,99 т/га. Здесь же получена самая высокая прибавка урожая на 1 кг д.в. удобрений.

Увеличение дозы фосфора до 250 кг/га приводило к достоверному снижению урожайности и прибавки урожая на 1 кг д.в., тогда как уменьшение дозы до 125 кг/га, хоть и приводило к снижению урожайности, но это уменьшение было в пределах ошибки опыта (таблица 63).

Таблица 63. – Влияние дозы фосфорного удобрения и обеспеченности почвы подвижным фосфором на урожайность хлопчатника

(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батъкаева, 2017)

Доза фосфорного удобрения, кг/га д.в.	N:P	Год					Среднее	+/- от:	
		1992	1993	1994	1995	1996		фос-фора	1 кг д.в.
Низкое содержание P₂O₅ – 25,6 мг/кг									
N ₂₅₀ – фон	1 : 0	3,35	3,38	3,44	3,36	3,45	3,39	–	-
Фон + P ₇₅	1 : 0,3	3,48	3,55	3,62	3,59	3,66	3,58	+ 0,19	2,53
Фон + P ₁₂₅	1 : 0,5	3,69	3,73	3,96	3,88	4,02	3,85	+ 0,36	2,88
Фон + P ₁₇₅	1 : 0,7	3,59	3,79	4,18	4,14	4,25	3,99	+ 0,60	3,43
Фон + P ₂₅₀	1 : 1,0	3,47	3,68	3,85	3,75	4,05	3,76	+ 0,37	1,48
НСР ₀₅		0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	-	-
Повышенное содержание P₂O₅ – 52,7 мг/кг									
N ₂₅₀ – фон	1 : 0	4,12	4,15	4,24	4,18	4,28	4,19	–	
Фон + P ₇₅	1 : 0,3	4,18	4,26	4,32	4,27	4,36	4,27	+ 0,08	1,06
Фон + P ₁₂₅	1 : 0,5	3,69	3,87	3,96	3,95	4,22	3,93	- 0,26	-2,08
Фон + P ₁₇₅	1 : 0,7	3,63	3,82	3,94	3,93	4,13	3,89	- 0,30	-1,71
Фон + P ₂₅₀	1 : 1,0	3,54	3,66	3,82	3,75	3,92	3,73	- 0,46	-1,84
НСР ₀₅		0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	-	-

На повышенном фосфорном фоне самая высокая урожайность хлопчатника

получена при внесении минимальной дозы фосфорного удобрения (75 кг/га). увеличение дозы внесения удобрения приводило к достоверному снижению урожайности, тогда как различия с азотным фоном, где фосфорные удобрения не вносили, были математически не доказуемые (Аширбеков М.Ж., Батъкаев Ж.Я., 2017).

Следует отметить, что при повышенной обеспеченности почвы подвижным фосфором урожайность хлопчатника при внесении 75 кг/га фосфора и даже без его внесения достоверно больше, чем таковая получена на низко обеспеченном фосфорном фоне при внесении дозы фосфора 175 кг/га. По видимому, растения хлопчатника лучше используют фосфор, находящийся в почве в доступном для растений состоянии, тогда как при внесении фосфорных удобрений под посев хлопчатника требуется время на их растворение в почве и переходу в доступное для растений состояние. К тому же, как известно, из фосфорных удобрений в год их внесения растения могут использовать не более 30-35 % действующего вещества.

Поэтому при низком содержании подвижного фосфора в почве лучшей нормой внесения фосфорных удобрений на фоне внесения N_{250} является 175 кг/га д.в., при повышенной обеспеченности почвы фосфором достаточно вносить не более 75 кг/га д.в. фосфорных удобрений.

Так как проростки хлопчатника очень требовательны к фосфорному питанию с первых дней своей жизни и его недостаток в это время не восполняется внесением удобрений в последующие фазы, А.И. Берзин (1956) и П.В. Протасов (1959) рекомендуют полную дозу фосфорных удобрений вносить под глубокую вспашку.

Однако на серозёмных почвах доступный для растений фосфор минеральных удобрений связывается кальцием и магнием, что снижает его доступность растениям. Поэтому Ф.А. Скрябин (1959) и У.Р. Рахмаджанов (1962) в условиях Вахшской долины рекомендуют помимо основного внесения фосфорных удобрений вносить их при посеве и в подкормку в течение вегетации хлопчатника.

В наших исследованиях, где на фоне ежегодного внесения 130 кг/га д.в. азотных удобрений (аммиачная селитра) вносили 120 кг д.в. фосфорных удобре-

ний (суперфосфат), которую вносили целиком под вспашку и разделяли на 2 дозы внесения с различным их соотношением.

В среднем за 5 лет (1996-2000 гг.) исследований внесение одних азотных удобрений вызвало бурный рост растений и их вегетативной массы, поэтому их линейный рост составил 86,8 см, что достоверно больше, чем при совместном внесении азотных и фосфорных удобрений (таблица 64).

Таблица 64. – Влияние дозы и срока внесения фосфорного удобрения на формирование генеративных органов растениями хлопчатника (среднее за 1996-2000 гг., данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батъкаева, 2016-1)

Доза и срок внесения фосфорного удобрения	Высота растений, см	Коробочек на 1 растении, шт.	Масса 1 коробочки, г
Фон – 130 кг/га д.в. азота	86,8	11,1	7,5
Фон + P ₁₂₀ под вспашку	81,1	11,3	7,8
Фон + P ₇₂ под вспашку и P ₄₈ перед посевом	81,2	12,1	7,5
Фон + P ₇₂ под вспашку и P ₄₈ в фазе цветения	81,5	11,8	7,6
Фон + P ₄₈ перед посевом, P ₇₂ в фазе цветения	77,7	11,6	7,5
НСР ₀₅	4,8	0,8	0,4

Растения хлопчатника, под которые вносили фосфорные удобрения, были более низкорослыми, но формировали больше коробочек, чем при внесении одних азотных удобрений. Самое большое количество коробочек – 12,1 шт. формировали растения, под которые 72 кг/га д.в. фосфора (60 %) вносили под вспашку и 48 кг/га д.в. (40 %) под предпосевную культивацию, что достоверно больше, чем при внесении одних азотных удобрений и внесении всей дозы фосфора под зяблевую вспашку. В то же время дозы и сроки внесения фосфорных удобрений не оказали существенного влияния на массу коробочек – различия между вариантами опыта математически не доказуемы.

Ход формирования генеративных органов сказался на урожайности хлопчатника. Самая низкая урожайность хлопка-сырца получена при одностороннем внесении азотных удобрений 3,30 т/га, что достоверно ниже, чем при дополни-

тельном внесении фосфорных удобрений во все сроки и дозы (таблица 65).

Таблица 65. – Урожайность хлопка-сырца в зависимости от дозы и срока внесения фосфорного удобрения, т/га

(данные М.Ж. Аширбекова, В.К. Дридигера, Ж.Я. Батъкаева, 2018)

Доза и срок внесения фосфорного удобрения	Год					Среднее
	1996	1997	1998	1999	2000	
Фон – 130 кг/га д.в. азота	2,86	2,97	3,34	3,38	3,95	3,30
Фон + P ₁₂₀ под вспашку	3,15	3,27	3,47	3,44	3,92	3,45
Фон + P ₇₂ под вспашку, P ₄₈ перед посевом	3,12	3,31	3,55	3,42	4,15	3,51
Фон + P ₇₂ под вспашку, P ₄₈ в фазе цветения	2,95	3,36	3,44	3,48	3,87	3,42
Фон + P ₄₈ перед посевом, P ₇₂ в фазе цветения	3,17	3,13	3,35	3,58	3,82	3,41
НСР ₀₅	0,21	0,19	0,15	0,17	0,16	0,12
P, %	4,2	4,4	3,7	3,6	4,6	3,9

Отличия же по урожайности между дозами и сроками внесения фосфорных удобрений находятся в пределах ошибки опыта, поэтому говорить о доказуемом преимуществе какого-то срока или дозы внесения таких удобрений не приходится. Тем не менее, более высокая урожайность хлопчатника получена при внесении 60 % планируемой дозы фосфорных удобрений под зяблевую вспашку и 40 % под предпосевную культивацию, которую и следует считать оптимальной.

Таким образом наиболее эффективным способом внесения фосфорных удобрений на фоне применения азотных является внесение 60 % планируемой дозы фосфорных удобрений под зяблевую вспашку и 40 % под предпосевную культивацию.

4.4. Калийные удобрения

Многие десятилетия в республиках Средней Азии было распространено мнение, что почвы хлопкосеющих зон достаточно обеспечены калием и в применении калийных удобрений нет необходимости. Это заключение исходило из результатов полевых опытов, которые проводились Географической сетью Всесоюзного научно-

исследовательского института хлопководства в 30 и 40-е годы прошлого столетия (Джуманкулов Х.Д. и др., 1973).

Но в 70-ые и, особенно 80-ые годы, существенно увеличилась урожайность хлопчатника, что привело к большому выносу калия из почвы, поэтому агрохимической службой республик Средней Азии было рекомендовано внесение под хлопчатник нормами, равными половинной норме азота, а на распаханых полях люцерны – её необходимо повышать (Братчева М.И., Протасов П.В., 1974).

Такого же мнения придерживался Д.Д. Умаров (1980), который с целью увеличения урожайности хлопчатника и улучшения технологических показателей качества хлопка-сырца предлагал калийные удобрения вносить совместно с оптимальными дозами внесения азотно-фосфорных удобрений. При этом вносить калийные удобрения при урожайности хлопка-сырца более 3,0-3,5 т/га. Однако Б.А. Сушеница с коллегами (1985) и Х.Д. Джуманкулов (1990) считают, что на почвах, высоко обеспеченных подвижным калием, к которым относятся сероземно-луговые почвы Голодной степи, применение калийных удобрений, не целесообразно.

В связи с противоречивыми мнениями по поводу применения калийных удобрений под орошаемый хлопчатник нами на сероземно-луговой почве Голодной степи был проведён специальный опыт, в котором изучили эффективность внесения калийных удобрений на фоне применения оптимальных норм азотно-фосфорных удобрений.

Установлено, что внесение калийных удобрений в дозе 60 и 100 кг/га д.в. в среднем за 5 лет (1998-2002 гг.) исследований в одних случаях приводило к увеличению содержания подвижного калия в пахотном (0-30 см) и подпахотном (30-60 см) слоях почвы, в других случаях наблюдалось даже его снижение (таблица 66).

То есть, закономерностей по влиянию внесённых в почву калийных удобрений на содержание в ней подвижного калия установлено не было. Возможно это обусловлено тем, что поступавший в почву калий калийных удобрений был для растений не доступен, а его переход в доступную форму сдерживала высокая

Таблица 66.– Содержания подвижного калия в почве во время вегетации хлопчатника, (среднее за 1998-2002 гг.)
(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батъкаева, 2015-1)

Вариант	2-3 настоящих листочка		Цветение		Созревание	
	мг/кг	+/- от калия	мг/кг	+/- от калия	мг/кг	+/- от калия
Слой почвы 0-30 см						
Без удобрений	445	-	438	-	395	-
N ₁₀₀ P ₁₂₀	471	-	434	-	542	-
N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₆₀	514	+43	466	+32	472	-70
N ₂₀₀ P ₁₂₀	502	-	411	-	417	-
N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₁₀₀	394	-108	404	-7	415	-2
Слой почвы 30-60 см						
Без удобрений	367	-	390	-	367	-
N ₁₀₀ P ₁₂₀	416	-	395	-	336	-
N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₆₀	448	+32	410	+15	318	-18
N ₂₀₀ P ₁₂₀	450	-	361	-	297	-
N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₁₀₀	415	-35	385	+24	355	+58

концентрация (содержание) подвижного калия в почве.

Совсем другая ситуация складывалась по содержанию калия в растениях, где от внесения калийных удобрений в почву в дозе 60 кг/га д.в. содержание калия во всех органах растений, особенно в листьях и бутонах в фазе 2-3 настоящих листьев и во время цветения было существенно большим, чем без внесения калийных удобрений (таблица 67).

Увеличение содержания калия в растениях при внесении азотно-фосфорных удобрений обусловлено, видимо, лучшим развитием вегетативной массы растений, чем без внесения удобрений, что увеличивает их потребность в этом элементе питания, и он более интенсивно поступает из почвы, содержащей довольно много доступного для растений калия. К концу вегетации потребность и содержа-

Таблица 67.– Содержание калия в органах растений в разные фазы развития хлопчатника (среднее за 1998-2002 гг.), %

(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батъкаева, 2015-1)

Орган хлопчатника	Без удобрений	N ₁₀₀ P ₁₂₀	N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₆₀	Увеличение от калия	
				%	в %
2-3 настоящих листочков					
Стебли	1,16	2,01	2,17	0,16	8,0
Листья	0,97	1,00	1,26	0,26	26,0
Цветение					
Бутоны	1,67	1,85	2,27	0,42	28,0
Цветы	1,82	2,02	2,36	0,34	16,8
Листья	2,21	2,31	2,69	0,38	16,4
Созревание					
Листья	2,12	2,11	2,27	0,16	7,6
Стебли	1,79	2,04	2,06	0,02	1,0
Створки	2,88	3,00	3,10	0,10	3,3
Хлопок-сырец	0,81	0,95	0,97	0,02	2,1

нии калия в растениях по всем вариантам опыта снижается.

Более высокое содержание калия в растениях хлопчатника при внесении калийных удобрений говорит о улучшении питания растений этим элементом, что положительно сказалось на их урожайности. Дополнительное внесение калия на фоне применения азотно-фосфорных удобрений приводило в среднем за годы исследований к росту урожайности хлопка-сырца (таблица 68).

При внесении 60 кг/га калия прибавка урожая по отношению к азотно-фосфорному фону составила 0,14 т/га, которая математически была не доказуемой, а при внесении 100 кг/га д.в. калийных удобрений урожайность хлопка-сырца увеличилась на 0,27 т/га, что достоверно больше, чем при внесении только азотно-фосфорного удобрения.

Таблица 68. – Урожайность хлопка-сырца в зависимости от
внесения удобрений, т/га

Доза удобрений	Год					Сред- нее	Прибавка от:	
	1998	1999	2000	2001	2002		удоб- рений	калия
Без удобрений	2,51	2,48	2,66	2,58	2,88	2,62	-	-
N ₁₀₀ P ₁₂₀	2,82	2,95	3,22	3,12	3,53	3,12	0,50	-
N ₁₀₀ P ₁₂₀ K ₆₀	2,78	3,13	3,38	3,35	3,68	3,26	0,64	0,14
N ₂₀₀ P ₁₂₀	3,17	3,15	3,45	3,78	3,86	3,48	0,86	-
N ₂₀₀ P ₁₂₀ K ₁₀₀	3,57	3,52	3,88	3,82	3,98	3,75	1,13	0,27
НСР ₀₉₅	0,15	0,17	0,19	0,17	0,22	0,19	-	-
P, %	3,9	4,4	3,7	3,6	4,6	3,9	-	-

Таким образом, при урожайности хлопчатника не менее 3,5 т/га внесение калийных удобрений на фоне повышенного содержания доступного калия в серо-земно-луговой почве Голодной степи обеспечивает достоверный рост урожайности хлопка-сырца.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХЛОПКОВЫХ СЕВООБОРОТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА

Многие десятилетия (вплоть до конца 90-ых годов прошлого столетия) экономическую эффективность хлопковых севооборотов в Средней Азии, в том числе и в Казахстане определяли по валовому производству хлопковой продукции в расчёте на 100 га пашни (Рыжов С.Н., Дорман И.А., 1957). Обусловлено это было тем, что перед хлопкосеющими хозяйствами ставилась одна задача – производить как можно больше хлопка-сырца и другой продукции хлопководства, и тот, кто производил её больше со 100 га имеющейся в хозяйстве пашни, того всячески поддерживали и поощряли. Но в этом случае бессменный хлопчатник, даже при более низкой в сравнении с севооборотами урожайности, обеспечивал больший выход валовой продукции, нежели в севообороте.

Подобная методика определения не раскрывала в полной мере экономическую эффективность хлопковых севооборотов, не способствовала их освоению и определяла напряжённую структуру посевных площадей в хлопкосеющих хозяйствах республики с низким удельным весом люцерны, других кормовых культур и высоким процентом посевов хлопчатника. По сути дела поощрялся экстенсивный путь развития хлопководства за счёт увеличения площади посева этой культуры, а не роста её урожайности за счёт освоения научно обоснованных севооборотов и современных технологий возделывания хлопчатника и других культур севооборота. Очень маленькие площади посева кормовых культур, или их отсутствие не позволяло развиваться животноводству, что делало сельскохозяйственное производство организационно и экономически полностью зависимым от хлопководства.

Для примера в нашем опыте при определении эффективности производства хлопчатника по старой методике, преимущество по сбору хлопка-сырца со 100 га севооборотной площади имеет бессменный посев хлопчатника и севообороты с большей долей этой культуры в структуре севооборота (таблица 69).

В то же время, самая высокая урожайность хлопка-сырца получена в сево-

Таблица 69. – Экономическая эффективность возделывания хлопчатника
бессменно и в севообороте по старой методике
(среднее за 1995-2004 гг.)

Показатель	Бессменный хлопчатник, N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	Севооборот				
		3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
		без удобре- ний	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ +40 т/га навоза	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ ⁺ 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀
Доля хлопчатника, %	100	70	70	70	60	50
Урожайность хлопка-сырца, т/га	2,22	2,71	3,05	3,18	3,51	3,28
Выход хлопка-сырца со 100 га севооборотной площади, т	222,0	190,0	213,5	222,6	210,6	164,0

обороте 3:4:1:2, но из-за посева в этом севообороте люцерны и кормовых культурна 40 % площади, которые абсолютно не учитываются в подсчётах, этот севооборот уступает бессменному посеву и севооборотам, где хлопчатник занимает 70 % площади.

Только с 2000 года в Казахстане перешли на новую систему оценки экономической эффективности возделывания хлопчатника и хлопковых севооборотов, учитывающей урожайность и качество не только хлопка-сырца, но и других культур севооборота. В расчётах используются натуральные (урожайность хлопчатника и кормовых культур, сбор кормов с 1 га севооборотной площади в кормовых единицах) и экономические показатели - стоимость производимой продукции в зависимости от её качества, производственные затраты, прибыль и рентабельность. Эти показатели рассчитывают по каждой культуре севооборота в отдельности и в целом по севообороту (Методика определения продуктивности и эффективности хлопковых севооборотов, Ташкент, 1989; Методика по изучению севооборотов на орошаемых землях, Москва, 1991).

В наших исследованиях для определения экономической эффективности были рассчитаны технологические карты возделывания хлопчатника и каждой кормовой культуры применительно к изучаемым севооборотам и бессменным посевам хлопчатника. Расчёты вели по стоимости производимой в севооборотах

продукции с учётом её качества и используемых в производстве материально-технических ресурсов и услуг (заработная плата, стоимость семян, удобрений, средств защиты растений и т.д.) по ценам 2005 года (окончание исследований) в денежных единицах Республики Казахстан – тенге (курс тенге к рублю равен 5:1). Цену реализации или стоимость полученного в опытах хлопка-сырца определяли по его фактическому качеству. Например, в бессменном посеве с внесением удобрений урожай хлопка сырца состоял из первого, второго и третьего промышленного сорта в соотношении 70:20:10 %. При разной стоимости каждого сорта средняя цена 1 тонны произведённого в этом варианте хлопка-сырца составила 128400 руб. (таблица 70).

Таблица 70. – Влияние качества хлопка-сырца на цену его реализации (бессменный посев с внесением удобрений, среднее за 1995-2004 гг.)

Промышленный сорт хлопка-сырца	Стоимость хлопка-сырца, тенге/т	Структура хлопка-сырца, %	Получено хлопка-сырца, кг/га	Выручка, тенге
I	136000	70	1554	211344
II	117000	20	444	51948
III	98000	10	222	21756
IV	57000	-	-	-
Итого	-	-	2220	285048
Цена 1 т хлопка-сырца, тенге				128400

Аналогичные расчёты произведены и в изучаемых севооборотах (приложение 32). Так как во всех севооборотах доля первого сорта было больше, и не было хлопка третьего сорта, то и цена на него была выше. Самой высокой она была в севооборотах 3:4:1:2 и 3:3 – 134100 тенге/т, так как здесь больше всего было хлопка первого сорта – 90 % и только 10 % второго сорта.

При высоком качестве волокна и самой высокой урожайности, лучшую экономическую эффективность обеспечил хлопчатник, возделываемый в расчленённом севообороте 3:4:1:2, где самая низкая себестоимость и самая большая прибыль и рентабельность производства хлопка-сырца (таблица 71).

Таблица 71. – Влияние севооборота на экономическую эффективность возделывания хлопчатника по ценам 2005 г. (среднее за 1995-2004 гг.)

Показатель	Бессменный хлопчатник N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	Севооборот				
		3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
		без удобрений	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ +40 т/га навоза	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ +40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀
Доля хлопчатника, %	100	70	70	70	60	50
Урожайность хлопка-сырца, т/га	2,22	2,71	3,05	3,18	3,51	3,28
Цена хлопка-сырца, тенге/т	128400	131250	133150	133720	134100	134100
Выручка, тенге/га	285048	355688	406108	425230	470691	439848
Затраты, тенге/га	128000	122000	126000	124000	122000	121000
Себестоимость, тенге/т	57658	45019	41312	38994	34758	36890
Прибыль, тенге/га	157048	233688	280108	301230	348691	318848
Рентабельность, %	122,7	191,6	222,3	242,9	285,8	263,5

При возделывании хлопчатника в других изучаемых севооборотах экономические показатели снижались, и самые низкие они при бессменном посеве этой культуры (Аширбеков М.Ж., Дридигер В.К., 2018), что обусловлено снижением урожайности и ухудшением качества, соответственно и уменьшением стоимости хлопка-сырца.

Этот же севооборот оказался наиболее экономически эффективным среди изучаемых севооборотов и бессменного посева хлопчатника. Обусловлено это тем, что в этом севообороте, на фоне самой высокой эффективности возделывания хлопчатника, благодаря самой большой урожайности кормовых культур, также получена самая лучшая экономическая эффективность производства кормов, которые обеспечили наибольшую прибыль – 251165 тенге/га и рентабельность – 154,2 % (таблица 72).

В остальных севооборотах экономическая эффективность производства кормов и в целом севооборотов были ниже. При этом в севообороте 3:7 без внесения удобрений рентабельность производства кормов была одной из лучших и со-

Таблица 72. – Экономическая эффективность хлопковых севооборотов, на 1 га севооборотной площади

Показатель	Бессменный хлопчатник, N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	Севооборот				
		3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
		без удобрений	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ ⁺ 40 т/га навоза	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ ⁺ 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀
Структура посевов, %: хлопчатник	100	70	70	70	60	50
кормовые культуры	-	30	30	30	40	50
Урожайность, т/га: хлопок-сырец	2,22	2,71	3,05	3,18	3,51	3,28
люцерна, сено	-	16,7	17,1	15,7	18,6	18,0
ячмень, зерно	-	-	-	3,7	4,0	2,9
кукуруза, зелёная, масса	-	78,8	79,4	81,0	82,0	-
Стоимость продукции, тенге/га	285048	433332	472076	581311	696415	389724
в том числе: хлопчатник	285048	248982	284276	297661	282415	219924
кормовые культуры	-	184350	187800	283650	414000	169800
Производственные затраты, тенге/га	128000	199357	228548	257870	282835	209948
в том числе: хлопчатник	128000	122000	126000	124000	122000	121000
кормовые культуры	-	77357	102548	133870	162835	88948
Прибыль, тенге/га	157048	340681	365360	451010	599856	399700
в том числе: хлопчатник	157048	233688	280108	301230	348691	318848
кормовые культуры	-	106993	85252	149780	251165	80852
Рентабельность севооборота, %	122,7	170,9	160,0	174,9	212,1	190,3
в том числе: хлопчатник	122,7	191,6	222,3	242,9	285,8	263,5
кормовые культуры	-	138,3	83,1	111,9	154,2	90,9

ставила 138,3 %, тогда как в этом же севообороте с внесением удобрений она снизилась до 83,1 %. Связано это с дополнительными затратами на внесение дорогостоящих минеральных удобрений, тогда как урожайность кормовых культур в удобряемом и не удобряемом севооборотах была одинаковой, что подтверждает большую роль люцерны в поддержании и повышении почвенного плодородия.

Следует отметить, что в севооборотах, благодаря высокой эффективности возделывания кормовых культур, прибыль с 1 га пашни была в 2,2-3,8 раза больше, чем в бессменном посеве. В то же время рентабельность производства продукции во всех севооборотах снизилась по сравнению с рентабельностью производства хлопчатника, что обусловлено дополнительными затратами на возделывание кормовых культур. Тем не менее, рентабельность производства продукции в севооборотах находилась в пределах от 160,0 до 212,1 %, тогда как в бессменном посеве хлопчатника она была существенно меньше и составила 122,7 %.

Таким образом, наиболее экономически выгодным является севооборот 3:4:1:2 с тремя полями люцерны, полем однолетних культур и шестью полями хлопчатника, где с 1 га севооборотной площади получена самая высокая прибыль и рентабельность производства всех культур севооборота. Это стало возможным благодаря лучшим водно-физическим, химическим и биологическим свойствам почвы в этом севообороте, что обеспечило получение самой высокой урожайности хлопчатника и кормовых культур.

Расчёты экономической эффективности технологических приёмов возделывания хлопчатника показали, что наиболее выгодным является ежегодное чередование глубины основной отвальной обработки почвы под эту культуру на 30 и 40 см. В обоих изучаемых севооборотах и бессменном посеве такая система основной обработки почвы обеспечила увеличение прибыли, рентабельности и снижение себестоимости производства хлопка-сырца по сравнению с ежегодной вспашкой на глубину 30 или 40 см (таблица 73).

Наибольшая экономическая эффективность разноглубинной основной обработки почвы обусловлена ростом урожайности и улучшением технологических качеств хлопка-сырца, что увеличило его стоимость и денежную выручку, а также

Таблица 73. – Влияние глубины вспашки на экономическую эффективность возделывания хлопчатника в бесменном посеве и в севообороте (среднее за 1998-2004 гг.)

Показатель	Хлопчатник бесменно			3:7			2:4:1:3		
	30	40	30-40	30	40	30-40	30	40	30-40
Урожайность, т/га	3,03	3,28	3,35	3,81	4,04	4,29	3,94	4,27	4,49
Цена реализации, тенге/т	128000	128000	128000	130000	131000	131000	130000	131000	131000
Денежная выручка, тенге/га	387840	419840	428800	495300	529240	561990	512200	559370	588190
Затраты, тенге/га	132500	133800	133200	131700	132500	132200	132500	133500	132800
Себестоимость, тенге	43729	40793	39761	34567	32797	30816	33629	31265	29577
Прибыль, тенге/га	255240	286040	295600	363600	396740	429790	379700	425870	455390
Рентабельность, %	192,6	213,8	221,9	276,1	299,4	325,1	286,6	319,0	342,9

снижением производственных затрат по сравнению с ежегодной вспашкой на глубину 40 см.

На фоне внесения фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{160}K_{120}$ наиболее эффективным является внесение 200 кг/га д.в. азотных удобрений, которые обеспечивают самую высокую рентабельность производства хлопка-сырца при наименьшей его себестоимости (таблица 74).

Таблица 74. – Экономическая эффективность внесения азотных удобрений под хлопчатник (среднее за 1996-2000 гг.)

Показатель	Доза удобрения				
	$P_{160}K_{120}$ (фон)	фон + N_{150}	фон + N_{200}	фон + N_{250}	фон + N_{300}
Урожайность хлопчатника, т/га	2,80	2,99	3,15	3,18	3,25
Цена реализации, тенге/т	128000	130000	134100	134100	132000
Денежная выручка, тенге/га	35840	388700	422415	426438	429000
Затраты, тенге/га	98180	104615	106760	108905	111050
Себестоимость, тенге	35064	34988	33892	34247	34169
Прибыль, тенге/га	260220	284085	303655	317533	300000
Рентабельность, %	265,0	271,5	295,7	291,6	286,3

Увеличение дозы внесения азотных удобрений до 250 и 300 кг/га, как и её снижение до 150 кг/га д.в. приводит к увеличению себестоимости, снижению прибыли и рентабельности производства продукции. Ещё меньшими были экономические показатели при полном отказе от внесения азотных удобрений.

При внесении в почву 20 т/га полуперепревшего навоза крупного рогатого скота с одновременным внесением фосфорных удобрений в дозе 130 кг/га д.в. экономически целесообразно дозу внесения азотных удобрений снизить до 140 кг/га д.в. При такой дозе совместного внесения минеральных и органических удобрений получена самая большая прибыль – 226692 тенге/га и рентабельность производства хлопка-сырца – 164,2 % при самой низкой его себестоимости – 50757 тенге/т (таблица 75).

Таблица 75. – Влияние совместного внесения азотных удобрений с навозом на экономическую эффективность возделывания хлопчатника (среднее за 2006-2008 гг.)

Показатель	Доза удобрения							
	без удоб- рений	P ₁₃₀	N ₇₀ P ₁₃₀	N ₁₄₀ P ₁₃₀	навоз, 20 т/га	P ₁₃₀ + навоз, 20 т/га	N ₇₀ P ₁₃₀ + навоз, 20 т/га	N ₁₄₀ P ₁₃₀ + навоз, 20 т/га
Урожайность, т/га	1,72	1,90	2,26	2,50	1,97	2,16	2,50	2,72
Цена реализации, тенге/га	126000	128000	128600	130200	127000	128400	133400	134100
Затраты, тенге/га	98180	116060	123060	130060	100500	124060	131060	138060
Выручка, тенге/га	216720	243200	290636	325500	250190	277344	333500	364752
Себестоимость, тенге/т	57081	61084	54451	52024	51015	57435	52424	50757
Прибыль, тенге/га	118540	127140	167576	195440	149690	153273	202440	226692
Рентабельность, %	120,7	109,5	129,1	150,2	148,9	123,5	154,5	164,2

Снижение дозы азотных удобрений приводит к уменьшению урожайности и экономической эффективности возделывания хлопчатника. Ещё большему уменьшению урожайности хлопка-сырца и снижению экономических показателей его производства приводит отказ от внесения органических удобрений.

При низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором (до 30 мг/кг почвы) наиболее выгодным на фоне внесения N_{250} является применение 125 кг/га д.в. фосфорных удобрений. При небольшом снижении прибыли с 1 га по сравнению с внесением 175 кг/га фосфора, в этом варианте получена самая высокая рентабельность производства хлопка-сырца при его наименьшей себестоимости (таблица 76).

Таблица 76. – Экономическая эффективность внесения фосфорных удобрений под хлопчатник при низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором
(среднее за 1992-1996 гг.)

Показатель	Доза удобрения				
	N_{250} – фон	фон + P_{75}	фон + P_{125}	фон + P_{175}	фон + P_{250}
Урожайность, т/га	3,39	3,58	3,85	3,99	3,76
Цена реализации, тенге/га	126800	128000	134100	134100	128800
Выручка, тенге/га	429852	458240	516285	535059	484288
Затраты, тенге/га	151442	162942	171042	184142	196442
Себестоимость, тенге/т	44673	45514	44426	46151	52245
Прибыль, тенге/га	278410	295298	345243	350917	287846
Рентабельность, %	183,8	181,2	201,8	190,5	146,5

Увеличение дозы внесения фосфорных удобрений до 250 кг/га, как и их снижение до 75 кг/га д.в., как и полный отказ от их внесения приводит к существенному снижению всех показателей экономической эффективности возделывания хлопчатника.

При повышенной обеспеченности почвы подвижным фосфором (45-60 мг/кг) самую большую прибыль и рентабельность производства хлопка-сырца на

фоне внесения N_{250} обеспечивает внесение 75 кг/га д.в. фосфорных удобрений (таблица 77)

Таблица 77. – Экономическая эффективность внесения фосфорных удобрений под хлопчатник при повышенной обеспеченности почвы подвижным фосфором (среднее за 1992-1996 гг.)

Показатель	Доза удобрения				
	N_{250} – фон	фон + P_{75}	фон + P_{125}	фон + P_{175}	фон + P_{250}
Урожайность, т/га	4,19	4,27	3,93	3,89	3,73
Цена реализации, тенге/га	126800	134100	134100	130300	128800
Выручка, тенге/га	531292	572607	527013	506867	480424
Затраты, тенге/га	151442	162942	171442	183942	196442
Себестоимость, тенге/т	36144	38160	43624	47286	52665
Прибыль, тенге/га	379850	409665	355571	322925	283982
Рентабельность, %	250,8	251,4	207,4	175,5	144,6

Незначительно меньше эти показатели при отказе от внесения удобрений, при этом здесь самая низкая себестоимость производства продукции. Дальнейшее же увеличение дозы фосфорных удобрений до 125, 175 и 250 кг/га приводит к существенному снижению экономической эффективности возделывания хлопчатника. Поэтому оптимальным на фоне применения 250 кг/га д.в. азотных удобрений следует считать внесение не более 75 кг/га фосфорных удобрений.

Наиболее эффективным является внесение 60 % всей дозы фосфорных удобрений под зяблевую вспашку и 40 % под предпосевную обработку почвы. При таком способе внесения фосфорных удобрений обеспечивается самая большая прибыль с 1 га – 472,0 тыс. тенге и рентабельность 332,0 % при самой низкой себестоимости хлопка-сырца – 40520 тенге/т (Аширбеков М.Ж., Дридигер В.К., Баткаев Ж.Я., 2018). Внесение всей дозы фосфорных удобрений под вспашку или её разделение на внесение под вспашку и в фазе цветения или в подкормку приводит к снижению экономической эффективности возделывания культуры.

Своеобразно реагирует хлопчатник на внесение калийных удобрений на се-

роземно-луговой почве Голодной степи, хорошо обеспеченной этим элементом питания. При внесении 60 кг/га д.в. калия на фоне применения азотно-фосфорных удобрений с нормой $N_{100}P_{120}$ показатели экономической эффективности увеличиваются, но рост их незначительный по сравнению с вариантом, где калий не вносили, а себестоимость производимой продукции от дополнительного внесения калия даже возрастает (таблица 78).

Таблица 78. – Экономическая эффективность внесения калийных удобрений под хлопчатник (среднее за 1998-2002 гг.)

Показатель	Доза удобрения			
	$N_{100}P_{120}$	$N_{100}P_{120}K_{60}$	$N_{200}P_{120}$	$N_{200}P_{120}K_{100}$
Урожайность, т/га	3,12	3,26	3,48	3,75
Цена реализации, тенге/га	128000	130000	129000	134100
Выручка, тенге/га	399360	423800	448920	502875
Затраты, тенге/га	162300	171102	177814	190605
Себестоимость, тенге/т	52019	52485	51096	50828
Прибыль, тенге/га	237060	252698	271106	312270
Рентабельность, %	146,1	147,6	152,5	163,8

При внесении же 100 кг/га д.в. калийных удобрений на более высоком (оптимальном) фоне азотно-фосфорных удобрений ($N_{200}P_{120}$) наблюдается увеличение прибыли с 1 га на 41164 тенге, или на 15,2 %, рост рентабельности на 11,3 % и снижение себестоимости производства хлопка-сырца. Поэтому лучшей дозой внесения калийных удобрений следует считать 100 кг/га д.в. и вносить их на фоне оптимальной дозы внесения азотно-фосфорных удобрений – $N_{200}P_{120}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оросительная вода, используемая для полива в Махтааральском районе и в наших исследованиях, по степени минерализации является пригодной для орошения всех возделываемых в Казахской части Голодной степи сельскохозяйственных культур, в том числе и хлопчатника, но поднятие уровня грунтовых вод до 2,7-2,9 м, содержащих сернокислые соли натрия и хлориды магния и натрия, даже при поливах нормой 800 м³/га приводило к увеличению содержания солей в почве к концу оросительного сезона (осенью) во всех изучаемых севооборотах и бессменном посеве хлопчатника.

К концу ротации севооборотов больше всего солей с плотным остатком 0,476-0,482 % от массы сухой почвы (среднее засоление) находилось в почве бессменного посева хлопчатника, тогда как в расчленённом севообороте с тремя полями люцерны (3:4:1:2) и в севообороте с тремя полями люцерны и такого же количества полей хлопчатника (3:3) солей содержалось достоверно меньше – 0,355 и 0,326 %, что соответствует слабому засолению. В остальных изучаемых севооборотах концентрация солей находилась в пределах от 0,385 до 0,420 %. Весенне-зимняя профилактическая промывка почвы речной водой нормой 3000-3500 м³/га снижает содержание солей до безопасного уровня во всех вариантах опыта, но для удаления значительно меньшего количества солей из почвы севооборотов 3:4:1:2 и 3:3 требуется меньше оросительной воды, чем для промывки почвы со значительно большим содержанием солей в других изучаемых севооборотах и, особенно, бессменном посеве хлопчатника.

Люцерна, возделываемая в хлопковых севооборотах, в течение 3 лет пользования накапливает в слое почвы 0-60 см 20 т/га корневых и пожнивных остатков, которые является основным источником пополнения запасов гумуса в почве. Дополнительное поступление такого же количества органического вещества обеспечивает включение в севооборот 3:4:1:2 поля однолетних культур с получением в один год двух урожаев (зерна ячменя и силоса из кукурузы), что приводит к самому большому увеличению содержания гумуса в почве в сравнении с другими

изучаемыми севооборотами и бессменным хлопчатником – за ротацию севооборота на 0,11 %, или 7,7 т/га.

Возделывание хлопчатника в севообороте существенно улучшает водные и физические свойства сероземно-луговой почвы по сравнению с бессменным посевом этой культуры. Но лучшая макро- и микроагрегатная структуры, плотность, общая скважность почвы, её водопроницаемость и количество агрономически ценных водопрочных фракций почвы в течение ротации десятипольных севооборотов наблюдается в севообороте 3:4:1:2, где хлопчатник сеется после трёхлетней люцерны, ячменя и пожнивной кукурузы и на четвертый год после распашки люцерны вносится 40 т/га навоза.

Размещение хлопчатника в севообороте обеспечивает положительный баланс валовых и доступных для растений форм азота, фосфора и калия в почве, но самое большое увеличение содержания этих элементов питания наблюдается в севообороте 3:4:1:2 с внесением 40 т/га навоза под четвёртый хлопчатник после распашки люцерны и применением минеральных удобрений под эту культуру в дозе $N_{200}P_{150}K_{90}$. Ежегодный посев хлопчатника в течение 10 лет приводит к отрицательному балансу всех изучаемых элементов питания, а ежегодное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{250}P_{175}K_{90}$ обеспечивает компенсацию только фосфора и калия.

В хлопковых севооборотах, благодаря обогащению почвы органическим веществом в виде корневых и пожнивных остатков люцерны, а в расчленённых севооборотах и растительных остатков однолетних культур, жизнедеятельность микрофлоры заметно активизируется. В севооборотах, особенно в севообороте 3:4:1:2 лучшие, чем в бессменном посеве хлопчатника, условия для усиления биологической активности пахотного горизонта почвы: увеличивается общая численность полезной микрофлоры, более разнообразным становится ее состав, особенно участвующих в разложении органического вещества, усиливается интенсивность дыхания почвы и действие фермента уреазы.

Возделывание хлопчатника в севообороте способствует улучшению фитосанитарного состояния его посевов, в чём важную роль играют двух-, трёхлетняя

люцерна и введение в расчленённые севообороты 3:4:1:2 и 2:4:1:3 поля однолетних культур (ячмень + кукуруза пожнивно), которые в 1,8-2,4 раза снижают засорённость и в 2,0-6,0 раз уменьшают поражение растений хлопчатника вилтом по сравнению с его бессменным посевом.

Максимальный линейный рост главного стебля, лучшее развитие ассимиляционного аппарата в течение всего периода вегетации и наибольшее количество генеративных органов формировали растения хлопчатника при посеве в удобряемых минеральными удобрениями и навозом севооборотах, особенно в севообороте 3:4:1:2, где эти показатели были наибольшими. Бессменный посев хлопчатника приводил к существенному (1,5-2,0 раза) уменьшению этих показателей, а внесение минеральных удобрений при таком посеве культуры их увеличивало, но они были намного меньше, чем в севообороте.

Наибольшая урожайность 3,51 т/га хлопка-сырца получена в севообороте 3:4:1:2, которая достоверно на 0,23-0,46 т/га, или на 6,5-13,1 % больше, чем в других севооборотах и на 1,29 т/га (58,1 %) больше, чем в бессменном посеве культуры с внесением минеральных удобрений. При одинаковой густоте стояния растений хлопчатника перед уборкой во всех изучаемых севооборотах и бессменных посевах существенное положительное влияние на урожайность хлопка-сырца оказали количество коробочек на 1 растении ($r=0,853$) и масса хлопка-сырца в одной коробочке – $r = 0,813$.

В этом же севообороте из люцерны, ячменя и кукурузы производится 62,9 т/га кормовых единиц летних и зимних кормов, содержащих в одной кормовой единице 138,6 г переваримого протеина. Из такого набора кормовых культур можно производить сено из люцерны, фураж из зерна ячменя, силос из кукурузы и зелёный корм из кукурузно-люцерновой смеси, что позволяет содержать поголовье животных, способное производить 40 т/га навоза для внесения в почву, что обеспечивает расширенное воспроизводство почвенного плодородия, людских и материально-технических ресурсов.

Лучший выход волокна, его штапельная длина, прочность, относительная длина и другие технологические качества, которые соответствуют самому высо-

кому отборному сорту волокна, обеспечивает хлопчатник, возделываемый а в севообороте 3:4:1:2. Близким к нему по качеству является волокно, получаемое в севооборотах 2:4:1:3 и 3:3, но оно по технологическим качествам относится к I-ой промышленной категории. Самые низкие показатели качества хлопкового волокна II-ой промышленной категории получается из бесменно возделываемого хлопчатника и в севообороте 3:7 без внесения удобрений.

Лучшим способом основной обработки почвы под хлопчатник является ежегодное чередование вспашки на глубину 30 и 40 см, которая обеспечивает получение 3,35 т/га хлопка-сырца в бесменном посеве культуры и 4,49 т/га в севообороте 3:4:1:2, что достоверно на 0,25-0,33 т/га больше по сравнению с ежегодной вспашкой на глубину 30 см и на 0,21-0,25 т/га выше по отношению к вспашке на глубину 40 см.

Оптимальной дозой внесения азотных удобрений под хлопчатник в сочетании с внесением фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{160}K_{120}$ является 200 кг/га д.в. азота, которая обеспечивает самую высокую прибавку урожая хлопка-сырца на 1 кг д.в. удобрений – 1,75 кг. Увеличение дозы азота до 250 и 300 кг/га, как и её уменьшение до 150 кг/га приводило к снижению этого показателя, соответственно, до 1,50-1,52 и 1,27 кг/га. При внесении в почву 20 т/га навоза доза внесения азотных удобрений может быть снижена до 140 кг/га д.в. При этом повышается потенциальное плодородие почвы, а урожайность хлопка-сырца не снижается.

При низком (до 30 мг/кг) содержании подвижного фосфора в почве наибольшую урожайность хлопка-сырца на фоне внесения N_{250} обеспечивает внесение фосфорных удобрений в дозе 175 кг/га д.в.; при повышенной (45-60 мг/кг) обеспеченности почвы этим элементом достаточно вносить не более 75 кг/га д.в. фосфорных удобрений. При этом эффективнее 60 % дозы фосфорных удобрений вносить под зяблевую вспашку и 40 % под предпосевную обработку почвы.

При повышенном содержании доступного калия в сероземно-луговой почве Голодной степи внесение 100 кг/га д.в. калия на фоне оптимальных доз азотно-фосфорных удобрений ($N_{200}P_{120}$) обеспечивает достоверный рост урожайности хлопка-сырца на 0,27 т/га, или на 7,8 %.

Наиболее экономически выгодным является севооборот 3:4:1:2, где с 1 га севооборотной площади получена самая большая прибыль – 599,8 тыс. тенге и рентабельность производства всех культур севооборота составила 212,1 %. Во всех других севооборотах показатели экономической эффективности меньше и самые низкие они при бессменном посеве хлопчатника – прибыль 157,0 тыс. тенге/га, рентабельность 122,7 %.

Наиболее экономически выгодной системой основной обработки почвы под хлопчатник является ежегодное чередование глубины вспашки на 30 и 40 см, которая обеспечивает увеличение прибыли, рентабельности и снижение себестоимости производства хлопка-сырца по сравнению с ежегодной вспашкой на глубину 30 или 40 см.

Оптимальной дозой внесения азотных удобрений на фоне $P_{160}K_{120}$ является 200 кг/га д.в., которая обеспечивает самую высокую рентабельность производства хлопка-сырца при наименьшей его себестоимости. При внесении в почву 20 т/га навоза с одновременным применением фосфорных удобрений (P_{130}) целесообразно норму внесения азотных удобрений снизить до 140 кг/га д.в. При такой норме минеральных и органических удобрений обеспечивается получение самой большой прибыли – 226692 тенге/га и рентабельности производства хлопка-сырца (164,2 %) при самой низкой его себестоимости – 50757 тенге/т.

При низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором наиболее выгодным на фоне внесения N_{250} является применение 125 кг/га д.в. фосфорных удобрений. При повышенной обеспеченности почвы этим элементом питания самую большую прибыль и рентабельность производства хлопка-сырца обеспечивает внесение 75 кг/га д.в. фосфорных удобрений. При этом наиболее эффективным является внесение 60 % всей дозы фосфорных удобрений под зяблевую вспашку и 40 % под предпосевную обработку почвы. Лучшей дозой калийных удобрений является 100 кг/га д.в. с их внесением на фоне оптимальной дозы азотно-фосфорных удобрений – $N_{200}P_{120}$.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения высоких урожаев хлопчатника, обеспечения животноводства летними и зимними кормами, сохранения и повышения плодородия орошаемых сероземно-луговых почв Южного Казахстана рекомендуется:

1. Осваивать десятипольный хлопковый севооборот с трёхлетней люцерной и полем однолетних культур (3:4:1:2) со следующим чередованием:

1. Кукуруза + люцерна под покров на зелёный корм,
- 2-3. Люцерна,
- 4-7. Хлопчатник,
8. Озимый ячмень на зерно + кукуруза на силос (пожнивно),
- 9-10. Хлопчатник.

2. Распашку люцерны и других кормовых культур осуществлять на глубину 30 см, а в последующие годы проводить отвальную обработку почвы с чередованием глубины вспашки на 30 и 40 см.

3. На фоне внесения под хлопчатник фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{160}K_{120}$ вносить 200 кг/га д.в. азотных удобрений. При внесении в почву 20 т/га навоза доза внесения азотных удобрений должна быть снижена до 140 кг/га д.в.

4. При низком (до 30 мг/кг) содержании подвижного фосфора в почве на фоне внесения азотных удобрений в дозе 250 кг/га д.в. следует вносить 125 кг/га д.в. фосфорных удобрений, при повышенной (45-60 мг/кг) обеспеченности почвы этим элементом доза последних не должна превышать 75 кг/га д.в. При этом 60 % дозы фосфорных удобрений следует вносить под зяблевую вспашку, 40 % под предпосевную обработку почвы.

5. При повышенном содержании доступного калия в почве на фоне применения оптимальной дозы азотно-фосфорных удобрений ($N_{200}P_{120}$) вносить 100 кг/га д.в. калия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абалдов, А.Н. Культура неорошаемого хлопчатника в севооборотах степной зоны Юга России / А.Н. Абалдов, А.А. Федотов // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 34–35.
2. Абалдов, А.Н. Опыт и проблемы возрождения Российского хлопководства: монография / А.Н. Абалдов. – Ставрополь: АГРУС, 2010. – 208 с.
3. Аверьянов, С.Х. Борьба с засолением орошаемых земель / С.Х. Аверьянов. – М. : Колос, 1978. – 288 с.
4. Авдеенко, А.П. Роль бобовых культур в биологизации земледелия / А.П. Авдеенко, Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 8. – С. 52–53.
5. Автономов, А.А. Агромелиоративная эффективность двухъярусной распашки люцерны на подверженных засолению землях Голодной степи : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Автономов Анатолий Анатольевич. – Ташкент, 1965. – 24 с.
6. Автономов, А.И. Хлопководство / А.И. Автономов, М.З. Казиев, А.И. Шлейхер [и др.] ; под ред. А.И. Автономова, – М. : Колос, 1983. – 334 с.
7. Автономов, В.А. Режим орошения хлопчатника в севообороте на подверженных засолению землях Голодной степи : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Автономов Вадим Анатольевич. – Ташкент, 1991. – 26 с.
8. Агеев, В.В. Агрохимия (Южно-Российский аспект): Учебник для студентов ВУЗов. / В.В. Агеев, Подколзин А.И. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2005. – 488 с.
9. Адиньяев, Э.Д. Сорняки и меры борьбы с ними: учебник для ВУЗов / Э.Д. Адиньяев, Н.Л. Адаев. – Владикавказ, 2006. – 228 с.
10. Азаров, В.Б. К проблеме биологизации земледелия ЦЧЗ / В.Б. Азаров // Бюллетень ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 5.
11. Айдаров, И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режима орошаемых земель / И.П. Айдаров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 235 с.
12. Айдаров, И.П. Экологические проблемы мелиорации засоленных земель

/ И.П. Айдаров // Почвоведение. – 1995. – №1. – С. 93-99.

13. Айзенштат, Б.А. Климатическое описание Голодной степи / Б.А. Айзенштат, Е.Н. Балашева, О.М. Житомирская. – Л., 1958. – 76 с.

14. Алеев, Б.Г. Противосорняковые мероприятия в интенсивном хлопководстве / Б.Г. Алеев // Труды СоюзНИХИ. – Вып. 64. – Ташкент: Мехнат, 1989. – С. 43-48.

15. Аметов, К. Разработка приемов повышения продуктивности хлопковых севооборотов на подверженных засолению почвах низовья Амударьи: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Аметов Кенесбай. – Ташкент, 1994. – 17 с.

16. Антипов-Каратаев, И.Н. Агротехника создания мощного пахотного слоя в хлопково-люцерновом севообороте в южном Таджикистане / И.Н. Антипов-Каратаев // Материалы объединенной научной сессии по хлопководству. – Т.1. – Ташкент: АН Уз. ССР, 1958. – С. 125-135.

17. Антонова, Т.Н. Биогенность почв Предкавказья / Т.Н. Антонова, М.Т. Куприченков, С.В. Натальченко, А.В. Храпач // Актуальные вопросы экологии и природопользования: Сборник материалов межд. научн.-практ. конф. – Т.2. – Ставрополь: «АГРУС», 2005. – С.191-193.

18. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 492 с.

19. Аристовская, Т.В. Микробиология процессов почвообразования / Т.В. Аристовская. – Л.: Наука, 1980. – 187 с.

20. Артёмов И.В. Рапс – масличная и кормовая культура / И.В. Артёмов, В.В. Карпачев. – Липецк: ОАО Полиграфический комплекс «Ориус», 2005 – 143 с.

21. Артыков, О. Культуры-освоители целинных сероземов Гаяурской долины / О. Артыков // Сельское хозяйство Туркменистана. – 1980. – № 11. – С. 19-20.

22. Асанов, К.А., Уханов Н.Ф., Эффективность калийных удобрений в хлопководстве / К.А. Асанов, Н.Ф. Уханов // Информ. листок Юж. КазЦНТИ. – 1984. – 17 с.

23. Асланов, Г.А. Влияние удобрений на урожайность хлопчатника. / Г.А. Асланов, Г.Х. Новрузова // Аграрная наука. – 2017. – № 3. – С. 2-4.

24. Афанасьев, В.П. Влияние качества оросительных вод на свойства сероземно-луговых почв и урожайность хлопчатника: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.П. Афанасьев. – М., 1978. – 18 с.

25. Аширбеков, М.Ж. Влияние эксплуатационных промывок на солевой режим почв под культуры хлопкового севооборота / М.Ж. Аширбеков // Гидрометеорология и экология. – 2008. – № 2-3 (49-50). – С. 152-155.

26. Аширбеков, М.Ж. Водопользование и качество оросительной воды для культур хлопкового комплекса / М.Ж. Аширбеков // Водное хозяйство Казахстана. – 2008-1. – № 3. – С. 36-38.

27. Аширбеков, М.Ж. Продуктивность кормового клина в хлопковом севообороте в условиях Махтаарала / М.Ж. Аширбеков // Новости науки Казахстана. – 2008-2. – № 4. – С.132-139.

28. Аширбеков, М. Ж. Изучение разной глубины, технологии основной обработки почвы и способов внесения удобрений в хлопково-люцерновом севообороте / М. Ж. Аширбеков // Матер. межд. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Кыргызского аграрного университета им. К.А. Скрябина. – Бишкек: Кыргызский аграрный университет, 2008-3. – С. 125–128.

29. Аширбеков, М.Ж. Влияние хлопковых севооборотов на микробиологические свойства почвы / М.Ж. Аширбеков, И. Умбетаев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2008. – № 11. – С. 21-23.

30. Аширбеков, М.Ж. Исследования грунтовых вод на хлопковых полях Голодной степи. / М.Ж. Аширбеков // Гидрометеорология и экология. – 2009. – № 2 (53). – С. 169-172.

31. Аширбеков, М.Ж. Изменение водно-физических констант почвы под влиянием хлопковых севооборотов. / М.Ж. Аширбеков // Результаты исследований – Изденістер нәтижелері. КазНАУ. – 2009-1. – № 2. – С. 169-171.

32. Аширбеков, М.Ж. Изменение твердости почвы под влиянием хлопковых севооборотов / М.Ж. Аширбеков // Результаты исследований – Изденістер нәтижелері. КазНАУ. – 2009-2. – № 2. – С. 164-166.

33. Аширбеков, М.Ж. Изменение водопроницаемости почвы под влиянием

хлопковых севооборотов / М.Ж. Аширбеков // Результаты исследований – Изденістер нәтижелері. КазНАУ. – 2009-3. – № 2. – С. 166-169.

34. Аширбеков, М.Ж. Токсичные и нетоксичные соли почв на монокультуре хлопчатника и в севообороте / М.Ж. Аширбеков // Гидрометеорология и экология. – 2009-4. – № 1 (52). – С. 85-93.

35. Аширбеков, М.Ж. Влияние орошения на почвообразовательные процессы в зоне хлопкосеяния Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Современное состояние и перспективы развития мелиоративного почвоведения: Матер. межд. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию В.М. Боровского. – Алматы: КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, 2009-5. – С. 113–115.

36. Аширбеков, М.Ж. Влияние хлопковых севооборотов на биохимические свойства почвы / М.Ж. Аширбеков, И. Умбетаев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2009. – № 1. – С. 38-39.

37. Аширбеков, М.Ж. Повышения плодородия почвы и урожая хлопко-сырца в старой зоне орошения Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Аграрная наука. – 2010. – № 10. – С. 20-22.

38. Аширбеков, М.Ж. Влияние хлопковых севооборотов на накопление корневой массы и пожнивных остатков растений в почве / М.Ж. Аширбеков // Современное состояние почвенного покрова, сохранение и воспроизводства плодородия почв: Матер. межд. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова (15-16 сентября 2010 года). – Алматы: КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, 2010-1. – С. 261-265.

39. Аширбеков, М.Ж. Изучение микробиологического фактора повышения плодородия орошаемых сероземных почв в хлопковом севообороте / М.Ж. Аширбеков // Мелиорация и водные ресурсы: Проблемы и пути их решения: Матер. регион. науч.-практ. конф. (25 декабря 2010 г.). – Душанбе: Таджикский НИИГиМ, 2010-2. – С. 85-88.

40. Аширбеков, М.Ж. Фитосанитарная роль севооборотов хлопковых полей / М.Ж. Аширбеков // Защита и карантин растений. – 2011. – № 1. – С. 46-47.

41. Аширбеков, М.Ж. Эффективность севооборотов в борьбе с вилтом

хлопчатника / М.Ж. Аширбеков // Защита и карантин растений. – 2011-1. – № 2. – С. 48-50.

42. Аширбеков, М.Ж. Влияние хлопковых севооборотов на изменение агрофизических свойств и структурное состояние почвы староорошаемых земель в Казахской части Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Известия ТСХА. – 2012. – № 3. – С. 146-150.

43. Аширбеков, М.Ж. Разработка агротехнических приёмов, повышающих эффективность хлопковых севооборотов в зоне староорошаемых серозёмов юга Казахстана / М.Ж. Аширбеков // Аграрная Россия. – 2012-1. – № 5. – С. 6-9.

44. Аширбеков, М.Ж. Влияние хлопковых севооборотов на изменение агрегатного состояния староорошаемых серозёмно-луговых почв Казахской части Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012-2. – Т. 34. – № 1. – С. 48-59.

45. Аширбеков, М.Ж. Изучение режима орошения разных сортов хлопчатника на подверженных засолению староорошаемых серозёмах Казахской части Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012-3. – Т. 34. – № 1. – С. 71-83.

46. Аширбеков, М.Ж. Накопление корневой массы и пожнивных остатков растений в серозёмно-луговой почве хлопкового севооборота староорошаемой зоны Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012-4. – № 8 (94). – С. 32-37.

47. Аширбеков, М.Ж. Изменение некоторых агрофизических свойств почвы на отдельных полях хлопковых севооборотов в староорошаемой зоне Казахской части Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Длительный полевой опыт 1912-2012 гг. Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур: Матер. межд. науч.-практ. конф. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2012-5. – С. 630-634.

48. Аширбеков, М.Ж. Микробиологический фактор повышения плодородия староорошаемых серозёмов при дифференцированной обработке почв в хлопковом севообороте Голодной степи. / М.Ж. Аширбеков, А.С. Мерзликин,

С.К. Темирбекова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 34. – № 1. – С. 60-70.

49. Аширбеков, М.Ж. Севообороты и их эффективность в борьбе с сорной растительностью хлопковых полей в старой зоне орошения юга Казахстана / М.Ж. Аширбеков // Аграрная Россия. – 2013. – № 3. – С. 4-7.

50. Аширбеков, М.Ж. Кормовая продуктивность хлопковых севооборотов на засоленных почвах староорошаемой зоны Южного Казахстана // М.Ж. Аширбеков // Кормопроизводство. – 2013-1. – № 7. – С. 34-35.

51. Аширбеков, М.Ж. Вредные и токсичные соли в хлопковом севообороте староорошаемой зоны Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Молодые учёные в решении актуальных проблем науки: Матер. межд. науч.-практ. конф. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2013-2. – Часть I. – С. 374-378.

52. Аширбеков, М.Ж. Солевой режим и эксплуатационная промывка почвы в хлопковом севообороте староорошаемой зоны Голодной степи / М.Ж. Аширбеков // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. – № 5 (115). – С. 89-96.

53. Аширбеков, М.Ж. Влияние хлопковых севооборотов на микробиологические и биохимические свойства староорошаемых серозёмно-луговых почв Южного Казахстана / М.Ж. Аширбеков // Вестник Алтайского ГАУ. – 2015. – № 7 (129). – С. 64-69.

54. Аширбеков, М.Ж. Повышение плодородия серозёмов Голодной степи Казахстана и продуктивности хлопчатника при длительном применении удобрений / М.Ж. Аширбеков // Российская сельскохозяйственная наука (ранее Доклады РАСХН). – 2015-1. – № 6. – С. 37-39.

55. Аширбеков, М.Ж. Водный режим и внесение разных норм удобрений под хлопчатник в староорошаемой серозёмно-луговой почве Казахской части Голодной степи / М.Ж. Аширбеков, Ж.Я. Баткаев // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Матер. X межд. науч.-практ. конф. – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2015. – С. 18-21.

56. Аширбеков, М.Ж. Применение калийных удобрений на хлопковых полях староорошаемых серозёмах Южного Казахстана / М.Ж. Аширбеков, Ж.Я.

Батькаев // Взгляд молодых учёных на техническую и технологическую модернизацию АПК: Матер. межд. науч.-практ. конф. (18-19 апреля 2015 г.). – Псков: Великолукская ГСХА, 2015-1. – С.8-13.

57. Ashirbekov M. Zh. Raising the fertility of serozemic soils of Poor steppe in Kazakhstan and cotton plant productivity during long application of fertilizers / M. Zh. Ashirbekov // Russian Agricultural Sciences – 2016. – № 1. – P. 46-48.

58. Аширбеков, М.Ж. Применение возрастающих норм азотных удобрений на хлопковых полях севооборота староорошаемых сероземно-луговых почвах Южного Казахстана / М.Ж. Аширбеков, Ж.Я.Батькаев // Известия Горского ГАУ. – 2016. – Т. 53. – № 4. – С. 49-56.

59. Аширбеков, М.Ж. Внесение фосфорных удобрений в разные сроки на хлопковых полях староорошаемых сероземах Южного Казахстана / М.Ж. Аширбеков, Ж.Я. Батькаев // Аграрная наука в инновационном развитии АПК: Матер. межд. науч.-практ. конф. (17-19 марта 2016 г.). – Уфа: Башкирский ГАУ, 2016-1. – С. 37-42.

60. Аширбеков, М.Ж. Действие возрастающих доз фосфора на структуру урожая хлопчатника на сероземно-луговой почве Казахской части Голодной степи / М.Ж. Аширбеков, Ж.Я. Батькаев // Известия Горского ГАУ. – 2017. – Т. 54. – № 2. – С. 19-23.

61. Аширбеков, М.Ж. Агроэкологические аспекты применения органо-минеральных удобрений при возделывании хлопчатника на юге Казахстана / М.Ж. Аширбеков, Ж.Я. Батькаев // Успехи современной науки. – 2017-1. – Т. 1. – № 9. – С. 77-82.

62. Аширбеков, М.Ж. Урожайность и качество хлопчатника в зависимости от размещения в севообороте на орошаемых сероземах Южного Казахстана / М.Ж. Аширбеков, В.К. Дридигер // Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – № 1. – С. 73-77.

63. Аширбеков, М.Ж. Урожайность хлопчатника в зависимости от сроков и норм внесения фосфорных удобрений на орошаемых сероземах Южного Казахстана / М.Ж. Аширбеков, В.К. Дридигер, Ж.Я. Батькаев // Нива Поволжья. –

2018. – № 2 (47). – С. 74-79.

64. Бабилова, Г.Г. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность хлопчатника на светлых сероземах Голодной степи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Бабилова Галина Георгиевна. – Ташкент, 1969. – 17 с.

65. Баздырев, Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г.И. Баздырев. – М.: КолосС, 2004. – 325 с.

66. Баздырев Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г.И. Баздырев, Л.И. Зотов, В.Д. Полин. – М.: МСХА, 2004. – 288 с.

67. Баздырев, Г.И. Земледелие: учебник для ВУЗов / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин – М.: КолосС, 2004. – 552 с.

68. Бараев, А.И. Почвозащитное земледелие / А.И. Бараев. – М.: Колос, 1975. – 304 с.

69. Батъкаев, Ж.Я. Удобрения хлопчатника в условиях Голодной степи / Ж.Я. Батъкаев. – Ташкент: Фан, 1978. – 180 с.

70. Батъкаев, Ж.Я. Экологически безопасная система удобрения хлопчатника на юге Казахстана / Ж.Я. Батъкаев // В сборнике «Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды». – Алматы: Рауан, 1997. – С. 162-163.

71. Батъкаев, Ж.Я. Удобрение хлопчатника на сероземах юга Казахстана и пути их рационального использования: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Батъкаев Жан Якубович. – Алматы, 2000. – 45 с.

72. Батъкаев, Ж.Я. Результаты почвенного обследования в совхозе «Пахтаарал» и колхозе им. Амангельды Сырдарьинской области УзССР / Ж.Я. Батъкаев, Г.Г. Бабилова // Труды СоюзНИХИ. – Вып. XI. – Ташкент, 1966. – С. 59-65.

73. Батъкаев, Ж.Я. Рекомендации по применению минеральных и органических удобрений под хлопчатник в Южно-Казахстанской области / Ж.Я. Батъкаев, А.Б. Мустафаев, И. Умбетаев. – Алматы: Кайнар, 1993. – 198 с.

74. Батъкаев Ж.Я. Влияние минерального питания и водного режима почвы на физиологию хлопчатника на староорошаемых сероземах Голодной степи / Ж.Я. Батъкаев, М.Ж. Аширбеков // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 3. – С. 44-

48.

75. Батъкаев, Ж.Я. Влияние удобрений на плодородие почвы и урожайность хлопчатника в староорошаемой зоне Южного Казахстана / Ж.Я. Батъкаев, М.Ж. Аширбеков, А.С. Мерзликин // *Агрохимический Вестник*. – 2013. – № 2. – С. 40-41.

76. Беглиев, И.О. Влияние качества поливной воды на солевой режим почвы и урожайность хлопчатника в условиях Гедженского оазиса Туркменской ССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И.О. Беглиев. – Ташкент, 1985. – 21 с.

77. Безднина, С.Я. Регламентирование и улучшение качества оросительной воды / С.Я. Безднина // В кн.: «Повышение качества оросительной воды». – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – С. 4-11.

78. Белякова, Л.П. Пути повышения плодородия орошаемых почв Южного Таджикистана в условиях хлопково-люцернового севооборота / Л.П. Белякова. – Сталинабад, 1957. – 319 с.

79. Берзин, А.И. О сроках и способах внесения суперфосфата при квадратно-гнездовом возделывании хлопчатника // *Хлопководство*. – 1956. – № 3. – С. 55-59.

80. Беспалов, Н.Ф. Некоторые физические особенности светлых сероземов Голодной степи / Н.Ф. Беспалов // В кн.: «Вопросы мелиорации Голодной степи». – Ташкент: Узбекистан, 1957. – С. 100-127.

81. Беспалов, Н.Ф. Гидромодульное районирование и режим орошения культур хлопкового севооборота в Голодной степи: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Беспалов Николай Фёдорович. – Ашхабад, 1971. – 44 с.

82. Беспалов, Н.Ф. Использование засоленных почв совхоза «Пахтаарал» / Н.Ф. Беспалов // В кн.: «Изменение плодородия почв при орошении вновь осваиваемых земель». – М.: Колос, 1976. – С. 113-118.

83. Бехбудов, А.К. Мелиорация засоленных земель / А.К. Бехбудов, Х.Ф. Джафаров. – М.: Колос, 1980. – 240 с.

84. Бодров, П.М. Разработка и изучение хлопковых севооборотов / П.М. Бодров // В кн.: «Развитие науки по хлопководству в Узбекистане за 50 лет». –

Ташкент: Фан, 1973. – С. 91-102.

85. Болкунов, А.С. Севообороты, применение сидератов и промежуточных культур / А.С. Болкунов // Труды СоюзНИХИ. – Вып. 65. – Ташкент: Мехнат, 1989. – С. 4-13.

86. Борин А.А. Обработка почвы в севообороте / А.А. Борин, О.А. Коровина, А.Э. Лощанина // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 20-22.

87. Боровский, В.М. Формирование засоленных почв и геохимические провинции Казахстана / В.М. Боровский. – Алма-Ата: Изд-во Наука Каз. ССР, 1982. – 254 с.

88. Ботиров Ш.Ч. Водно-питательный режим среднетонковолокнистых сортов хлопчатника на орошаемых такырных почвах / Ш.Ч. Ботиров // Аграрная наука. – 2005. – № 6. – С. 19-20.

89. Братчева, М.И. Агрохимические свойства почв Средней Азии / М.И. Братчева, П.В. Протасов // В кн.: «Агрохимическая характеристика основных типов почв СССР». – М.: Наука, 1974. – С. 305-321.

90. Булатова, Т. Влияние возделывание хлопчатника в севообороте на некоторые агрохимические свойства серозёмов давнего орошения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Т. Булатова. – Душанбе, 1970. – 19 с.

91. Вадюнина, А.Ф. К вопросу об электромелиорации засоленных почв / А.Ф. Вадюнина // Вестник МГУ: Биологическое почвоведение. – 1966. – № 4. – С. 89-101.

92. Вадюнина А.Ф. Методы исследований физических свойств почв/ А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 3-е изд. перераб. и доп. – 416 с.

93. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия на орошаемых землях / В.Р. Вильямс // Советская агрономия. – 1949. – № 6. – С. 107-215.

94. Вильямс, В.Р. Почвоведения с основами земледелия – Т. 6. / В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 512 с.

95. Виноградова, Е.Б. Влияние промежуточных культур на плодородие почвы и урожайности последующих культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук /

Виноградова Елена Борисовна. – Ташкент, 1993. – 20 с.

96. Войтович, Н.В. Фосфориты России и ближнего Зарубежья / Н.В. Войтович, Б.А. Сушеница, В.Н. Капранов. – М.: ВНИИА, 2005. – 448 с.

97. Воробьев С.А. Севообороты интенсивного земледелия / С.А. Воробьев. – М.: Колос, 1979. – 368 с.

98. Воробьев, С.А. Агрономические основы специализации севооборотов / С.А. Воробьев. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 240 с.

99. Воробьев, С.А. Земледелие / С.А. Воробьев, А.Н. Каштанов, А.М. Лыков, И.П. Макаров. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 527 с.

100. Галстян, А.Ш. Унификация методов исследования активности ферментов почв / А.Ш. Галстян // Почвоведение. – 1978. – № 2. – С. 107-115.

101. Ганиев, К. Сравнительная эффективность аммиачной воды и нитрата аммония на хлопчатнике / К. Ганиев, С.Р. Сангинов // Плодородие. – 2016. – № 6 (93). – С. 33-34.

102. Гасанов, Р. К. Повышение плодородия почвы в хлопковом севообороте / Р. К. Гасанов // Аграрная наука. – 2009. – № 10. – С. 19-20.

103. Гасанов, С.Т. Влияние орошения коллекторно-дренажной водой на солевой режим почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в хлопковом севообороте / С.Т. Гасанов, М.Я. Искендеров // Агрохимия. – 2016. – № 6. – С. 59-66.

104. Гатаулина, Г.Г. Технология производства продукции растениеводства / Г.Г. Гатаулина, В.Е. Долгодворов, М.Г. Обьедков. – М.: КолосС, 2007. – 528 с.

105. Гильдиев, С.А. Поливы хлопчатника по концентрации клеточного сока листьев / С.А. Гильдиев // Хлопководство. – 1970. – № 8. – С. 8-17.

106. Гончаров С.В. Пивоваренный ячмень: монография / С.В. Гончаров, В.А. Федотов, И.В. Матвеев и др. – М., 2014. – 288 с.

107. Григорьев, С.В. Урожайность и качество волокна хлопчатника в России / С.В. Григорьев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 4. – С. 24-26.

108. Груздев, Г.С. Научные основы разработки комплексных мер борьбы с

сорняками в интенсивных технологиях возделывание сельхозкультур / Г.С. Груздев // В кн.: «Борьба с сорняками при возделывании сельхозкультур». – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – С. 3-88.

109. Гусейнов А.М. Влияние минеральных и органоминеральных систем удобрения на фотосинтез, радиационный режим и транспирацию хлопчатника / А.М. Гусейнов // Плодородие. – 2017. – № 3 (96). – С. 10-13.

110. Дедов, А.А. Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота. / А.А. Дедов, А.В. Дедов, М.А. Несмянова // Агрехимия. – 2016. – № 6. – С. 3-8.

111. Дергунов, И.Д. Изменение химических и некоторых физических свойств светлых сероземов Голодной степи под влиянием орошения: автореф. дис. ... канд. с-х наук / И.Д. Дергунов. – Ташкент, 1959. – 24 с.

112. Державин, Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л.М. Державин. – М.: Колос, 1992. – 271 с.

113. Джумаев, Ш.Б. Урожайность и технологические показатели скороспелости средневолокнистых линий хлопчатника / Ш.Б. Джумаев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – № 5. – С. 38-39.

114. Джуманкулов, Х.Д. Оптимизация минерального питания хлопчатника: автореф. дис. ... доктора с-х. наук в форме научного доклада / Х.Д. Джуманкулов. – Омск, 1990. – 32 с.

115. Джуманкулов, Х.Д. Эффективность удобрений под хлопчатник и кормовые культуры в условиях Таджикской ССР в зависимости от фосфатного уровня почвы (обзор) / Х.Д. Джуманкулов, У.Р. Рахмаджанов, Б.А. Сушеница, Р.Э. Эргашев. – Душанбе, 1973. – 50 с.

116. Добровольский, В.В. Основы биолого-геохимии / В.В. Добровольский. – М.: Высшая школа, 1998. – 413 с.

117. Дорман, И.А. Севообороты по зонам хлопкосеяния Средней Азии и Южного Казахстана / И.А. Дорман // Материалы объединённой научной сессии по хлопководству. – Т.1. – Ташкент: Мехнат, 1958. – С. 5-36.

118. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Изд. 5-е

доп. и перераб. – М.: ВО «Агропромиздат», 1985. – 351с.

119. Дридигер В.К. Донник: монография / В.К. Дридигер. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. – 256 с.

120. Дубоносов, В.Н. Изучение приемов, повышающих эффективность хлопковых севооборотов с короткой ротацией / В.Н. Дубоносов, А. Утабаев // В сб. научн. трудов СоюзНИХИ «Севообороты и урожайность хлопчатника». – Вып. 57. – Ташкент: Узбекистан, 1985. – С. 29-33.

121. Духанин, Ю. А. Агрохимия, биология и экология песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почв / Ю. А. Духанин. – М.: ФГНУ «Росинфоагротех», 2003. – 240 с.

122. Дюжев, Г.А. Эффективность минеральных удобрений в хлопково-люцерновом севообороте / Г.А. Дюжев, Б. Аллаев, Л. Баллыбаев, Л.Н. Лихачева // Сельское хозяйство Туркменистана. – 1976. – № 1. – С. 6-12.

123. Ерёмин Д.И. Изменение содержания и качества гумуса при сельскохозяйственном использовании чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Ерёмин // Почвоведение. – 2016. – № 5. – С. 584-592.

124. Ермакова, Л.И. Сравнительная эффективность различных систем удобрения в полевом севообороте / Л.И. Ермакова, М.Н. Новиков // В сб.: «Длительный полевой опыт 1912-2012 гг. Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур». – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – С. 310-314.

125. Жарасов, Ш.У. Экология и контроль карантинных сорняков на посевах сельскохозяйственных культур в Казахстане / Ш.У. Жарасов // В сб.: «Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды». – Алматы: Бастау, 1997. – С. 48-50.

126. Жумабаев, З.М. Разработка приемов повышения продуктивности кормовых полей расчлененных схем севооборота на светлых сероземах Андижанской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Жумабаев Зухриддин Муминович. – Ташкент, 1994. – 16 с.

127. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика: в 3-х т. – Т.2. / А.А. Жученко. – М.: Изд-во «Агрорус»,

2009. – 1105 с.

128. Закон Республики Казахстан «О развитии хлопковой отрасли» от 21.07.2017, № 298-111. – Астана, 2017. – С. 7.

129. Закиров, Т.С. Химическая дефолиация и десикация хлопчатника / Т.С. Закиров. – Ташкент: Узбекистан, 1989. – С. 23.

130. Захаренко, В.А. Теоретические основы управления сорным компонентам агрофитоценоза в системах земледелия / В.А. Захаренко, А.В. Захаренко. – М.: Изд-во ТСХА, 2000. – 468 с.

131. Зеленин, Н.Н. Пути повышения эффективности удобрений в хлопково-люцерновом севообороте / Н.Н. Зеленин, Г.Д. Коростелева // В сб.: «Технология получения высокого урожая культур хлопково-люцернового севооборота». – Ташкент, 1979. – С. 30-33.

132. Зимовец, Б.А. Экология и мелиорация почв сухостепной зоны / Б.А. Зимовец. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 247 с.

133. Иванов, А.Л. Без решения проблемы землепользования невозможна технологическая модернизация земледелия. / А.Л. Иванов // Земледелие. – 2008. – №8. – С.3-5.

134. Израэльсон, О.В. Теория и практика ирригации / О.В. Израэльсон. – М.: Изд-во: Иностранная литература, 1957. – 350 с.

135. Иллялетдинов, А.Н. Микроорганизмдер жер құнарлылығының негізі (Микроорганизмы основа плодородия почв) / А.Н. Иллялетдинов, А.К. Саданов, А.Б. Абжалелов // Жаршы. – 1996. – № 1. – Б. 60-67.

136. Имамалиев, А.И. Результаты исследований по севооборотам для хлопководства в Узбекистане / А.И. Имамалиев // Материалы Республиканского семинара совещания по усилению темпов освоения хлопково-люцерновых и других севооборотов. – Ташкент: Мехнат, 1978. – С. 60-63.

137. Искендеров, М.Я. Использование коллекторно-дренажных вод для орошения хлопчатника в условиях Северной Мугани / М.Я. Искендеров // Мелиорация и водное хозяйство. – 2012. – № 5. – С. 30-31.

138. Исмаилов, У.Е. Научные основы повышение продуктивности

различных схем хлопковых севооборотов, плодородия почвы и дифференциации их по зонам Республики Каракалпакстан: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Исмаилов Узакбай Ембергенович. – Ташкент, 1995. – 39 с.

139. Исмаилов, Ж.И. Изменение форм калия в староорошаемых типичных сероземах и продуктивность хлопчатника. / Ж.И. Исмаилов, Б.А. Тиллабеков // Аграрная наука. – 2016. – № 3. – С. 13-15.

140. Казиев, М.З. Азотные удобрения и корневая масса люцерны / М.З.Казиев, Р.Х. Хайдаров // Хлопководство. – 1964. – № 2. – С. 31-37.

141. Кауричев И.С. Практикум по почвоведению / И.С. Кауричев. – М.: Агропромиздат, 1986. – 4-ое изд. перераб. и доп. – 336 с.

142. Качинский, Н.А. Физика почв. – Ч. II / Н.А. Качинский. – М.: Сельхозгиз, 1970. – 358 с.

143. Каштанов, А.Н. Место и роль севооборотов в адаптивно-ландшафтном земледелии / А.Н. Каштанов // В кн.: «Севооборот в современном земледелии». – М.: Изд-во МСХА, 2004. – С. 24-32.

144. Каштанов, А.Н. Земледелие / А.Н. Каштанов // Избранные труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. – М.: РАСХН, 2008. – 685 с.

145. Кененбаев С.Б. Изменение плодородия светло-каштановых почв Юго-Востока Казахстана в плодосменных севооборотах при различных способах основной обработки. / С.Б. Кененбаев, А.И. Иорганский и др. // Земледелие. – 2017. – № 8. – С. 36-41.

146. Кидин, В.В. Основы питания растений и применения удобрений / В.В. Кидин. – М.: РГАУ-МСХА, 2008. – 415 с.

147. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 366 с.

148. Кирюшин, В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 473 с.

149. Кирюшин, В.И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов / В.И. Кирюшин. – Санкт-Петербург: ООО «Квадро», 2018. – 568 с.

150. Киселева, И.К. Система мелиоративных (опытных) станции СоюзНИ-

ХИ / И.К. Киселева, Э.А. Лифшиц // В кн.: «Проблемы мелиорации земель республик Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата: Кайнар, 1970. – С. 233-243.

151. Кислов, А.В. Сохранение и восстановление почвенного плодородия в биологическом земледелии при экологизации севооборотов на Южном Урале / А.В. Кислов, А.П. Долматов // В сб.: «Длительный полевой опыт 1912-2012 гг. Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур». – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – С. 302-310.

152. Кислов А.В. Регулирование воспроизводства органического вещества и гумуса в почве при организации севооборотов в биологическом земледелии на Южном Урале /

А.В. Кислов и др. // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 3 (21). – С. 68-71.

153. Кислов, А.В. и др. Экологизация севооборотов и биологическая система воспроизводства почвенного плодородия в степной зоне Южного Урала. / А.В. Кислов, А.П. Глинушкин, А.В. Кашеев, Г.В. Сударенков. // Земледелие. – 2018. – № 6. – С. 6-10.

154. Ковда, В.А. Основы теории и практики мелиорации и освоения засоленных почв аридной зоны / В.А. Ковда // В сб.: «Проблемы засоленных почв и водных источников». – М.: Изд-во АН СССР, 1969. – С. 61-86.

155. Ковда, В.А. Опыт оросительной мелиорации / В.А. Ковда // В кн.: «Мелиорация почв в СССР». – М.: Наука, 1971. – С. 94-124.

156. Кондратюк, В.П. Исследования по обработке почвы под хлопчатник / В.П. Кондратюк // В кн.: «Развитие науки по хлопководству в Узбекистане за 50 лет». – Ташкент: Фан, 1973. – С. 122-130.

157. Кононова, М.М. Проблемы почвенного гумуса и современные задачи его изучения / М.М. Кононова. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 391 с.

158. Кореньков, Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений / Д.А. Кореньков. – М.: ГУП «Агроконсалт», 1999. – 296 с.

159. Коржов, С.И. Влияние полевых культур и приемов биологизации на сохранение почвенного плодородия / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, Г.В.

Котов. // Плодородие. – 2017. – № 6. – С. 25-28.

160. Косолапов В.М. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства. / В.М. Косолапов, С.В. Пилипко, С.И. Костенко. // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 4. – С. 27-34.

161. Косолапов В.М. Основные методы и результаты селекции многолетних трав. / В.М. Косолапов, С.В. Пилипко. // Кормопроизводство. – 2018. – № 2. – С. 23-26.

162. Кочарли С.А. Тепловой баланс хлопково-люцернового севооборота. / С. А. Кочарли и др. // Аграрная наука. – 2015. – № 6. – С. 15-17.

163. Кочетов, Л.М. Развитие систем оборотного водоснабжения с оборотным сбросом сточных вод / Л.М. Кочетов, И.П. Андреев, Э.Б. Бутыгина // Водоснабжения и санитарная техника. – 1975. – № 10. – С. 9-17.

164. Кудрин, С.А. Фосфор в сероземах / С.А. Кудрин. – Ташкент: АН Уз. ССР, 1947. – С. 76.

165. Кудрин, С.А. О зафосфаченности почв в хлопкосеющих районах Средней Азии / С.А. Кудрин // Хлопководство. – 1958. – № 5. – С. 28-30.

166. Курбонов, А.Е. Высокоустойчивые сорта хлопчатника вида *G. hirsutum* L. к патогенам. / А.Е. Курбонов, В.А. Автономов, Ш.Ш. Эгамбердиев // Аграрная наука. – 2016. – № 12. – С. 2-4.

167. Курдюков, Ю.Ф. Урожайность озимой и яровой пшеницы в зависимости от вида севооборотов и предшественников в засушливой степи Поволжья / Ю.Ф. Курдюков, Л.П. Лощанина, Ж.П. Попова, Г.В. Шубитидзе, Ф.П. Кузьмичев, М.В. Третьяков // Доклады РАСХН. – 2012. – № 1. – С. 9-12.

168. Легостаев, В.М. Промывные поливы засоленных почв / В.М. Легостаев. – М.: Сельхозгиз, 1953. – 48 с.

169. Либерштейн, И.И. Стратегия чистого поля и окружающая среда / И.И. Либерштейн // Защита растений. – 1991. – № 6. – С. 5-8.

170. Либих, Ю. Химия в применении к земледелию и физиологии / Ю. Либих. – М.- Л.: Сельхозгиз, 1936. – 406 с.

171. Лолиашвили, Р.Т. Количество азота и зольных элементов, поступаю-

щих в почву при разложении растительных остатков полевых культур. / Р.Т. Лолиашвили // *Аграрная наука.* – 2006. – № 6. – С. 16-19.

172. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы / В.Г. Лошаков. – М.: ВНИИА, 2012. – 512 с.

173. Лошаков В.Г. Зелёное удобрение как фактор повышения плодородия почвы, биологизации и экологизации земледелия / В.Г. Лошаков // *Плодородие.* – 2018. – № 26. – С. 26-29.

174. Лыков, А.М. Воспроизводство органического вещества почв при интенсивном земледелии / А.М. Лыков // *Химизация сельского хозяйства.* – 1989. – № 10. – С. 27-31.

175. Мадраимов, У. Пути улучшения качество волокна / У. Мадраимов. – Ташкент: УзНИИХ, 1996. – С. 43.

176. Малинкин, Н.П. Режим фосфатов на сероземах в севообороте / Н.П. Малинкин // *Вестник с.-х. науки.* – 1959. – № 1. – С. 135-138.

177. Мальцаев, И.Г. Севооборот – важный фактор экологизации агроэкосистем, повышения плодородия почв и урожайности / И.Г. Мальцаев, Н.В. Шрамко, Г.В. Вихорева. – Иваново, 2007. – 256 с.

178. Массино, И.В. Интенсификация орошаемого кормопроизводства / И.В. Массино. – Ташкент: Фан, 1984. – С. 7-17.

179. Массино, И.В. Исследования по интенсификации кормопроизводства УзССР / И.В. Массино, Н.Л. Морозов, А.С. Халиков // *Труды СоюзНИИХИ.* – Вып. 47. – Ташкент: Мехнат, 1987. – С. 91-98.

180. Матякубов, Б.Ш. Сравнительное водопотребление и режим орошения хлопчатника и люцерны на сероземно-луговых почвах Келесского массива Южного Казахстана: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Матякубов Бахтияр Шамуратович. – Ташкент, 1995. – 15 с.

181. Мачигин, Б.П. Агрохимические свойства почв и влияние удобрений на развитие хлопчатника / Б.П. Мачигин // *Сб.: научных работ по применению удобрений под хлопчатник.* – Ташкент: Изд-во Узбекистан, 1957. – С. 103-165.

182. Методика агрохимических анализов почв и растений: Изд. 5-ое

дополненное. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1977. – 187 с.

183. Методика агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1977. – 184 с.

184. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Вып. 1. – М.: Колос, 1971. – 130 с.

185. Методика определения продуктивности и эффективности хлопково-люцерновых севооборотов. – Ташкент: Госагропром Узбекской ССР, САО ВАСХНИЛ, 1989. – 24 с.

186. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: Колос, 1980. – 141 с.

187. Методика по изучению севооборотов на орошаемых землях / Под ред. С.А. Воробьева, В.Г. Лошакова (ТСХА), А.С. Болкунова (НПО «Союзхлопок») и др. – М.: Изд-во ТСХА, 1991. – 28 с.

188. Методика полевых и вегетационных опытов с хлопчатником. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1973. – 225 с.

189. Методика полевых опытов с хлопчатником в условиях орошения / Под ред. И.А. Дормана, В.П. Кондратюка, Г.Н. Попова и др. // Изд. 5-е доп. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1981. – 252 с.

190. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1983. – 176 с.

191. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

192. Методы агрофизических исследований почв Средней Азии. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1977. – 126 с.

193. Методы почвенной микробиологии и биохимии. / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 262 с.

194. Минашина, Н.Г. Токсические соли в почвенном растворе, их расчет и

классификация почв по степени засоления / Н.Г. Минашина // Почвоведение. – 1970. – № 8.

195. Минашина, Н.Г. Мелиорация засоленных почв / Н.Г. Минашина. – М.: Колос, 1978. – 270 с.

196. Минашина, Н.Г. Практические мероприятия по борьбе с засолением почв / Н.Г. Минашина // В кн.: Почвы, биогеохимические циклы и биосфера: Развитие идей В.А.Ковды. – М.: Изд-во научных изданий КМК, 2004. – С. 271-286.

197. Мирахмедов, С. Особенности агротехники возделывания хлопчатника сорта Ташкент-6. / С. Мирахмедов, Х. Джаббаров, Т. Ходжаев // Хлопководство. – 1981. – № 6. – С. 21.

198. Мирзажонов, К.М. Генез песков Центральной Ферганы и пути их освоения под сельскохозяйственные культуры / К.М. Мирзажонов, Ш.Э. Ахмедов // Аграрная наука. – 2016. – № 8. – С. 8-9.

199. Мирзажонов, К.М. Дифференцированные нормы азотных и фосфорных удобрений под хлопчатник. / К.М. Мирзажонов, Р.У. Рахмонов // Аграрная наука. – 2016. – № 7. – С. 12-13.

200. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 343 с.

201. Мишустин, Е.Н. Ассоциация почвенных микроорганизмов / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1975. – 354 с.

202. Мороз, И.К. Улучшение засоленных земель (Пути решение проблем) / И.К. Мороз. – Алматы: Кайнар, 1993. – 128 с.

203. Морозов, А.Н. Основные положения по освоению засоленных земель (при орошении) / А.Н. Морозов, Г.Г. Решетов // В кн.: «Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений». – Ташкент: Изд-во Средазгипроводхлопок, 1980. – С. 3-11.

204. Мукадимов, С. Некоторые приемы защиты почв от ирригационной эрозии на посевах хлопчатника в Узбекистане / С. Мукадимов, Х. Махсудов, М. Тешебаев // Тезисы докладов XVIII Всесоюзного съезда почвоведов. –

Новосибирск, 1989. – С. 291.

205. Муравин, Э.А. Агрохимия: учебник / Э. А. Муравин. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : КолосС, 2003. – 384 с.

206. Мустафаев, А.Б. Устойчивость новых отечественных сортов хлопчатника к болезни гоммоза / А.Б. Мустафаев и др. // Вестник с-х науки Казахстана. – 2007. – № 8. – С. 7-8.

207. Мустафакулов Х. Роль сорной растительности при формировании полезной энтомофауны агробиоценозов Ферганской долины. / Х. Мустафакулов, Ш. Юлдашева, М. Юнусов, А. Шерматов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 3 (109). – С.12.

208. Муха, В.Д. Севообороты, их значение для сельскохозяйственного производства / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха // В кн.: Агрочвоведение. – М.: КолосС, 2004. – С. 454-459.

209. Мухамеджанов, М.В. Теория и практика окультуривания орошаемых почв / М.В. Мухамеджанов // Доклады на VII съезде Всесоюзного общества почвоведов. – Ч. 6. – Ташкент: Мехнат, 1985. – С. 43-55.

210. Набиев, М. Не допускать загрязнения окружающей среды минеральными удобрениями./ М. Набиев // Сельское хозяйство Узбекистана. – Ташкент, 1996. – № 3. – С. 49.

211. Назаров, Р. Основной закон земледелия / Р. Назаров, Ш.И. Ибрагимов // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1993. – № 5. – С. 8-9.

212. Назаров, Р.С. Беречь землю / Р.С. Назаров // Хлопководство. – 1995. – № 5-6. – С. 8-10.

213. Назиров, Н.Н. Наука и хлопок / Н.Н. Назиров. – Ташкент: Фан, 1984. – С. 6-15.

214. Наими, О.И. Гумусное состояние и биологическая активность чернозёмов обыкновенных (североприазовских) при длительном сельскохозяйственном использовании. / О.И. Наими. // Известия Оренбургского ГАУ. – 2015. – № 3 (53). – С. 161-164.

215. Найденов, А.С. Энергосберегающая обработка почвы. / А.С. Найденов

// Российская аграрная газета. – 2011. – № 16. – С. 12-13.

216. Нарциссов В.П. Научные основы систем земледелия / В.П. Нарциссов. – М.: Колос, 1976. – 368 с.

217. Наумкин, В.Н. Новые подходы биологизации интенсификационных процессов в земледелии. / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, Н.А. Лопачев, А.М. Хлопяников, Г.В. Хлопяникова // Проблемы с засухой: Сборник научных трудов. – Т. 1. – Ставрополь: АГРУС, 2005. – С. 207-213.

218. Нестерова, Г.С. Перспективы использования опреснённых вод в сельском хозяйстве / Г.С. Нестерова, К.М. Мусаев // Сельское хозяйство за рубежом. – 1974. – № 5. – С. 17-21.

219. Никитин В.В. Влияние севооборотов, способов обработки, удобрений на содержание гумуса в почве. / В.В. Никитин и др. // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 26-28.

220. Никончик, П.И. Агрэкономические основы систем использования земли / П.И. Никончик. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 532 с.

221. Ниязалиев, Б.И. Влияние органо-минеральных компостов на продуктивность хлопчатника. / Б.И. Ниязалиев // Аграрная наука. – 2016. – № 2. – С. 5-6.

222. Нурмухаметов, Н.М. Горох в севообороте и бессменном посеве и микробиологическая активность почвы. / Н.М. Нурмухаметов, С.Н. Надежкин, И.С. Узбеков // Земледелие. – 2008. – № 8. – С. 22-23.

223. Пак, К.М. Сорные растения Южного Казахстана и меры борьбы с ними / К.М. Пак. – Алма-Ата: Кайнар, 1975. – С. 44-50.

224. Панков, М.А. Почвы Голодной степи / М.А. Панков // В кн. Голодная степь. – Вып. 6. – Ташкент: Изд-во Узбекистан, 1957. – 260 с.

225. Пенчуков, В.М. Биологизированные севообороты – эффективный путь сохранения плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. / В.М. Пенчуков, В.М. Передериева, О.И. Власова // Вестник АПК Ставрополья. – 2012. – № 4. – С. 114-117.

226. Передериева, В.М. Экологическая и фитосанитарная роль севооборотов

в современном земледелии / В.М. Передериева, О.И. Власова, А.П. Шутко // Экология и устойчивое развитие сельской местности: Сб. матер. межд. конф. – Ставрополь: Изд-во Параграф, 2012. – С. 96-98.

227. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. – М.: Высшая школа, 1999. – 763 с.

228. Петербургский, А.В. Агрохимия и физиология растений / А.В. Петербургский. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 184 с.

229. Петрова, Л.Н. Ресурсосбережение в земледелии. / Л.Н. Петрова // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 7-9.

230. Пируханов, Т. Фосфорное питание хлопчатника и пути его улучшения в различных почвенных условиях: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Т. Пируханов. – М.: ТСХА, 1977. – 47 с.

231. Протасов, П.В. Сроки внесения минеральных удобрений в свете физиологических требований хлопчатника / П.В. Протасов // Хлопководство. – 1959. – № 2. – С. 57-65.

232. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения / Д.Н. Прянишников // Общие вопросы земледелия и химизации. – Т. 3. – М.: Колос, 1965. – С. 83-192.

233. Прянишников, Д.Н. Севооборот и его значение в деле поднятия наших урожаев / Д.Н. Прянишников // Избр. соч. – Т. 4. – М.: Сельхозгиз, 1963. – С. 195-221.

234. Рабочев, И.С. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия / И.С. Рабочев, Е.И. Королева. – М.: Знания, 1983. – С. 17-32.

235. Рабочев, И.С. Мелиорация и плодородие орошаемых почв Средней Азии / И.С. Рабочев, А.И. Имамалиев // Материалы симпозиума VII съезда Всесоюзного общества почвоведов. – Ч. 6. – Ташкент: Мехнат, 1985. – С. 10-13.

236. Рамазанов, А. Опыт промывки и освоения солончаков / А. Рамазанов, К. Калымбетов // Хлопководство. – 1975. – № 11. – С. 17-19.

237. Рафиков, А.А. Оценка природно-мелиоративных условий земель Южного Приаралья / А.А. Рафиков. – Ташкент: Фан, 1976. – 160 с.

238. Рахматджанов, У.Р. Сроки и способы применения фосфорных удобрений

ний под хлопчатник в условиях Вахшской долины / У.Р. Рахматджанов // Труды Тадж.НИИСХ. – Т. 1. – Агрохимические исследования. – Душанбе, 1962. – С. 131-147.

239. Рахматов, О. Получение двух урожаев однолетних кормовых культур и их влияние на хлопчатник / О. Рахматов, Ж. Шахимарданов // В кн.: «Круглогодичное использование орошаемых земель». – Вып. 46. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1981. – С. 48-55.

240. Реимов, Н.Б. Приемы повышения плодородия почвы и продуктивности хлопковых севооборотов на засоленных почвах Каракалпакстана: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Реимов Ниетбай Байназарович. – Ташкент, 1993. – 20 с.

241. Решеткина, Н.М. Вертикальный дренаж / Н.М. Решеткина, Х.И. Якубов. – М.: Колос, 1978. – 320 с.

242. Розанов, А.Н. Сероземы Средней Азии / А.Н. Розанов. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 460 с.

243. Романов, В.Н. Влияние приемов основной обработки почвы в севообороте на динамику влажности и агрофизические свойства чернозема выщелоченного / В.Н. Романов, В.К. Ивченко, И.О. Ильченко, М.В. Луганцева. // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 5. – С. 32-34.

244. Рубинштейн, М.И. Плодородие почвы Казахстана и приемы его регулирования / М.И. Рубинштейн, А.И. Иорганский // Труды КазНИИЗ им. В.Р.Вильямса. – Алма-Ата: Кайнар, 1984. – С. 11-16.

245. Рыжов, С.Н. Роль хлопково-люцерновых севооборотов в увеличении производства продукции на 100 гектаров пашни / С.Н. Рыжов, И.А. Дорман // Хлопководство. – 1957. – № 7.

246. Рыжов, С.Н. Изменение химических и физических свойств сероземов под влиянием окультуривания / С.Н. Рыжов, К.Б. Саакянц // Труды САГУ. – Вып. 138. – биол. науки. – Кн. 34. – Ташкент: Изд-во Узбекистан, 1958. – С. 27-29.

247. Рыжов, С.Н. Орошаемое земледелие / С.Н. Рыжов, И.Ф. Сукач. – Ташкент: Изд-во Узбекистан, 1965. – С.135-159.

248. Рыжов, С.Н. Принципы режима орошения сельскохозяйственных

культур и гидромодульного районирования орошаемой территорий / С.Н. Рыжов, Н.Ф. Беспалов // Хлопководство. – 1980. – № 10. – С. 22-24.

249. Сабинин, Д.А. Физиологические основы минерального питания растений / Д.А. Сабинин. – М.: АН СССР, 1956. – 172 с.

250. Савич, В.И. Почвенная экология / В.И. Савич, Н.В. Парахин, В.Г. Сычѐв, Л.П. Степанова. – Орѐл: Изд-во ОрѐлГАУ, 2002. – 546 с.

251. Сагатова М.А. Влияние возделывания двух и трех урожаев кормовых культур на биологическую активность почвы под хлопчатником / М.А. Сагатова // Труды СоюзНИХИ. – Вып. 46. – Ташкент: Фан, 1981. – С. 17-21.

252. Саданов, А.К. Экологические основы повышение плодородия почв юга Казахстана / А.К. Саданов, А.Б. Абжалелов. – Алматы: Агроуниверситет, 2002. – 220 с.

253. Садыкова, К.А. Изучение ионного транспорта в корневой системе хлопчатника / К.А. Садыкова, Б.О. Бекназаров, М.Н. Валиханов // Аграрная наука. – 2005. – № 12. – С. 20-22.

254. Сайдумаров, С.С. Влияние способов основной обработки почвы на динамику всходов, количество сорняков и урожайность хлопчатника в хлопково-люцерновом севообороте / С.С. Сайдумаров, Т.Т. Тураев, К.Д. Борскова // В сб.: трудов СоюзНИХИ. «Севообороты и урожайность хлопчатника». – Вып. 57. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1985. – С.3-7.

255. Сайдумаров, С.С. Влияние засоренности полей на урожайность хлопчатника / С.С. Сайдумаров, О. Арипов, Ф.М. Хасанова // Труды СоюзНИХИ. – Вып. 64. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1989. – С. 48-51.

256. Саттаров, Д.С. Сорт, почва, удобрения и урожай / Д.С. Саттаров. – Ташкент: Мехнат, 1988. – С. 10.

257. Саттарова, Р.К. Сравнительная вирулентность изолятов *Xanthomonas malvacearum* на хлопчатнике / Р.К. Саттарова, Р.Н. Маннанов // Защита и карантин растений. – 2006. – № 10. – С. 34-35.

258. Сафаров, Е.Ш. Влияние режима орошения на заболеваемость хлопчатника вилтом в условиях северо-восточной части Голодной степи / Е.Ш. Сафаров,

Г.Г. Юзикаев // В сб.: Агротехнические меры борьбы с вилтом хлопчатника. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1972. – С. 59.

259. Сейидалиев, Н.Я. Влияние норм удобрений и режима орошения на хозяйственно-биологические показатели хлопчатника / Н. Я. Сейидалиев // Аграрная наука. – 2010-1. – № 5. – С. 16-17.

260. Сейидалиев, Н.Я. Влияние норм удобрений, режима орошения и густоты стояния растений на рост и развитие хлопчатника / Н.Я. Сейидалиев // Аграрная наука. – 2010-2. – № 7. – С. 14-17.

261. Семёнов, В.М. Экспериментальное определение активного органического вещества в некоторых почвах природных и сельскохозяйственных экосистем / В.М. Семёнов, И.К. Кравченко, Л.А. Иванникова // Почвоведение. – 2006. – № 3. – С. 282-292.

262. Семёнов В.М. Почвенное органическое вещество / В.М. Семёнов, Б.М. Когут. – М.: ГЕОС, 2015. – 2013 с.

263. Сиухина, М.С. Приёмы воспроизводства плодородия чернозёма обыкновенного в краткосрочном севообороте / М.С. Сиухина, С.Н. Вязунов // В сб.: «Длительный полевой опыт 1912-2012 гг. Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур». – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – С. 166-171.

264. Скрябин, Ф.А. Об основном и послепосевном внесении суперфосфата под хлопчатник / Ф.А. Скрябин // Хлопководство. – 1959. – № 10. – С. 39-46.

265. Сорокин, М.А. Приемы повышения урожайности хлопкового клина севооборотов / М.А. Сорокин, Н. Сафиулин // Труды СоюзНИХИ. – Вып. 46. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1981. – С. 73-76.

266. Сорокин, М.А. Рекомендации по круглогодичному использованию орошаемых земель в Узбекистане / М.А. Сорокин, З.С. Турсунходжаев, Х.С. Романов, А.С. Болкунов. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1980. – С. 2-8.

267. Станков, Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков. – М: Колос, 1964. – 257 с.

268. Степанов, И.Н. О генезисе почв Средней Азии с гидротермическими

условиями / И.Н. Степанов // Почвоведение. – 1968. – № 4. – С. 99.

269. Строганов, Б.П. Современное состояние проблемы солеустойчивости растений / Б.П. Строганов, В.В. Кабаев, Н.И. Шевякова // В кн.: «Использование минерализованных вод для орошения». М: Колос, 1973. – С.46-66.

270. Сушеница, Б.А. Приёмы эффективного использования удобрений в хлопково-люцерновом севообороте / Б.А. Сушеница – Душанбе: Таджик ИНТИ, 1983. – С. 38.

271. Сушеница, Б.А. Формирование оптимальной насыщенности карбонатных почв фосфатами в целях улучшения питания хлопчатника и люцерны: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Сушеница Борис Алексеевич. – Минск, 1985. – 46 с.

272. Сушеница, Б.А. Фосфатный уровень почв и его регулирование / Б.А. Сушеница. – М.: КолосС, 2007. – 376 с.

273. Сычёв, В.Г. Роль Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н.Прянишникова (ВНИИА) в решении комплексных проблем химизации сельского хозяйства / В.Г. Сычёв, В.Г. Минеев // Плодородие. – 2011. – № 3. – С. 2-4.

274. Таджиев, М. Влияние короткоротационного севооборота на урожайность хлопчатника. / М. Таджиев, К.М. Таджиев, Б.А. Халманов // Аграрная наука. – 2016. – № 1. – С. 8-10.

275. Тейт, Р.Ш. Органическое вещество почвы: Биологические и экологические аспекты (перевод с англ.) / Р.Ш. Тейт. – М.: Мир, 1991. – 400 с.

276. Телляев, Р.Ш. Агротехника и вилт хлопчатника / Р.Ш. Телляев // Труды СоюзНИХИ. – Вып. 64. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1989. – С. 3-8.

277. Телляев, Р.Ш. О возможности возделывания тонковолокнистых сортов хлопчатника на зараженных вертициллезным вилтом полях / Р.Ш. Телляев, Т.П. Вайс // Труды СоюзНИХИ В сб.: Севообороты и урожайность хлопчатника. – Вып. 64. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1989. – С. 8-13.

278. Тимирязев, К.А. Земледелие и физиология растений / К.А. Тимирязев. – М.: Сельхозгиз, 1941. – 104 с.

279. Токарева, Н.Д. Выход хлопкового волокна при различных агроприемах возделывания хлопчатника / Н.Д. Токарева, Г.С. Шахмедова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 6. – С. 50-51.

280. Токарева, Н.Д. Основные агротехнические приемы возделывания хлопчатника в Астраханской области / Н.Д. Токарева // Земледелие. – 2011. – № 7. – С. 33-35.

281. Токарева, Н.Д. Определение оптимальных норм внесения минеральных удобрений под хлопчатник / Н.Д. Токарева, Ю.И. Дедова, И.Ш. Шахмедов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 5. – С. 49-51.

282. Токарева, Н.Д. Хлопчатник на астраханской земле / Н.Д. Токарева // Земледелие. – 2006. – № 5. – С.25-26.

283. Токарева, Н.Д. Сравнительная оценка использования люцерны и минеральных удобрений на посевах хлопчатника в условиях юга Астраханской области / Н.Д. Токарева // Аграрная Россия. – 2010. – № 5. – С. 18-19.

284. Токарева, Н.Д. Эффективность удобрений при выращивании хлопчатника в Астраханской области / Н.Д. Токарева // Земледелие. - 2013. – № 7. – С. 22-24.

285. Толстой, М.П. Современные требования к оросительным водам / М.П. Толстой // Почвоведение. – 1978. – № 12. – С. 97-108.

286. Торопкина, А.Л. Микробиологический режим сероземов и их плодородие. Влияние агротехнических приемов возделывания хлопчатника на микробиологический режим почвы / А.Л. Торопкина // В кн.: Жизнедеятельность микрофлоры в сероземах в зависимости от агротехники возделывания хлопчатника. – Ташкент: Изд-во Фан, 1971. – С. 28-30, 91-100.

287. Трепачев, Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии / Е.П. Трепачев. – М.: Колос, 1999. – 532 с.

288. Тулайков, Н.М. Критика травопольной системы земледелия / Н.М. Тулайков // Избр. соч. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 312 с.

289. Турсунходжаев, З.С. Научные основы севооборотов на землях Голод-

ной степи / З.С. Турсунходжаев. – Ташкент: Узбекистан, 1972. – 256 с.

290. Турсунходжаев, З.С. Об эффективности промежуточной культуры, получение двух урожаев кормов и их влияние на урожайность хлопчатника на староорошаемых землях Голодной степи / З.С. Турсунходжаев, О. Бекмурзаев // Труды СоюзНИХИ. – Вып. 46. – Ташкент: СоюзНИХИ, 1981. – С.55-60.

291. Турсунходжаев, З.С. Научные основы хлопковых севооборотов / З.С. Турсунходжаев, А.С. Болкунов. – Ташкент: Изд-во Мехнат, 1987. – 153 с.

292. Турусов, В.И. Биологические приемы повышения плодородия почвы и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур / В.И. Турусов, А.М. Новичихин, О.А. Богатых, Е.Г. Бочарникова // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 10. – С. 27-31.

293. Тэер, А.Д. Основы рационального сельского хозяйства / А.Д. Тэер // В кн.: История агрокультуры. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – С. 43-58.

294. Умаров, Д.Д. Влияние удобрений севооборота на агрохимические свойства и агрегатный состав тёмных серозёмов Чимкентской области / Умаров Д.Д. // Материалы конференции молодых учёных Узбекистана по сельскому хозяйству. – Ташкент: Фан, 1980. – С. 98-100.

295. Умбетаев, И. Орошение хлопчатника минерализованными водами на староорошаемой зоне Голодной степи: дис. ... канд. с.-х. наук / Умбетаев Ибадулла. – Ташкент, 1992. – 222 с.

296. Умбетаев, И. Система возделывания хлопчатника на юге Республики Казахстан / И. Умбетаев, Ж.Я. Батькаев. – Алматы: Изд-во «Құс жолы», 2000. – 204 с.

297. Умбетаев, И. Районированные новые и перспективные сорта хлопчатника / И. Умбетаев, Х. Салиметов // Материалы международной научно-практической конференции «Научные основы развития сельского хозяйства на юге Казахстана». – Алматы: Бастау, 2001. – С. 254.

298. Умбетаев, И. Научные основы технологии возделывания новых сортов хлопчатника на мелиорируемых почвах юга Казахстана: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Умбетаев Ибадулла. – Алматы, 2004. – 48 с.

299. Уразматов, Н. Научные основы расширенного воспроизводства плодородия лугово-сазовых почв, создание и поддержание экологических норм землепользования в условиях интенсивных севооборотов: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Уразматов Назир. – Ташкент, 1992. – 40 с.

300. Федоров, Б.В. Промывка засоленных земель / Б.В. Федоров // Хлопководство. – 1964. – № 6. – С. 17-18.

301. Федотов В.А. Рапс России / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, В.П. Савенков. – М.: Агролига России, 2008. – 336 с.

302. Фролова, Л.Д. Роль многолетних трав и их смесей в воспроизводстве плодородия дерново-подзолистых почв и повышении продуктивности культур полевых севооборотов / Л.Д. Фролова, М.Н. Новиков // В сб.: «Длительный полевой опыт 1912-2012 гг. Теоретические и технологические основы воспроизводства плодородия почв и урожайность сельскохозяйственных культур». – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – С. 322.

303. Фурсов, В.Н. Хлопковые севообороты для полей Туркмении / В.Н. Фурсов // В сб.: «Почвы Мургаба и вопросы агротехники хлопчатника». – Ташкент: Ташкент: Изд-во АН Уз. ССР, 1957. – С. 145.

304. Халиков, Б.М. Научно-практические основы сохранения и повышения плодородия почвы в краткоротационных севооборотах хлопчатника и культур хлопкового комплекса в орошаемых зонах Узбекистана: Автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Халиков Баходыр Мейликович. Ташкент, 2007. – 44 с.

305. Ханкишев, В.С. Эффективность полного освоения хлопково-люцерновых севооборотов / В.С. Ханкишев, Т.Н. Намазов, М.М. Черкасский. – Ташкент: Фан, 1980. – С. 12-22.

306. Хрюкин, Н.Н. Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном. / Н.Н. Хрюкин, А.В. Дедов, М.А. Несмянова // Агротехнический Вестник. – 2018. – № 1. – С. 2-4.

307. Хусаинов, А.Х. Интенсификация орошаемого полевого кормопроизводства в условиях Таджикистана / А.Х. Хусаинов. – Душанбе: Изд-во «Хумо», 2002. – 315 с.

308. Хусанбаева, О.И. Изучение биологической активности почвы и состава гумуса полей хлопкового севооборота совхоза «Пахтаарал» / О.И. Хусанбаева // Труды СоюзНИХИ «Севообороты, агротехника и сопутствующие культуры». – Вып. XXXVI. – Ташкент: Фан, 1977. – С. 32-34.

309. Чебочаков, Е.Я., Шпедт, А.А. Эффективность приемов биологизации земледелия в разных агроэкологических районах Средней Сибири. / Е.Я. Чебочаков, А.А. Шпедт. // Земледелие. – 2018. – № 6. – С. 3-5.

310. Ченикалова, Е.В. Устойчивость новых сортов хлопчатника к вредителям / Е.В. Ченикалова, Р.С. Еременко // Защита и карантин растений. – 2006. – № 9. – С. 34.

311. Черников, В.А. Агроэкология / В.А. Черников и др.. – М.: КолосС, 2000. – 536 с.

312. Чулкина, В.А. Агротехнический метод защиты растений: Учебное пособие / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкин, Г.Я. Стецов // Под ред. А.Н.Каштанова. – М.: ИВЦ «Маркетинг», Новосибирск: ООО Изд-во «ЮКОА», 2000. – С.31-41.

313. Чумаченко, И.Н. Пути повышения эффективности фосфорных удобрений в орошаемых районах Средней Азии / И.Н. Чумаченко // Хлопководство. – 1959. – № 5.

314. Чумаченко, И.Н. Запасы фосфора в почве и условия эффективного использования фосфорных удобрений под хлопчатник в орошаемых районах Средней Азии: автореферат дис. ... доктора с.-х. наук / Чумаченко Иван Николаевич. – М.: ВИУА, 1964. – 35 с.

315. Шамсутдинов, З.Ш. Биологическая мелиорация деградированных сельскохозяйственных земель / З.Ш. Шамсутдинов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 1996. – 172 с.

316. Шамсутдинов, З.Ш. Достижения, приоритетные направления и задачи селекции и семеноводства кормовых культур. / З.Ш. Шамсутдинов, Ю.М. Писаковецкий, М.Ю. Новосёлов, Ю.С. Тюрин и др. // Кормопроизводство – 2016. – С. 27-

34.

317. Ширинян, М. Агроэкологические аспекты управления плодородием почв в ландшафтном земледелии Северного Кавказа / М. Ширинян, В. Кильдюшкин // Агро XXI. – 2008. № 7. – С.6-7.

318. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.

319. Шмаков П.Ф. Масличные культуры: биологические особенности, технология производства, сорта, состав, питательность и использование при кормлении крупного рогатого скота / П.Ф. Шмаков, И.А. Лошкомойников, А.Н. Пузиков и др. – Омск: Изд-во ООО «Омскбланкиздат, 2013. – 300 с.

320. Шпаков, А.С. Адаптивное кормопроизводства: Проблемы и решения (к 80-летию ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса). / А.С. Шпаков и др. // под ред. А. С. Шпакова и др., – М. : ФГНУ Росинформагротех, 2002. – 524 с.

321. Шпаков, А.С. Основные направления развития и научное обеспечение полевого кормопроизводства в современных условиях / А.С. Шпаков // Кормопроизводство. – 2007. – №5. – С.8-11.

322. Шпедт А.А. Влияние гумусовых веществ черноземов Красноярского края на продуктивность зерновых культур / А.А. Шпедт // Агрoхимия. – 2016. – № 2. – С. 3-9.

323. Шрамко, Н.В., Вихорева, Г.В. Роль биологизированных севооборотов в изменении содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхнего Поволжья. / Н.В. Шрамко, Г.В. Вихорева. // Земледелие. – 2016. – № 1. – С. 14-16.

324. Шуравилин, А.В. Орошение хлопчатника на сероземах Голодной степи / А.В. Шуравилин // Труды РУДН, – Т. 9. – Вып. 13. – М.: РУДН, 1979. – С. 100-105.

325. Шуравилин, А.В. Регулирование водно-солевого режима почв Голодной степи / А.В. Шуравилин. – М.: РУДН, 1989. – 218 с.

326. Щебарскова, З. С. Люцерна как предшественник хлопчатника / З. С. Щебарскова // Земледелие. – 2006. – № 2. – С.33.

327. Юдахин, Н.Г. Севооборотный фактор повышения урожайности хлоп-

чатника / Н.Г. Юдахин // Сельское хозяйство Киргизии. – 1975. – № 10. – С. 20.

328. Юлдашев, С.Х. Агротехнические основы защиты хлопчатника от вилта / С.Х. Юлдашев // Вестник с.-х. науки. – 1975. – № 1. – С. 11-15.

329. Юнусов, М.Р, Курбанов М. Значение кормовых культур в снижении заболеваемости вилтом / М.Р Юнусов, М. Курбанов // Труды СоюзНИХИ. «Вилт хлопчатника и меры борьбы с ним». – Ташкент: Фан, 1970. – С. 103-106.

330. Юсупов, Ф. Приемы повышения плодородия луговых почв с близким залеганием пресных грунтовых вод / Ф. Юсупов // Труды СоюзНИХИ «Севообороты и агротехника хлопчатника и сопутствующих культур». Ташкент: Фан, 1975. – С. 61-68.

331. Ягодин, Б.А. Агрохимия: Учебник для ВУЗов. / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – 651с.

332. Яминов, Т.И. Изучение особенности сортов / Т.И. Яминов, К. Иванов // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1988. – №7. – С. 7-12.

333. Acosta-Martínez, V. Lasting effects of soil health improvements with management changes in cotton-based cropping systems in a sandy soil / V. Acosta-Martínez, J. Cotton // *Biology and Fertility of Soils*. – 2017. – Vol. 53. – Is. 5. – P. 533-546.

334. Anderson, T.H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils / T. H. Anderson, K. H. Domsch // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1989. – V. 21. I. 4. – P. 474-479.

335. Ashirbekov M. Zh. Raising the fertility of serozemic soils of Poor steppe in Kazakhstan and cotton plant productivity during long application of fertilizers / M. Zh. Ashirbekov // *Russian Agricultural Sciences* – 2016. – № 1. – P. 46-48.

336. Bakht, J. Influence of crop residue management, system and N fertilizer on soil N and C dynamics and sustainable wheat (*Triticum aestivum* L.) production / J. Bakht, M. Shafi, M. T. Jan, Z. Shah // *Soil and Tillage Research*. – 2009. – V. 104. I. 2. – P. 233-240.

337. Bremer, E. Sensitivity of total, light fraction and mineralizable organic matter to management practices in a Lethbridge soil / E. Bremer, H. H. Janzen, A. M. John-

ston // Canadian Journal of Soil Science. – 1994. – 74:(2). – P. 131-138.

338. Choudhary O. P. Long-Term Impact of Cyclic Use of Sodic and Canal Waters for Irrigation on Soil Properties and Crop Yields in Cotton-Wheat Rotation in a Semiarid Climate / O. P. Choudhary // Agricultural Research. – 2017. – Vol. 6. – Is. 3. – P. 267-272.

339. Silva, A. A. R. Potassium fertilization in the cultivation of colored cotton irrigated with saline water / A. A. R. da Silva, G. S. de Lima, C. A. V. de Azevedo et al. // Revista brasileira de engenharia agricola e ambiental. – 2017. – Vol. 21. Is. 9. – Pp. 628-633.

340. Devkota, M. Managing soil salinity with permanent bed planting in irrigated production systems in Central Asia / M. Devkota, C. Martius, R. K. Gupta et al. // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2015. – Vol. 202. – P. 90-97.

341. Ellmer, F. Prinzipien der Fruchtfolge-proektierung / F. Ellmer, P. Müller // Jag. - Ber. (Akad. Landwirtsch. – Wiss., DDR). – Berlin, 1988. – Jg. 621. – S. 319.

342. Feike, T. Determinants of cotton farmers' irrigation water management in arid Northwestern China / T. Feike, L. Y. Khor, Yu. Mamitimin et al. // Agricultural water management. – 2017. – Vol. 187. – P. 1-10.

343. Fu, Y. Study on the economic threshold and control for broadleaf weeds in wheat field / Y. Fu, F. Hu, Y. Piao, H. Zhang // Acta phitophil. Sinica. – 1998. – Vol. 25. – № 8. – S. 170-175.

344. Hamuda, G. The decomposition numification and fate of nitrogen during the compositing oh some Plant resides / G. Hamuda, W. A. Adams // Compost: Prod.Gual. and ase.: Proc. Symp. London; N.V.Udine, 1986 (1987). – S. 245-253.

345. Henriksen, T. M. Evaluation of criteria for describing crop residue degradability in a model of carbon and nitrogen turnover in soil / T. M. Henriksen, T. A. Breland // Soil Biology and Biochem.– 1999. – V. 31. – P. 1135-1149.

346. Hulugalle, N. R. Soil properties under cotton-corn rotations in australian cotton farms / N. R. Hulugalle, , B. McCorkell, V. F. Heimoana, L. A. Finlay // Journal of Cotton Science. – 2016. – Vol. 20. – Is. 4. – P. 294-298.

347. Hoffman, A. Jare Nmin Mefhde in Mefhde in Sudasthicer sochen: Ertoge,

Erfahrungser Grenson Kall Brife / A. Hoffman, J. Richter // Buntehof Hannovere, 1988. – V. 19. – № 4. – P. 277-296.

348. Iqbal, M. An overview of cotton leaf curl virus disease, Persistent challenge for cotton production / M. Iqbal, M. Naeem, U. Aziz, J. Afzal, M. Alam Khan // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2014. – Vol. 20. – Is. 2. – Pp. 405-415.

349. Jong, R. A. Winter – applied minor effects on annual runoff, erosion and nutrient movement / R. A. Jong, R. F. Hoft // J. Soil and water conserve. – V. 32. – 1977. – № 5. – P. 219-222.

350. Kang, Y. H. Effects of different water levels on cotton growth and water use through drip irrigation in an arid region with saline ground water of Northwest China / Y. H. Kang, R. S. Wang, S. Q. Wan // Agricultural water management. – 2012. – Vol. 109. – P. 117-126.

351. Kawakami, E. M. Physiological and yield responses of field-grown cotton to application of urea with the urease inhibitor NBPT and the nitrification inhibitor DCD / E. M. Kawakami, D. M. Oosterhuis, J. L. Snider et al. // European journal of agronomy. – 2012. – Vol. 43. – Pp. 147-154.

352. Kazemeini, S. A. Effect of nitrogen and wheat residue on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and weed control / S. A. Kazemeini, R. Moradi Talebbeigi, M. Valizade // Archives of Agronomy and Soil Science. – 2016. – Vol. 62. – Is. 3. – P. 395-412.

353. Kirchmann, H. Carbon and nitrogen mineralization of white clover plants (*Trifolium repens*) of different age during aerobic incubation with soil / H. Kirchmann, R. Bergqvist // Z. Pflanzenernahr. Bodenk. – 1989. – Bd. 152. – № 4. – S. 281-286.

354. Lang, J. J. Control of cotton Verticillium wilt and fungal diversity of rhizosphere soils by bio-organic fertilizer / J. J. Lang, J. Hu, W. Ran // Biology and fertility of soils. – 2012. – Vol. 48. – Is. 2. – P. 191-203.

355. Leon, R. G. Weed seed banks are more dynamic in a sod-based, than in a conventional, peanut-cotton rotation / R. G. Leon, D. L. Wright, J. J. Marois // Weed Science. – 2015. – Vol. 63. – Is. 4. – P. 877-887.

356. Lupwayi, N. Soil microbial biomass and carbon dioxide flux under wheat as

influenced by tillage and crop rotation / N. Lupwayi, W. Rice, G. Clayton // *Canadian Journal of Soil Science*. – 1999. – 79:(2). – P. 273-280.

357. Lofton, J. Utilization of poultry litter, tillage, and cover crops for cotton production on highly degraded soils in northeast Louisiana / J. Lofton, B. Haggard, D. Fromme, B. Tubana // *Journal of Cotton Science*. – 2014. – Vol. 18. – Is. 3. – P. 376-384.

358. Locke, M. A. Conservation management improves runoff water quality: Implications for environmental sustainability in a glyphosate-resistant cotton production system / M. A. Locke, L. J. Krutz, Steinriede R.W., S. Testa // *Soil Science Society of America Journal*. – 2015. – Vol. 79. – Is. 2. – P. 660-671.

359. López Martínez, J. D. Cotton production with high sowing densities using organic fertilization / J. D. López Martínez, E. Salazar Sosa, H. I. Trejio Escareno et al. // *Phyton*. – 2014. – Vol. 83. – P.237-242.

360. Manko, Y. P. An integrated system of weed control based on weed situation scouting / Y. P. Manko, I.V. Wessolovski, V. P. Gudz // *Proc. Of the 2 nd Intern. weed control Congr. – Flakkebjerg (Slagelse), 1996. – Vol. 3. – P. 1059-1066.*

361. Moreno, F. A.o. *Landbauforch* / F. Moreno // *Vekenhoge*. – 1974. – № 2. – P. 23.

362. Naqvi R. Z., Transcriptomics reveals multiple resistance mechanisms against cotton leaf curl disease in a naturally immune cotton species, *Gossypium arboreum* / R. Z. Naqvi, S. S. E. A. Zaidi, K. P. Akhtar, et al. // *Scientific reports*. – 2017. – Vol. 7. – Art. Number 15880.

363. Oosterhuis, D. M. Potassium and stress alleviation: Physiological functions and management of cotton / D. M. Oosterhuis, D. A. Loka, T. B Raper, // *Journal of plant nutrition and soil science*. – 2013. – Vol. 176. – Is. 3. – P. 331-343.

364. Panayotova, G. Nutrient Accumulation and Use in Cotton as Influence bu Fertilization / G. Panayotova // *The Inter-Regional Cooperative Research Network on Cotton, Thessaloniki-Sindos, Greece, 30.09-02.10. – 2004. – P. 122-129.*

365. Panayotova, G. Physico-chemical properties of leached vertisols in the region of Chirpan after long-term fertilization / G. Panayotova // *17th Int. Symposium “Ecology &*

Safety” June 9-13, Sunny Beach resort, Sc. Publications, CD. – 2008. – V. 2. – Part 1. – P. 561-570.

366. Panayotova, G. Agronomic and ecological assessment of leached vertisols fertility at conditions of a 43-years fertilizing trial / G. Panayotova // 18th Int. Symposium “Ecology & Safety” June 8-12, Sunny Beach resort, Bulgaria, J. of Intern. Sc. Publications Ecology & Safety. – 2009. – Vol. 3. – Part 1. – 397-410, published at: <http://www.science-journals.eu>.

367. Panayotova, G. Effect of Soil Fertility and Direct Nitrogen Fertilization on the Durum Wheat Varieties in the Conditions of Central Southern Bulgaria / G. Panayotova // 18th International Symposium Materials, Methods & Technologies (MMT), June 11-15, 2010. – Sunny Beach. Bulgaria. – V. 4. – Part 1. – P. 281-293.

368. Panayotova, G. & Deshev, D. Nitrogen Accumulation and Use in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) as Influence by Fertilization /G. Panayotova & D. Deshev // Proc. of III International Eco-conference on Safe Food, Novi Sad, Serbia and Montenegro, 22-25 September. 2004. – P. 263-267.

369. Pettigrew, W. T. Growth and agronomic performance of cotton when grown in rotation with soybean / W. T. Pettigrew, H. A. Bruns, K. N. Reddy // Journal of Cotton Science. – 2016. – Vol. 20. – Is. 4. – P. 299-308.

370. Powlson, D. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation / D. Powlson, P. Prookes, B. Christensen // Soil Biology and Biochemistry. – 1987. – V. 19. – I. 2. – P. 159-164.

371. Rochester, I. J. Sequestering carbon in minimum-tilled clay soils used for irrigated cotton and grain production // Soil & tillage research. – 2011. Vol. 12. – Is. 1. – P. 1-7.

372. Togbé, C. E. Field evaluation of the efficacy of neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss) and *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. in cotton production / C. E. Togbé, R. Haagsma, E. Zannou, et al. //Journal of Applied Entomology. – 2105. – Vol. 139. – Is. 3. – P. 217-228.

373. Shen, Y. J. Estimation of regional irrigation water requirement and water supply risk in the arid region of Northwestern China 1989-2010 / Y. J. Shen, Li, Shuo,

Y. Chen et al. // *Agricultural water management*. – 2013. – Vol. 128. – P. 55-64.

374. Scheer C., P. R. Grace, D. W. Rowlings Soil N₂O and CO₂ emissions from cotton in Australia under varying irrigation management / C. Scheer, P. R. Grace, D. W. // *Nutrient cycling in agroecosystems*. 2013. Vol. 95. Is. 1. P. 43-56.

375. Scheer, C. Rowlings D.W., Grace P.R. Non-linear response of soil N₂O emissions to nitrogen fertiliser in a cotton-fallow rotation in sub-tropical Australia / C. Scheer, D.W. Rowlings, P.R. Grace // *Soil Research*. – 2016. – Vol. 54. – Is. 5. – P. 494-499.

376. Sosnoskie, L. M., Culpepper A. S. Glyphosate-Resistant Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) Increases Herbicide Use, Tillage, and Hand-Weeding in Georgia Cotton // *Weed science*. – 2014. – Vol. 62. – Is. 2. – P. 393-402.

377. Trinsoutrot, I. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions / I. Trinsoutrot, S. Recous, B. Bentz, M. Lineres, D. Chenedy, B. Nicolardot // *Soil Science Soc. Amer. J.* – 2000. – V. 64. – P. 918-926.

378. Yang, G.Z., Tang, H.Y., Nie Y.C. Responses of cotton growth, yield, and biomass to nitrogen split application ratio / G. Z. Yang, H. Y. Tang, Y. C. Nie // *European journal of agronomy*. 2011. Vol. 35. Is. 3. P. 164-170.

379. Wallinga, J. van. Level of threshold weed density does not affect the long-term frequency of weed control / J. Wallinga, M. Oijien // *Crop Protect.* – 1997. – Vol. 16. – № 3. – P. 273-278.

380. Weaver, S. E. Economic thresholds for wild radish, wild oat, hemp-nettle and corn spurry in spring barley / S. E. Weaver, J. A. Ivany // *Canad. J. Plant Sc.* – 1998. – Vol. 78. – № 2. – P. 357-361.

381. Wheeler, T. A. Effect of cropping systems on densities of *verticillium dahliae* / T. A. Wheeler, J. P. Bordovsky, J. Wayne Keeling, J. E. Woodward // *Journal of Cotton Science*. – 2104. – Vol. 18. – Is. 2. – P. 355-361.

382. Zhang, D. M. Lint yield and nitrogen use efficiency of field-grown cotton vary with soil salinity and nitrogen application rate / D. M. Zhang, W. J. Li, C. S. Xin et al. // *Field crops research*. – 2012. – Vol. 138. – P. 63-70.

383. Zhang H. Root Development of Transplanted Cotton and Simulation of Soil Water Movement under Different Irrigation Methods / H. Zhang, H. Liu, C Sun et al. // Water. – 2017. – Vol. 9. – Is. 7. – Art. Number 503.

384. Zimdahl, R. L. Weed impact on wheat, maize, and other temperate crops / R. L. Zimdahl // Proc. 1st Intern. Weed Control Congr. – Melbourne, 1992. – Vol. 1. – P. 118-122.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Метеорологические условия в годы проведения исследований (данные метеостанции «Махтаарал»)

Показатель	Год	Месяц												Среднее за год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средне- суточная температура воздуха, °С	1992	2,0	5,1	6,6	15,6	17,8	25,0	27,1	23,5	18,0	12,0	8,1	4,3	13,8
	1993	-0,2	3,4	7,1	14,9	18,8	25,6	27,6	23,9	18,9	11,3	3,2	-0,8	12,8
	1994	0,4	-1,7	8,9	12,9	21,9	27,4	27,0	25,3	18,7	15,3	11,6	4,3	14,8
	1995	3,6	3,9	7,7	13,7	15,5	26,8	27,8	25,5	20,5	15,3	10,7	2,4	14,4
	1996	-1,2	-1,4	6,9	15,6	19,8	27,7	27,9	26,2	20,9	12,6	3,2	0,5	13,2
	1997	0,7	1,2	8,6	13,5	21,4	26,6	28,6	16,9	20,5	13,6	5,5	1,5	14,1
	1998	1,3	1,5	8,5	15,5	20,5	27,7	28,2	25,7	19,4	14,6	9,9	4,6	14,8
	1999	3,7	5,5	9,3	15,9	21,2	25,8	28,9	26,2	20,7	14,5	7,5	4,8	15,2
	2000	3,9	6,2	9,4	15,2	21,3	28,2	28,5	27,8	20,8	10,5	6,8	3,2	15,2
	2001	2,2	3,7	8,8	16,8	17,2	27,3	28,3	28,4	20,5	12,6	3,9	4,2	14,5
	2002	1,7	2,1	6,4	15,7	18,8	26,4	28,9	24,5	20,9	14,2	4,6	-3,5	13,3
	2003	3,9	4,3	7,7	13,4	18,8	25,3	27,9	25,2	20,6	16,7	7,7	0,9	14,4
	2004	3,9	7,1	9,6	14,7	15,5	27,2	27,4	25,7	20,7	12,7	10,7	2,9	14,8
	2005	0,5	2,0	7,8	17,3	19,4	27,3	27,9	24,0	19,4	12,2	9,9	4,6	14,4
	2006	-3,3	-1,6	9,1	12,8	19,2	25,3	27,1	24,4	18,2	13,9	5,3	4,9	12,9
	2007	-1,6	3,7	8,7	14,7	21,4	28,6	26,8	25,5	19,9	12,4	7,5	2,0	14,1
	2008	-2,9	2,7	7,1	16,3	19,8	25,0	27,4	24,1	19,6	13,3	5,8	2,7	13,4
среднемноголетняя		-2,9	1,4	7,1	14,8	20,9	25,6	27,0	24,1	18,8	11,8	4,1	0,8	13,5

Продолжение приложения 1

Показатель	Год	Месяц												Среднее за год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Относительная влажность воздуха, %	1992	83	80	74	72	68	53	48	61	62	67	69	83	68,3
	1993	82	84	76	69	69	59	52	61	63	66	86	88	71,3
	1994	83	84	78	63	57	54	52	55	57	61	77	83	67,0
	1995	88	78	75	69	52	42	55	62	57	66	66	83	66,1
	1996	79	78	73	68	51	46	55	60	55	68	72	82	65,7
	1997	78	78	83	75	55	48	62	64	64	72	76	85	70,0
	1998	89	87	78	76	57	54	64	63	62	70	78	80	71,5
	1999	88	81	68	55	57	42	52	58	60	72	78	83	66,2
	2000	80	85	68	76	66	46	55	57	58	72	80	85	69,8
	2001	87	85	82	74	68	52	57	58	58	68	70	80	70,0
	2002	88	83	80	70	67	54	50	62	64	71	79	83	70,9
	2003	91	80	76	72	69	55	56	64	62	66	81	87	71,6
	2004	90	84	77	71	64	52	51	57	60	70	79	85	70,0
	2005	89	82	74	63	58	55	62	62	62	61	67	78	67,8
	2006	84	81	68	55	57	41	51	59	60	57	77	89	64,9
2007	91	85	69	76	63	46	53	54	57	70	82	77	68,6	
2008	89	78	80	70	63	53	55	55	58	61	87	90	69,9	
среднеголетняя		81	78	71	63	51	44	46	50	52	62	71	82	62,6

Продолжение приложения 1

Показатель	Год	Месяц												Среднее за год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Количество атмосферных осадков, мм	1992	32,9	40,5	29,9	34,8	36,0	3,4	0,0	1,1	2,4	25,6	4,5	59,0	270,1
	1993	13,8	110,3	70,2	76,8	38,0	40,0	0,1	0,3	0,6	20,8	83,7	80,0	534,6
	1994	43,5	48,6	26,1	35,9	16,2	19,1	0,0	0,0	20,7	5,2	83,8	51,3	350,4
	1995	32,5	31,5	29,5	27,3	17,8	8,5	1,2	0,1	3,5	15,7	20,8	32,5	222,0
	1996	39,6	35,2	31,8	17,7	15,5	3,2	1,0	0,7	2,4	21,2	39,6	51,5	260,4
	1997	57,7	39,5	42,6	35,2	24,4	7,2	0,3	0,1	2,2	20,0	55,5	62,5	347,3
	1998	43,6	32,4	35,7	28,5	22,6	5,0	3,6	2,0	1,2	6,2	12,3	21,7	215,8
	1999	21,2	19,9	25,5	17,9	24,3	5,7	3,7	1,7	0,6	7,8	121,6	78,5	328,4
	2000	51,5	45,8	36,3	24,4	17,8	3,5	0,1	0,0	0,0	55,5	21,7	52,5	309,1
	2001	62,4	42,6	37,5	32,6	21,6	3,2	0,7	0,0	0,0	23,3	26,2	51,6	301,7
	2002	57,8	55,5	35,2	37,6	36,6	3,5	0,0	0,0	1,0	24,2	27,6	128,6	407,6
	2003	14,3	32,4	105,1	60,1	36,6	26,5	0,3	0,3	0,2	2,5	64,5	65,1	407,3
	2004	70,5	21,7	77,9	34,3	31,2	0,3	3,4	3,3	0,3	13,2	36,3	64,5	356,6
	2005	37,9	19,4	35,4	33,9	21,3	0	0	0	10,0	8,6	10,5	43,4	220,4
	2006	38,6	25,9	25,2	15,2	30,5	0	0	0	1,9	11,0	42,7	71,8	262,8
	2007	21,1	45,7	23,3	51,2	13,1	3,5	5,7	0	0,0	54,4	0,0	57,2	280,2
2008	69,0	23,4	52,4	31,8	42,5	6,3	3,4	0	0,0	2,0	26,7	128,2	385,7	
средненоголетия		32,0	32,0	48,0	39,0	21,0	6,0	2,0	2,0	3,0	15,0	28,0	34,0	262,0

Продолжение приложения 1

Показатель	Год	Месяц												Среднее за год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Испаряемость (по формуле Н.Н. Иванова с поправкой Л.А.Молчанова), мм	1992	21,9	16,5	27,2	69,8	138,0	194,6	202,7	183,1	98,0	83,5	39,9	23,2	1098,4
	1993	7,6	17,3	35,2	83,8	142,0	202,8	222,8	167,6	117,9	80,9	20,2	7,0	1105,1
	1994	7,5	8,4	24,1	75,7	146,2	198,8	200,8	131,5	112,2	72,7	37,3	20,5	1035,7
	1995	20,0	20,2	28,5	62,2	117,9	178,5	196,7	137,2	120,3	69,2	35,3	22,8	988,8
	1996	19,4	15,1	30,0	77,7	125,5	178,2	184,6	185,5	124,2	81,4	25,5	22,2	1069,3
	1997	22,2	12,5	37,6	83,3	134,6	182,4	183,5	187,6	132,3	85,2	22,6	24,2	1105,8
	1998	17,2	14,4	31,6	68,0	126,8	195,5	175,8	181,0	118,4	92,5	46,7	24,2	1092,1
	1999	19,2	17,2	34,2	57,5	170,3	200,7	207,8	197,2	122,6	106,8	42,6	13,4	1189,5
	2000	17,0	15,6	32,3	64,6	178,8	210,5	209,9	197,8	124,5	58,5	28,2	22,9	1160,6
	2001	20,0	12,6	28,5	82,8	112,2	222,2	212,7	173,7	124,2	84,2	32,7	20,9	1126,7
	2002	20,2	22,2	34,5	83,8	124,6	217,2	200,2	172,7	131,0	102,7	37,8	9,6	1156,9
	2003	8,7	14,2	55,7	76,7	121,6	202,7	200,5	138,8	137,5	93,7	24,9	12,4	1087,4
	2004	8,2	12,3	51,5	85,8	131,2	200,5	196,6	187,7	127,7	112,7	32,2	12,7	1159,1
	2005	19,9	10,0	30,5	80,9	142,3	192,3	181,6	155,5	134,6	87,7	38,6	22,2	1096,1
	2006	12,6	12,6	22,2	65,6	130,8	196,6	183,6	148,8	136,2	86,6	32,5	13,5	1041,6
	2007	16,1	14,4	21,3	71,7	121,5	205,5	187,7	172,7	122,2	68,4	28,7	17,5	1047,7
2008	20,0	13,2	30,5	81,8	112,7	183,7	200,4	178,7	137,5	76,3	17,2	8,8	1060,9	
среднемноголетняя		13,7	19,7	39,3	82,3	146,7	200,8	205,4	174,3	102,6	76,1	33,9	16,7	1111,5

Продолжение приложения 1

Показатель	Год	Месяц												Среднее за год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Дефицит (-), избыток (+) влаги	1992	+11,0	+24,0	+2,7	-35,0	-102,0	-191,2	-202,7	-182,0	-95,6	-57,9	-35,4	+35,8	-828,3
	1993	+6,2	+93,0	+35,0	-7,0	-104,0	-162,8	-222,7	-167,3	-117,3	-60,1	+63,5	+73,0	-570,5
	1994	+36,5	+40,2	+2,0	-39,8	-130,0	-179,7	-200,8	-131,5	-91,5	-67,5	+46,5	+30,8	-685,3
	1995	+12,5	+11,3	+1,0	-34,9	-100,1	-170,0	-195,5	-137,1	-116,8	-53,5	-14,5	+9,7	-766,8
	1996	+20,2	+20,1	+1,8	-60,0	-110,0	-175,0	-183,6	-184,8	-121,8	-60,2	+14,1	+29,3	-808,9
	1997	+35,5	+27,0	+5,0	-48,1	-110,2	-175,2	-183,2	-187,5	-130,1	-63,2	+33,1	+38,3	-758,5
	1998	+26,4	+18,0	+4,1	-39,5	-104,2	-190,5	-172,2	-179,0	-117,2	-86,3	-34,4	-2,5	-876,3
	1999	+2,0	+2,7	-8,7	-39,6	-146,0	-195,0	-204,1	-195,5	-122,0	-99,0	+79,0	+65,1	-861,1
	2000	+34,5	+30,2	+4,0	-40,2	-161,0	-207,0	-209,8	-197,8	-124,5	-3,0	-6,5	+29,6	-851,5
	2001	+42,4	+30,0	+9,0	-50,2	-90,6	-219,0	-212,0	-173,7	-124,2	-60,9	-6,5	+30,7	-825,0
	2002	+37,6	+33,3	+0,7	-46,2	-88,0	-213,7	-200,0	-172,7	-130,0	-78,5	-10,2	+119,0	-749,3
	2003	+5,6	+18,2	+49,4	-16,6	-85,0	-176,2	-200,2	-138,5	-137,3	-91,2	+39,6	+52,7	-680,1
	2004	+62,3	+9,4	+26,4	-51,5	-100,0	-200,2	-193,2	-184,4	-127,4	-99,5	+4,1	+51,8	-802,5
	2005	+18,0	+9,4	+4,9	-47,0	-121,0	-192,3	-181,6	-155,5	-124,6	-79,1	-28,1	+21,2	-875,7
	2006	+26,0	+13,3	+3,0	-50,4	-100,3	-196,6	-183,6	-148,8	-134,3	-75,6	+10,2	+58,3	-778,8
	2007	+5,0	+31,3	+2,0	-20,5	-108,4	-202,0	-182,0	-172,7	-122,2	-14,0	-28,7	+59,7	-767,5
2008	+49,0	+10,2	+21,9	-50,0	-70,2	-177,4	-197,0	-178,7	-137,5	-74,3	+9,5	+119,4	-675,2	
среднеголетняя		+18,3	+12,3	+8,7	-43,3	-125,7	-194,8	-203,4	-172,3	-99,6	-61,1	-5,9	+17,3	-849,5

Влияние хлопковых севооборотов и удобрений на химический состав водной вытяжки солей в метровом слое почвы
(данные М.Ж. Аширбекова, 2014)

Вариант		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Плотный остаток
чередование культур в севообороте	удобрение под хлопчатник								
Перед закладкой опыта (весна 1994 г.)									
Бессменный хлопчатник	без удобрений	$\frac{0,022}{0,36}$	$\frac{0,008}{0,23}$	$\frac{0,207}{4,31}$	$\frac{0,047}{2,39}$	$\frac{0,019}{1,60}$	$\frac{0,018}{0,78}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,338
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	$\frac{0,024}{0,39}$	$\frac{0,007}{0,20}$	$\frac{0,217}{4,52}$	$\frac{0,048}{2,44}$	$\frac{0,019}{1,60}$	$\frac{0,023}{1,00}$	$\frac{0,007}{0,18}$	0,356
3:7	без удобрений	$\frac{0,024}{0,39}$	$\frac{0,008}{0,23}$	$\frac{0,219}{4,56}$	$\frac{0,047}{2,39}$	$\frac{0,020}{1,68}$	$\frac{0,019}{0,83}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,349
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	$\frac{0,019}{0,30}$	$\frac{0,004}{0,10}$	$\frac{0,190}{3,95}$	$\frac{0,042}{2,14}$	$\frac{0,017}{1,43}$	$\frac{0,018}{0,78}$	$\frac{0,007}{0,18}$	0,290
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	$\frac{0,021}{0,34}$	$\frac{0,005}{0,14}$	$\frac{0,199}{4,14}$	$\frac{0,044}{2,24}$	$\frac{0,017}{1,43}$	$\frac{0,018}{0,78}$	$\frac{0,005}{0,13}$	0,318
3:4:1:2		$\frac{0,017}{0,26}$	$\frac{0,003}{0,09}$	$\frac{0,186}{3,87}$	$\frac{0,030}{2,04}$	$\frac{0,015}{1,28}$	$\frac{0,017}{0,73}$	$\frac{0,005}{0,13}$	0,276
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	$\frac{0,021}{0,34}$	$\frac{0,005}{0,15}$	$\frac{0,192}{4,00}$	$\frac{0,044}{2,24}$	$\frac{0,017}{1,43}$	$\frac{0,018}{0,78}$	$\frac{0,006}{0,15}$	0,310

Примечание: в числителе – %; в знаменателе – мг-экв./100 г

Вариант		HCO_3^-	СГ	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	K^+	Плотный остаток
чередование культур в севообороте	удобрение под хлопчатник								
Перед закладкой опыта (осень 1994 г.)									
Бессменный хлопчатник	без удобрений	$\frac{0,031}{0,51}$	$\frac{0,036}{1,02}$	$\frac{0,248}{5,16}$	$\frac{0,057}{2,90}$	$\frac{0,025}{2,10}$	$\frac{0,034}{1,48}$	$\frac{0,010}{0,26}$	0,456
	$\text{N}_{250}\text{P}_{175}\text{K}_{90}$	$\frac{0,033}{0,54}$	$\frac{0,031}{0,90}$	$\frac{0,228}{4,75}$	$\frac{0,051}{2,60}$	$\frac{0,020}{1,68}$	$\frac{0,035}{1,52}$	$\frac{0,009}{0,23}$	0,418
3:7	без удобрений	$\frac{0,030}{0,50}$	$\frac{0,024}{0,69}$	$\frac{0,222}{4,62}$	$\frac{0,050}{2,54}$	$\frac{0,019}{1,60}$	$\frac{0,033}{1,43}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,390
	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$ + 40 т/га навоза	$\frac{0,032}{0,53}$	$\frac{0,026}{0,75}$	$\frac{0,230}{4,83}$	$\frac{0,051}{2,70}$	$\frac{0,022}{1,85}$	$\frac{0,030}{1,35}$	$\frac{0,010}{0,26}$	0,402
2:4:1:3	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$ + 40 т/га навоза	$\frac{0,034}{0,56}$	$\frac{0,022}{0,63}$	$\frac{0,217}{4,52}$	$\frac{0,050}{2,54}$	$\frac{0,021}{1,76}$	$\frac{0,027}{1,17}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,381
3:4:1:2		$\frac{0,035}{0,58}$	$\frac{0,024}{0,69}$	$\frac{0,224}{4,68}$	$\frac{0,050}{2,54}$	$\frac{0,019}{1,60}$	$\frac{0,033}{1,43}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,398
3:3	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$	$\frac{0,036}{0,60}$	$\frac{0,017}{0,50}$	$\frac{0,238}{4,96}$	$\frac{0,056}{2,85}$	$\frac{0,024}{2,02}$	$\frac{0,035}{1,52}$	$\frac{0,010}{0,25}$	0,428

Примечание: в числителе – %; в знаменателе – мг-экв./100г

Вариант		HCO_3^-	Cl	SO_4^{2-}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	K^+	Плотный остаток
чередование культур в севообороте	удобрение под хлопчатник								
В конце ротации севооборотов (весна 2004 г.)									
Бессменный хлопчатник	без удобрений	$\frac{0,024}{0,39}$	$\frac{0,015}{0,44}$	$\frac{0,226}{4,70}$	$\frac{0,049}{2,49}$	$\frac{0,021}{1,76}$	$\frac{0,025}{1,09}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,372
	$\text{N}_{250}\text{P}_{175}\text{K}_{90}$	$\frac{0,024}{0,39}$	$\frac{0,017}{0,49}$	$\frac{0,228}{4,74}$	$\frac{0,049}{2,49}$	$\frac{0,021}{1,76}$	$\frac{0,027}{1,17}$	$\frac{0,009}{0,23}$	0,375
3:7	без удобрений	$\frac{0,024}{0,39}$	$\frac{0,015}{0,44}$	$\frac{0,222}{4,62}$	$\frac{0,048}{2,44}$	$\frac{0,020}{1,68}$	$\frac{0,025}{1,09}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,362
	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$ + 40 т/га навоза	$\frac{0,021}{0,34}$	$\frac{0,012}{0,35}$	$\frac{0,192}{4,00}$	$\frac{0,046}{2,34}$	$\frac{0,019}{1,60}$	$\frac{0,020}{0,87}$	$\frac{0,007}{0,18}$	0,317
2:4:1:3	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$ + 40 т/га навоза	$\frac{0,021}{0,34}$	$\frac{0,010}{0,29}$	$\frac{0,206}{4,28}$	$\frac{0,045}{2,29}$	$\frac{0,018}{1,51}$	$\frac{0,019}{0,83}$	$\frac{0,007}{0,18}$	0,326
3:4:1:2		$\frac{0,019}{0,30}$	$\frac{0,007}{0,20}$	$\frac{0,190}{3,95}$	$\frac{0,043}{2,19}$	$\frac{0,017}{1,43}$	$\frac{0,018}{0,78}$	$\frac{0,006}{0,15}$	0,300
3:3	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$	$\frac{0,020}{0,32}$	$\frac{0,007}{0,20}$	$\frac{0,194}{4,05}$	$\frac{0,045}{2,29}$	$\frac{0,017}{1,43}$	$\frac{0,018}{0,78}$	$\frac{0,006}{0,15}$	0,307

Примечание: в числителе – %; в знаменателе – мг-экв./100г

Вариант		HCO_3^-	Cl	SO_4^{2-}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	K^+	Плотный остаток
чередование культур в севообороте	удобрение под хлопчатник								
В конце ротации севооборотов (осень 2004 г.)									
Бессменный хлопчатник	без удобрений	$\frac{0,041}{0,67}$	$\frac{0,037}{1,06}$	$\frac{0,263}{5,47}$	$\frac{0,058}{2,95}$	$\frac{0,025}{2,10}$	$\frac{0,038}{1,65}$	$\frac{0,014}{0,36}$	0,476
	$\text{N}_{250}\text{P}_{175}\text{K}_{90}$	$\frac{0,040}{0,66}$	$\frac{0,039}{1,13}$	$\frac{0,265}{5,54}$	$\frac{0,059}{3,0}$	$\frac{0,026}{2,18}$	$\frac{0,039}{1,70}$	$\frac{0,014}{0,36}$	0,482
3:7	без удобрений	$\frac{0,039}{0,64}$	$\frac{0,035}{1,02}$	$\frac{0,218}{4,54}$	$\frac{0,056}{2,85}$	$\frac{0,024}{2,02}$	$\frac{0,036}{1,57}$	$\frac{0,012}{0,31}$	0,420
	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$ + 40 т/га навоза	$\frac{0,032}{0,53}$	$\frac{0,032}{0,93}$	$\frac{0,216}{4,50}$	$\frac{0,050}{2,54}$	$\frac{0,019}{1,60}$	$\frac{0,033}{1,43}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,390
2:4:1:3	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$ + 40 т/га навоза	$\frac{0,031}{0,51}$	$\frac{0,019}{0,55}$	$\frac{0,221}{4,60}$	$\frac{0,053}{2,70}$	$\frac{0,022}{1,85}$	$\frac{0,031}{1,35}$	$\frac{0,008}{0,20}$	0,385
3:4:1:2		$\frac{0,024}{0,39}$	$\frac{0,015}{0,45}$	$\frac{0,217}{4,52}$	$\frac{0,049}{2,49}$	$\frac{0,020}{1,68}$	$\frac{0,023}{1,00}$	$\frac{0,007}{0,18}$	0,355
3:3	$\text{N}_{200}\text{P}_{150}\text{K}_{90}$	$\frac{0,022}{0,36}$	$\frac{0,012}{0,35}$	$\frac{0,202}{4,20}$	$\frac{0,046}{2,54}$	$\frac{0,018}{1,51}$	$\frac{0,019}{0,83}$	$\frac{0,007}{0,18}$	0,326

Примечание: в числителе – %; в знаменателе – мг-экв./100г

Влияние севооборотов и удобрений на содержания солей по слоям почвы за вегетацию хлопчатника, в % от массы
(среднее за 1995-2004 гг.)

Слой поч- вы, см	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
			3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
	без удобрений	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	без удобрений	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀
Плотный остаток солей (весна)							
0-40	0,326	0,322	0,320	0,290	0,285	0,280	0,285
0-100	0,360	0,358	0,355	0,313	0,315	0,300	0,305
100-200	0,472	0,465	0,457	0,410	0,409	0,390	0,400
200-300	0,400	0,396	0,372	0,350	0,353	0,336	0,345
0-300	0,411	0,406	0,395	0,358	0,359	0,342	0,350
Плотный остаток солей (осень)							
0-40	0,423	0,425	0,360	0,342	0,328	0,307	0,305
0-100	0,458	0,461	0,394	0,371	0,357	0,337	0,333
100-200	0,510	0,512	0,460	0,435	0,428	0,413	0,420
200-300	0,415	0,420	0,378	0,356	0,362	0,346	0,350
0-300	0,461	0,464	0,410	0,387	0,382	0,365	0,368

Слой поч- вы, см	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
			3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
	без удобрений	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	без удобрений	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀
Хлор-ион (весна)							
0-40	0,010	0,011	0,010	0,008	0,006	0,005	0,006
0-100	0,012	0,012	0,012	0,009	0,007	0,006	0,007
100-200	0,024	0,025	0,022	0,021	0,020	0,018	0,019
200-300	0,022	0,024	0,020	0,018	0,017	0,015	0,017
0-300	0,019	0,020	0,018	0,016	0,015	0,013	0,014
Хлор-ион (осень)							
0-40	0,028	0,028	0,022	0,019	0,012	0,012	0,009
0-100	0,036	0,035	0,030	0,028	0,021	0,020	0,014
100-200	0,042	0,039	0,034	0,032	0,025	0,024	0,020
200-300	0,028	0,030	0,028	0,026	0,020	0,018	0,017
0-300	0,035	0,035	0,031	0,029	0,022	0,021	0,017

Влияние севооборотов и удобрений на содержание токсичных и нетоксичных солей в метровом слое почвы, % на сухую почву (данные М.Ж. Аширбекова, 2013-2)

Вариант		Время определения	Токсичные соли					Нетоксичные соли
			MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl	KCl	сумма	
Чередование культур	удобрение под хлопчатник							
1994 год								
Бессменный хлопчатник	—	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
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	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	—	весна	0,096	0,051	0,007	0,012	0,166	0,179
		осень	0,101	0,059	0,028	0,015	0,203	0,183
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	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	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	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		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	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	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

Продолжение приложения 4

Вариант		Время определения	Токсичные соли					Нетоксичные соли
			MgSO ₄	Na ₂ SO ₄	NaCl	KCl	сумма	
Чередование культур	удобрение под хлопчатник							
2004 год								
Бессменный хлопчатник	—	весна	0,096	0,056	0,010	0,015	0,177	0,195
		осень	0,126	0,087	0,035	0,024	0,272	0,204
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	весна	0,096	0,062	0,008	0,015	0,181	0,194
		осень	0,121	0,090	0,036	0,027	0,274	0,208
3:7	—	весна	0,096	0,062	0,009	0,015	0,184	0,198
		осень	0,101	0,066	0,031	0,019	0,217	0,203
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	0,091	0,047	0,008	0,010	0,156	0,161
		осень	0,106	0,049	0,028	0,019	0,202	0,188
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	весна	0,091	0,047	0,007	0,008	0,153	0,173
осень		0,106	0,048	0,026	0,017	0,197	0,188	
3:4:1:2		весна	0,076	0,046	0,003	0,007	0,132	0,168
		осень	0,091	0,051	0,024	0,015	0,181	0,174
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	весна	0,086	0,048	0,005	0,008	0,147	0,160
		осень	0,091	0,049	0,014	0,010	0,164	0,162

Приложение 5

Уровень залегания грунтовых вод (УГВ) в Махтааральском районе, см от поверхности почвы

(среднее за 2000-2006 гг.)

Наименование массива	Месяц												Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Махтаарал	243	169	118	104	144	176	167	168	182	216	245	261	183
Киров	339	270	124	142	178	208	241	176	256	337	379	354	254
Жетысай	306	255	197	215	242	309	337	309	302	331	323	313	287
Среднее по району	296	238	188	187	215	228	220	250	258	291	325	303	250

Распределение орошаемых площадей по залеганию УГВ по району в 2004 году

(данные М.Ж. Аширбекова, 2009)

Наименование массива	Период наблюдений	Орошаемая площадь, га	Залегание УГВ в пределах:									
			0-1 м		1-2 м		2-3 м		3-5 м		более 5 м	
			га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Махтаарал	до вегетации	47982	10133	21	37444	78	378	1	27	–	–	–
	середина вегет.		54	–	28155	59	19468	40	305	1	–	–
	после вегетации		141	–	25471	53	21195	44	1175	3	–	–
Киров	до вегетации	43346	564	1	22985	53	9896	23	8727	20	1174	3
	середина вегет.		56	–	5471	13	26785	62	10158	23	876	2
	после вегетации		145	–	4453	20	21545	50	15971	37	1232	3
Жетысай	до вегетации	45514	3942	9	28599	63	5136	11	7710	17	127	–
	середина вегет.		–	–	5374	12	18773	41	21060	46	307	1
	после вегетации		–	–	1000	2	24260	54	20078	44	176	–
По району	до вегетации	136842	14639	11	89028	65	15410	11	16464	12	1301	1
	середина вегет.		110	–	39000	28	65026	48	31523	23	1183	1
	после вегетации		286	–	30924	23	67000	49	37224	27	1408	1

Степень минерализации грунтовых вод (ГВ) по Махтааральскому району, га
(данные М.Ж. Аширбекова, 2009)

Массив	Площадь орошения, га	Уровень минерализации, г/л					Степень минерализации			
		0-1	1-3	3-5	5-10	более 10	не засо- лённая	слабо засолённая	средне засолённая	сильно засолённая
2004 год										
Махтаарал	47982	105	15698	10447	13423	8309	11630	32307	3611	434
Киров	43346	403	5797	5032	18255	13859	18937	11131	11691	1587
Жетысай	45514	128	12232	12466	13558	7130	15098	10300	18086	2030
По району	136842	636	33727	27945	45236	29298	45665	53738	33388	4051
2005 год										
Махтаарал	47982	–	21502	10762	12828	2890	11630	32307	3611	434
Киров	44271	57	14819	12805	14190	2400	18937	11631	12116	1587
Жетысай	46514	13	13268	18928	12523	1782	15098	11000	18386	2030
По району	138767	70	49589	42495	39541	7072	45665	54938	34113	4051

Приложение 8

Динамика содержания гумуса в почве при бесменном возделывании хлопчатника и в севообороте, %

(ротация севооборотов, 1995-2004 гг.)

Вариант	Слой поч- вы, см	Год										+/- за 10 лет	
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		
Бесменный хлопчатник	0-30	0,67	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	-0,03
	30-50	0,58	0,58	0,57	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,54	-0,04
Бесменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0-30	0,69	0,68	0,68	0,68	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,65	-0,03
	30-50	0,60	0,59	0,59	0,58	0,59	0,58	0,58	0,58	0,57	0,57	0,57	-0,03
3:7	0-30	0,81	0,88	1,02	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,80	0,80	-0,01
	30-50	0,71	0,75	0,79	0,77	0,75	0,75	0,74	0,73	0,71	0,70	0,70	-0,02
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	0,85	0,92	1,03	1,00	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,86	0,86	+0,01
	30-50	0,76	0,79	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,80	0,78	0,78	0,78	+0,02
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	0,86	0,97	1,02	1,00	0,98	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,94	+0,08
	30-50	0,75	0,80	0,83	0,82	0,82	0,84	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78	+0,02
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	0,92	1,04	1,13	1,12	1,08	1,06	1,12	1,10	1,08	1,06	1,06	+0,13
	30-50	0,80	0,86	1,00	0,94	0,92	0,90	0,93	0,92	0,89	0,88	0,88	+0,08
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0-30	1,01	1,00	0,99	0,96	1,00	1,02	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99	-0,02
	30-50	0,86	0,83	0,80	0,79	0,82	0,86	0,84	0,83	0,82	0,82	0,92	+0,06

Приложение 9

Динамика запасов гумуса в почве при бессменном возделывании хлопчатника и в севообороте

(ротация севооборотов, 1995-2004 гг.)

Вариант	Слой почвы, см	Г о д										+/- за 10 лет
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бессменный хлопчатник	0-30	26,1	25,6	25,6	25,4	25,2	25,0	25,0	25,0	24,9	24,8	-1,3
	30-50	15,7	15,6	15,4	15,1	14,9	14,9	14,9	14,8	14,7	14,7	-0,9
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0-30	26,8	26,7	26,6	26,4	25,9	25,9	25,7	25,7	25,6	25,6	-1,3
	30-50	16,2	15,9	15,8	15,7	15,6	15,6	15,5	15,5	15,4	15,4	-0,8
3:7	0-30	31,5	34,3	39,9	37,8	36,5	35,4	34,2	33,2	32,2	31,2	-0,3
	30-50	19,2	20,2	21,3	20,8	20,3	20,1	19,9	19,6	19,3	18,8	-0,4
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	33,2	36,0	40,2	39,0	38,2	37,2	36,3	35,4	34,6	33,6	+0,5
	30-50	20,4	21,3	22,3	22,1	22,0	22,0	21,8	21,5	21,2	21,0	+0,6
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	33,4	37,8	40,0	39,1	38,2	39,6	39,0	38,3	37,4	36,5	+3,0
	30-50	20,3	21,6	22,3	22,2	22,1	22,6	22,1	21,6	21,3	21,0	+0,7
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	36,1	40,5	44,0	43,5	42,2	41,3	43,8	42,8	41,9	41,2	+5,1
	30-50	21,6	23,1	26,9	25,4	24,8	24,2	25,1	24,7	24,0	23,6	+2,0
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0-30	39,5	38,9	38,5	37,4	38,9	40,0	39,1	38,6	38,0	37,4	-2,1
	30-50	23,1	22,5	21,6	21,2	22,1	23,1	22,7	22,5	22,1	25,7	+2,6

Влияние севооборотов и удобрений на структурный состав почвы в начале ротации (1995 г.), % к массе почвы
(данные М.Ж. Аширбекова, 2012)

Вариант		Слой почвы, см	Размер агрегатов, мм									Сумма агрегатов > 10 и < 0,25	Кoeffи- циент структур- ности (Kc)	
Чередование культур	удобрение под хлопчат- ник		> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0	0,5- 0,25	0,25- 0,05			10- 0,25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Бесмен- ный хлоп- чат-ник	—	0-30	28,5	8,7	7,4	9,4	7,2	13,6	4,3	7,8	13,1	58,4	41,6	1,4
		30-40	36,4	11,9	10,0	11,7	8,0	11,2	1,3	2,7	6,8	56,8	43,2	1,3
		40-70	16,5	8,4	4,7	8,5	6,2	11,4	2,7	6,7	34,9	48,6	51,4	1,0
		70-80	16,3	11,3	8,3	11,1	8,1	11,0	2,7	4,9	26,4	57,3	42,7	1,3
		80-150	31,4	9,3	6,5	8,7	5,4	7,6	2,0	3,8	25,3	43,3	56,7	0,8
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀ (контроль)	0-30	38,5	7,9	6,9	8,6	6,6	11,2	2,9	5,6	11,8	49,7	50,3	1,0
		30-40	41,4	11,2	8,9	9,8	6,6	9,6	2,0	3,5	7,0	51,6	48,4	1,1
		40-70	21,9	41,0	8,0	9,6	6,0	8,6	2,4	4,9	27,6	50,5	49,5	1,0
		70-80	14,5	8,5	6,5	8,3	6,4	10,0	3,2	6,0	36,6	48,9	51,1	1,0
		80-150	44,4	9,4	5,1	6,7	3,9	5,5	1,1	2,7	21,2	34,4	65,6	0,5
3:7	—	0-30	25,8	8,8	7,1	12,1	9,2	16,4	2,4	5,9	11,3	62,9	37,1	1,7
		30-40	23,8	14,3	13,1	13,7	8,0	10,5	2,5	4,7	9,4	66,8	33,2	2,0
		40-70	16,9	12,0	10,3	14,1	11,0	17,8	4,2	9,6	4,1	79,0	21,0	3,8
		70-80	21,1	10,0	7,5	10,2	7,5	11,2	2,3	5,9	24,3	54,6	45,4	1,2
		80-150	17,3	11,3	9,7	11,7	7,8	10,8	2,0	4,7	24,9	57,8	41,2	1,4

Продолжение приложения 10

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
3:7	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ +40 т/Га навоза	0-30	26,5	8,9	7,4	12,7	9,5	17,1	2,5	5,8	12,1	63,9	38,6	1,7
		30-40	25,3	14,2	13,7	14,1	8,5	10,3	2,7	4,8	9,6	68,3	34,9	2,0
		40-70	17,6	12,3	9,7	14,7	12,2	17,5	4,6	9,6	6,2	80,6	23,8	3,4
		70-80	22,8	10,5	8,3	10,7	7,8	12,2	2,6	6,2	23,8	58,3	46,6	1,3
		80-150	17,7	12,2	9,9	12,5	7,9	10,8	2,8	5,2	25,3	61,3	43,0	1,4
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ +40 т/Га навоза	0-30	25,9	8,7	7,6	12,9	10,7	18,2	2,8	6,0	12,0	66,9	37,9	1,8
		30-40	27,5	10,2	7,5	10,3	9,5	15,7	2,3	6,4	7,9	61,9	35,4	1,7
		40-70	16,2	9,8	7,3	9,8	9,6	17,9	2,2	5,8	8,2	62,4	20,5	1,7
		70-80	21,5	10,4	6,9	9,3	9,2	14,8	2,0	5,7	17,2	58,3	38,7	1,5
		80-150	19,3	12,1	10,0	11,8	8,1	10,8	2,1	5,0	23,5	59,9	42,8	1,4
3:4:1:2	навоза	0-30	24,3	8,8	7,9	13,2	10,6	19,1	2,9	6,2	10,0	68,7	34,3	2,0
		30-40	23,2	9,0	8,7	12,6	9,5	18,6	2,6	6,0	12,1	67,0	35,3	1,9
		40-70	20,4	8,4	7,5	12,8	9,4	16,3	2,3	5,5	14,1	62,2	34,5	1,8
		70-80	22,3	8,2	7,2	12,7	9,2	15,8	2,2	5,2	15,5	60,5	40,3	1,6
		80-150	18,5	8,0	7,3	13,1	8,3	13,2	2,0	4,8	19,3	56,7	37,8	1,5

Приложение 11

Влияние севооборотов и удобрений на структурный состав почвы в конце ротации (2004 г.), % к массе почвы

Вариант		Слой ПОЧВЫ, см	Размер агрегатов, мм										Сумма агрегатов > 10 и < 0,25	Коэффи- циент структур- ности (Кс)
Чередование культур	удобрение под хлопчат- ник		> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0	0,5- 0,25	0,25- 0,05	10- 0,25		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
Бесмен- ный хлоп- чат-ник	–	0-30	26,5	8,8	7,2	9,2	6,8	12,4	3,9	7,3	13,2	55,6	39,7	1,4
		30-40	25,6	10,6	8,3	9,4	5,9	10,7	1,8	3,5	13,0	50,2	38,6	1,3
		40-70	20,8	8,4	5,6	4,7	6,2	10,2	3,3	6,9	16,1	45,3	36,9	1,2
		70-80	24,7	8,6	7,3	8,7	7,4	10,9	4,2	6,8	17,2	53,9	41,9	1,3
		80-150	19,9	8,2	5,4	3,8	5,5	9,7	2,8	7,4	23,6	42,8	43,5	1,0
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀ (контроль)	0-30	26,3	7,8	7,6	9,3	7,5	10,8	4,0	7,5	19,3	54,5	45,6	1,2
		30-40	22,5	8,1	7,8	8,7	7,6	12,0	4,3	7,2	20,3	55,7	42,8	1,3
		40-70	25,0	7,4	7,7	10,5	8,2	9,6	3,9	7,0	20,2	54,3	45,2	1,2
		70-80	20,2	8,5	6,5	8,3	7,4	10,6	4,2	6,5	33,1	52,0	53,3	1,0
		80-150	28,7	9,4	5,1	6,8	6,9	8,8	3,7	5,9	23,0	46,6	51,7	0,9
3:7	–	0-30	25,5	9,9	7,4	12,2	9,2	16,5	2,6	6,2	12,1	64,0	37,6	1,7
		30-40	24,2	12,3	7,1	11,9	8,8	15,7	2,8	7,5	10,6	66,1	34,8	1,9
		40-70	18,3	12,0	10,5	13,7	10,5	14,3	2,5	5,5	16,2	69,0	34,5	2,0
		70-80	20,7	10,2	7,2	10,5	7,4	10,7	3,2	5,7	24,9	54,7	45,6	1,2
		80-150	19,5	10,5	9,8	12,1	7,8	9,9	2,0	6,4	25,5	58,5	45,0	1,3

Продолжение приложения 11

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	26,0	9,3	7,6	13,2	9,2	16,5	3,2	6,5	10,4	65,5	36,4	1,8
		30-40	25,3	13,4	8,2	14,4	7,8	14,7	4,5	4,6	10,3	67,6	35,6	1,9
		40-70	19,2	9,4	7,7	12,8	9,6	15,6	3,9	5,6	13,0	64,6	34,2	1,9
		70-80	21,4	10,6	7,1	10,9	8,5	11,2	4,2	5,2	17,1	57,7	38,5	1,5
		80-150	17,2	9,3	6,8	9,8	6,5	13,4	5,3	3,7	28,2	54,8	45,4	1,2
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	26,1	8,9	7,8	13,2	10,7	19,1	2,5	6,3	10,0	68,5	36,1	1,9
		30-40	26,3	9,2	8,2	12,4	10,2	17,8	3,3	5,7	10,8	66,8	37,1	1,8
		40-70	21,0	7,4	8,3	12,3	9,6	15,9	3,4	5,1	20,3	62,0	41,3	1,5
		70-80	19,6	9,3	7,5	11,7	9,4	13,8	2,7	5,3	23,1	59,7	42,7	1,4
		80-150	17,3	8,5	7,2	9,5	8,7	12,5	3,1	5,5	28,5	55,0	45,8	1,2
3:4:1:2	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0-30	24,6	8,8	8,3	14,5	12,5	18,7	3,3	6,4	8,2	72,5	32,8	2,2
		30-40	23,3	8,9	8,1	13,7	10,3	16,6	2,4	5,2	9,3	65,2	32,6	2,0
		40-70	20,1	9,2	7,8	14,2	9,6	13,3	2,5	4,9	16,1	61,5	36,2	1,7
		70-80	21,4	9,0	7,9	12,9	9,3	12,5	3,1	5,0	18,4	59,7	39,8	1,5
		80-150	19,5	9,2	7,3	12,1	8,7	12,2	2,2	5,2	28,0	56,9	47,5	1,2
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0-30	25,9	8,7	7,6	12,9	10,7	18,2	2,8	6,0	12,0	66,9	37,9	1,8
		30-40	27,5	10,2	7,5	10,3	9,5	15,7	2,3	6,4	7,9	61,9	35,4	1,7
		40-70	16,2	9,8	7,3	9,8	9,6	17,9	2,2	5,8	8,2	62,4	20,5	1,7
		70-80	21,5	10,4	6,9	9,3	9,2	14,8	2,0	5,7	17,2	58,3	38,7	1,5
		80-150	19,3	12,1	10,0	11,8	8,1	10,8	2,1	5,0	23,5	59,9	42,8	1,4

Влияние севооборотов и удобрений на твёрдость почвы, кг/см²

Слой почвы, см	Бессменный хлопчатник				Севооборот							
					3:7				2:4:1:3		3:4:1:2	
	без удобрений		N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀		без удобрений		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза			
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
1995 год												
0-5	1,6	3,6	1,5	3,5	1,3	3,9	1,3	3,7	1,2	3,2	1,0	3,1
5-10	2,5	5,8	2,4	5,7	2,1	4,8	2,2	5,0	2,0	4,6	2,9	4,2
10-15	7,0	7,2	7,2	6,8	3,7	6,4	3,5	8,3	2,8	5,5	2,4	5,7
15-20	19,0	34,5	18,3	33,8	10,5	19,6	9,8	14,2	8,7	17,5	7,5	17,3
20-25	15,5	34,3	13,2	34,6	10,9	28,3	10,3	24,5	9,6	28,6	8,8	28,7
25-30	23,2	32,8	19,5	30,5	17,9	27,5	18,1	23,4	12,5	28,0	10,9	27,5
30-35	16,8	28,9	17,3	31,2	15,3	28,7	15,5	31,6	13,2	25,3	12,6	25,5
35-40	16,7	33,6	16,4	32,0	16,6	30,2	15,9	32,2	14,3	27,4	14,2	28,3
40-45	16,3	26,6	15,9	24,8	15,7	26,3	14,2	27,1	14,1	22,8	13,7	21,6
45-50	14,8	20,4	14,0	19,9	12,3	22,6	13,1	23,3	13,2	18,2	12,8	16,7
50-55	13,6	20,1	13,1	17,4	10,5	17,0	10,8	18,3	12,0	15,3	12,1	13,2
55-60	12,9	19,8	12,5	16,7	10,2	15,2	10,3	15,5	11,5	12,9	10,5	12,8

Продолжение приложения 12

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
2004 год												
0-5	1,5	3,7	1,5	3,6	1,3	3,5	1,3	3,5	1,2	3,2	0,9	3,0
5-10	2,3	5,5	2,5	5,9	2,1	5,0	2,0	5,3	1,9	4,5	1,7	4,2
10-15	6,9	6,9	5,8	7,0	3,9	8,5	3,4	8,4	2,4	8,5	2,6	8,2
15-20	17,8	35,0	15,6	28,5	9,7	17,6	9,8	17,0	8,5	12,2	9,6	19,8
20-25	15,5	34,5	14,9	32,1	10,7	29,3	10,5	28,1	9,4	23,6	10,5	17,5
25-30	22,2	33,4	23,3	27,3	17,1	27,4	16,6	28,7	12,8	28,5	12,9	24,6
30-35	15,7	32,2	17,8	26,6	14,3	25,2	14,7	24,6	12,9	25,6	14,8	26,8
35-40	15,6	28,6	14,9	24,3	15,3	21,3	16,0	28,6	13,7	24,6	15,7	24,5
40-45	14,8	30,7	13,6	23,7	14,5	17,0	14,8	24,5	13,3	22,8	15,5	23,5
45-50	13,3	24,5	12,5	22,8	12,3	14,8	13,3	19,8	12,0	20,8	12,3	21,2
50-55	12,2	19,7	12,3	20,4	11,6	18,6	12,1	18,6	10,7	17,3	10,7	17,5
55-60	12,4	20,3	12,2	19,5	10,5	17,7	10,5	17,6	9,9	16,5	9,8	15,7

Влияние севооборотов и удобрений на объем впитавшейся воды почвой под хлопчатником, мм

Время, час.	Бессменный хлопчатник				Севооборот							
					3:7				2:4:1:3		3:4:1:2	
	без удобрений		N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀		без удобрений		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза			
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
1995 год												
1-й	21,6	8,2	21,8	11,6	24,3	14,6	27,0	23,2	25,8	15,1	31,0	24,4
2-й	10,3	5,8	11,5	8,4	13,1	9,4	16,9	11,7	17,0	12,4	18,4	13,7
3-й	8,8	6,0	10,1	7,5	11,0	7,9	13,2	9,7	14,0	10,1	15,7	10,7
4-й	5,9	4,4	7,2	6,3	8,0	6,8	10,1	8,1	11,0	9,2	13,4	9,4
5-й	5,9	4,3	6,3	5,8	6,5	5,8	7,4	5,1	8,0	5,0	10,1	7,8
6-й	5,9	4,3	6,2	5,8	6,5	5,8	7,4	5,1	7,8	5,0	10,1	7,8
Всего	58,4	33,1	63,1	45,5	69,5	50,3	81,8	63,0	83,7	56,8	98,7	73,8
2004 год												
1-й	20,9	7,8	21,3	10,9	25,0	15,1	27,4	23,6	25,9	15,0	31,3	24,8
2-й	10,6	5,7	11,2	8,0	13,5	9,6	17,4	11,8	17,1	12,4	18,6	14,0
3-й	9,0	5,9	10,0	7,5	11,2	8,0	13,5	9,8	13,9	10,2	15,7	10,8
4-й	6,0	4,5	7,3	6,3	8,3	7,0	10,6	8,3	11,0	9,2	13,5	9,4
5-й	5,9	4,3	6,0	5,7	6,7	6,1	7,5	5,2	7,9	5,0	10,1	7,7
6-й	5,0	4,3	6,2	5,7	6,7	6,0	7,5	5,2	7,8	5,0	10,1	7,7
Всего	57,4	32,5	62,0	44,2	71,5	51,8	84,0	63,8	83,7	56,8	99,2	74,3

Влияние севооборотов и удобрений на скорость впитывания воды почвой под хлопчатником, мм/мин.

емя, час.	Бессменный хлопчатник				Севооборот							
					3:7				2:4:1:3		3:4:1:2	
	без удобрений		N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀		без удобрений		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза			
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
1995 год												
1-й	0,36	0,14	0,36	0,19	0,14	0,24	0,45	0,39	0,43	0,25	0,52	0,41
2-й	0,17	0,10	0,19	0,14	0,22	0,16	0,28	0,19	0,28	0,21	0,31	0,23
3-й	0,15	0,10	0,17	0,13	0,18	0,13	0,22	0,16	0,23	0,17	0,26	0,18
4-й	0,10	0,07	0,12	0,11	0,13	0,11	0,17	0,13	0,18	0,15	0,22	0,16
5-й	0,10	0,07	0,10	0,09	0,11	0,10	0,12	0,08	0,13	0,08	0,17	0,13
6-й	0,10	0,07	0,10	0,09	0,11	0,10	0,12	0,08	0,13	0,08	0,17	0,13
всего	0,16	0,09	0,18	0,13	0,19	0,14	0,23	0,18	0,23	0,16	0,27	0,20
2004 год												
1-й	0,38	0,15	0,36	0,18	0,42	0,25	0,46	0,39	0,44	0,26	0,53	0,42
2-й	0,19	0,10	0,19	0,14	0,23	0,17	0,30	0,19	0,27	0,21	0,34	0,23
3-й	0,15	0,10	0,17	0,13	0,19	0,14	0,24	0,16	0,23	0,17	0,27	0,19
4-й	0,10	0,07	0,12	0,11	0,13	0,11	0,18	0,13	0,18	0,15	0,23	0,17
5-й	0,10	0,07	0,10	0,09	0,11	0,10	0,12	0,09	0,13	0,08	0,17	0,13
6-й	0,10	0,07	0,10	0,09	0,11	0,10	0,12	0,09	0,13	0,08	0,17	0,13
всего	0,17	0,09	0,17	0,12	0,20	0,15	0,24	0,18	0,23	0,16	0,29	0,21

Динамика содержания общего азота в слое почвы 0-30 см при бесменном посеве хлопчатника и в севообороте, %

Вариант	Г о д										+/- за 10 лет
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бесменный хлопчатник	0,047	0,047	0,046	0,045	0,045	0,045	0,044	0,043	0,043	0,042	-0,005
Бесменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0,050	0,050	0,049	0,048	0,048	0,047	0,047	0,046	0,045	0,045	-0,005
3:7	0,062	0,070	0,080	0,078	0,074	0,072	0,070	0,066	0,064	0,062	0
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,065	0,072	0,083	0,080	0,077	0,078	0,078	0,080	0,078	0,074	+0,009
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,066	0,078	0,077	0,073	0,071	0,080	0,078	0,076	0,074	0,073	+0,007
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,071	0,083	0,087	0,085	0,084	0,084	0,089	0,088	0,086	0,085	+0,014
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0,078	0,075	0,070	0,072	0,080	0,090	0,088	0,085	0,084	0,086	+0,006

Динамика содержания нитратного азота в слое почвы 0-30 см при бессменном
посеве хлопчатника и в севообороте, мг/кг почвы

Вариант	Г о д										+/- за 10 лет
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бессменный хлопчатник	19,1	18,7	18,5	18,0	17,7	17,6	17,5	17,3	17,2	17,1	-2,0
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	23,0	22,6	22,1	21,7	20,8	20,6	20,5	20,5	20,4	20,3	-2,7
3:7	28,0	30,1	34,0	32,3	31,7	31,2	30,8	29,7	28,5	28,3	+0,3
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	30,7	32,9	34,4	33,8	32,9	32,7	34,5	34,0	33,5	32,5	+1,8
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	31,0	33,2	34,7	34,0	33,2	35,0	34,8	34,6	34,0	32,9	+1,9
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	31,7	33,5	36,0	35,3	35,0	34,6	35,5	35,8	35,3	34,7	+3,0
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	33,7	33,0	32,8	32,9	34,1	38,2	37,8	37,2	36,5	37,1	+3,4

Динамика содержания общего фосфора в слое почвы 0-30 см при бессменном
посеве хлопчатника и в севообороте, %

Вариант	Г о д										+/- за 10 лет
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бессменный хлоп- чатник	0,159	0,158	0,057	0,156	0,156	0,155	0,154	0,153	0,153	0,151	-0,008
Бессменный хлоп- чатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	0,205	0,207	0,210	0,212	0,212	0,215	0,216	0,216	0,214	0,212	+0,007
3:7	0,190	0,192	0,207	0,205	0,200	0,198	0,196	0,195	0,192	0,190	0
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,201	0,205	0,210	0,207	0,206	0,206	0,207	0,206	0,209	0,210	+0,009
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,202	0,203	0,205	0,208	0,210	0,209	0,207	0,210	0,210	0,208	+0,006
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	0,197	0,200	0,203	0,207	0,212	0,214	0,216	0,215	0,214	0,212	+0,015
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	0,172	0,178	0,190	0,189	0,190	0,196	0,195	0,194	0,194	0,195	+0,023

Динамика содержания подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см при бессменном
посеве хлопчатника и в севообороте, мг/кг почвы

Вариант	Г о д										+/- за 10 лет
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бессменный хлопчатник	25,1	25,0	24,2	24,2	23,8	23,6	23,1	22,8	22,5	22,2	-2,9
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	36,3	36,5	37,2	37,3	38,7	38,5	38,0	37,7	37,6	37,5	+1,2
3:7	35,0	36,2	37,1	36,8	35,5	35,5	35,1	35,5	35,3	35,0	0,0
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	37,0	36,5	35,9	36,7	39,2	39,0	39,7	37,8	37,5	37,3	+0,3
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	35,7	34,1	33,0	34,7	38,8	39,5	39,0	38,7	37,8	37,3	+1,6
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	34,8	34,0	32,8	34,6	36,3	36,0	37,0	36,5	36,1	36,0	+1,2
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	35,0	37,8	39,1	37,1	38,0	39,0	38,2	37,9	37,7	36,8	+0,6

Динамика содержания обменного калия в слое почвы 0-30 см при бессменном
посеве хлопчатника и в севообороте, мг/кг

Вариант	Г о д										+/- за 10 лет
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бессменный хлоп- чатник	260	257	250	240	235	235	240	240	240	240	-20
Бессменный хлоп- чатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	285	288	291	290	290	291	292	295	295	295	+10
3:7	290	300	320	310	305	303	300	295	290	295	+5
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	300	310	320	315	315	315	312	310	310	310	+10
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	310	312	315	315	317	320	315	312	312	315	+5
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	310	315	318	324	327	325	330	335	330	325	+15
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	312	317	320	315	320	330	327	326	322	320	+8

Количество физиологических групп микроорганизмов во
второй ротации хлопковых севооборотов (среднее за 1995-2004 гг.)

Группа микроор- га-низмов	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
	без удоб- рений	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
			без удоб- рений	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза		N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀
Весна							
Аммони- фикаторы	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
Дентри- фикаторы	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶
Нитрификаторы	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶
Масляно-кислые	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁷
Целлюлозораз- лагающие	10 ³	10 ⁷	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶
Азотобактер	10 ³	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶
Осень							
Аммони- фикаторы	10 ³	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁷
Дентри- фикаторы	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷
Нитрификаторы	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁵
Масляно-кислые	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶
Целлюлозораз- лагающие	10 ³	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁵
Азотобактер	10 ³	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶

Влияние севооборотов на видовой состав и засорённость посевов хлопчатника перед первой культивацией, балл засорённости

(среднее за 1995-2004 гг., данные М.Ж. Аширбекова, 2013)

Вид сорного растения	Биологическая группа сорняков	Бессменный хлопчатник		Севооборот				
				3:7		2:4:1:3	3:4:1:2	3:3
		без удобрений	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	без удобрений	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀ + 40 т/га навоза	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Семейство мятликовые – Graminae Juss								
Овсяг обыкновенный	яровые ранние	2	3	1	1	2	2	1
Просо куриное	яровые поздние	1	2	1	1	2	2	1
Просо волосистое	яровые поздние	1	1	–	–	–	–	–
Щетинник сизый	яровые поздние	2	3	1	1	1	2	1
Щетинник зелёный	яровые поздние	2	1	1	1	1	1	1
Пырей позучий	многолетние	1	3	2	1	2	2	2
2. Семейство гречишные – Polygonaceae Juss								
Гречишка вьюнковая	яровые поздние	2	2	1	1	1	2	1
Гречишка птичья	яровые поздние	1	2	–	–	1	2	–
Гречишка водяной перец	яровые поздние	1	1	–	–	–	–	–
Щавель конский	многолетние	2	3	1	1	2	3	2

Продолжение приложения 22

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
3. Семейство сложноцветные – Compositae Giseke								
Бодяк полевой	многолетние	3	3	2	1	1	2	1
Осот полевой	многолетние	3	3	2	1	2	2	2
Молокан татарский	многолетние	2	3	1	1	1	2	1
Горчак ползучий	многолетние	1	1	1	1	1	2	1
Латук компосов	многолетние	1	2	–	–	–	–	–
Полынь понтийская	многолетние	1	2	–	–	–	–	–
Соссорея горькая	многолетние	1	2	–	–	–	–	–
Додарция восточная	многолетние	3	3	2	1	2	2	2
4. Семейство капустные – Criciferae Juss								
Сурепка обыкновенная	яровые ранние	2	3	1	1	1	2	1
Капуста хреновидная	яровые ранние	–	2	–	–	–	–	–
Пастушья сумка	яровые ранние	3	4	2	1	2	3	2
Сыть круглая	многолетние	4	4	2	1	2	3	2
5. Семейства маревые – Chenopodiaceae Vent.								
Марь белая	яровые поздние	3	4	2	1	2	3	2
Верблюды наклоненный	яровые поздние	1	2	–	–	1	–	–
6. Семейство паслёновые – Solonaceae Juss								
Физалис обыкновенный	многолетние	2	3	1	–	1	2	–
Дурман обыкновенный	яровые поздние	2	3	1	1	2	2	2

Продолжение приложения 22

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
7. Семейство бурачниковые – Boraginaceae Juss								
Липучка ежовидная	зимующие	2	2	1	1	1	2	1
8. Семейство мотыльковые – Leguminaceae Juss								
Горошек мышиный	многолетние	1	2	1	1	1	1	1
9. Семейство молочайные – Euphorbiaceae Juss								
Молочай лозный	многолетние	1	2	1	1	1	2	1
10 Семейство гвоздичные – Caryophyllaceae Juss								
Тысячеголовник посевной	многолетние	1	2	-	-	1	1	-
Свиной	многолетние	3	4	2	1	2	3	2
11. Семейство амарантовые – Amaranthaceae Juss								
Щирица запрокинутая	яровые поздние	3	4	2	1	2	3	2
Щирица жминдовидная	яровые поздние	1	2	1	-	1	2	1
12. Семейство вьюнковые – Convolvulaceae Linal								
Вьюнок полевой	многолетние	3	4	2	1	3	3	2
Верблюжья колючка	многолетние	3	4	2	1	3	2	2
13. Семейство мальвовые – Malvaceae Juss								
Просвирник маленький	яровые поздние	1	2	1	1	1	2	1
14. Семейство тростниковые								
Тростник обыкновенный	многолетние	3	4	1	1	3	3	1
Гумай	многолетние	2	3	1	2	3	3	2

Количество сорняков на хлопковых полях перед первой культивацией, шт./м²

Вариант	Хлопко- вость, %	Г о д										Среднее
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бессменный хлопчатник	100	53,8	50,5	50,1	51,1	51,1	51,8	52,5	53,5	55,5	53,7	52,4
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	100	59,0	57,1	58,3	57,1	57,3	58,2	59,3	59,5	61,2	60,8	58,8
3:7	70	–	–	–	20,3	23,4	24,2	26,7	27,7	28,6	30,9	26,0
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	70	–	–	–	21,9	24,6	26,6	32,3	30,7	31,6	34,2	28,8
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	70	–	–	22,6	24,8	27,8	32,8	–	20,5	24,8	26,7	25,7
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	60	–	–	–	22,2	24,3	27,2	31,6	-	20,6	24,2	25,0
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	50	18,6	29,8	27,5	–	–	–	21,5	22,6	28,7	–	24,3

Заболееваемость хлопчатника вертициллезным вилтом по состоянию на 30 августа, %

Вариант	Хлопко- вость, %	Г о д										Среднее
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бессменный хлопчатник	100	11,5	10,7	11,9	8,3	9,7	10,7	11,2	10,8	11,5	12,2	10,9
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	100	12,1	11,7	11,8	8,5	10,2	12,3	12,0	12,6	14,1	15,8	12,1
3:7	70	–	–	–	1,7	3,9	3,2	4,6	5,1	5,9	7,2	4,5
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	70	–	–	–	1,9	5,1	3,5	4,8	5,2	6,8	7,8	5,0
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	70	–	–	1,9	2,2	6,2	7,5	–	2,2	4,8	5,7	4,4
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	60	–	–	–	2,1	3,6	5,5	6,9	-	1,9	5,1	4,2
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	50	2,8	4,1	7,1	–	–	–	2,0	5,5	7,8	–	5,1

Влияние севооборотов на количество всходов растений хлопчатника, шт./м²

Вариант	Год										Среднее
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бесменный хлопчатник	14,1	13,3	12,2	13,8	13,2	14,3	12,5	13,6	13,7	13,5	13,4
Бесменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	13,6	14,1	14,3	13,9	12,9	14,2	14,4	14,4	13,8	13,3	13,9
3:7	–	–	–	14,5	13,7	14,6	13,9	15,7	14,5	15,2	14,6
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	14,9	13,8	15,7	14,8	15,9	15,3	14,5	15,0
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	15,0	15,5	15,5	15,9	–	15,8	14,9	15,9	15,5
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	15,1	15,1	14,8	15,2	–	15,6	15,8	15,3
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	15,0	14,0	14,1	–	–	–	16,3	15,7	14,9	–	15,0

Приложение 26

Влияние севооборотов на густоту стояния растений хлопчатника после прореживания, шт./м²

Вариант	Год										Сред- нее
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Бессменный хлопчатник	12,3	12,3	12,4	12,7	12,7	11,9	12,0	12,0	11,7	12,1	12,2
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	12,3	12,5	12,7	12,8	12,7	12,1	12,0	11,7	11,7	12,0	12,3
3:7	–	–	–	12,9	12,7	12,0	11,9	11,9	11,9	12,0	12,2
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	12,8	12,8	12,2	12,1	12,0	12,0	11,9	12,3
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	12,8	12,9	12,9	12,1	–	12,2	12,3	12,0	12,5
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	13,0	12,7	12,2	12,0	–	12,3	12,0	12,4
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	12,5	12,7	12,9	–	–	–	12,1	11,9	12,1	–	12,0

Приложение 27

Влияние севооборотов и бесменного посева на динамику листовой поверхности растений хлопчатника, см²/растение
(среднее за 1995-2004 гг.)

Вариант		Фаза развития растений						
чередование культур	удобрение хлопчатника	2-3 настоящих лстьев	6-8 настоящих лстьев	ветвление	9-11 симподиальных ветвей	цветение	17-18 симподиальных ветвей	плодообразование
Бесменный хлопчатник	без удобрений	5,7	28,6	172,8	275,5	1225,9	2100,6	2200,7
	N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	5,9	24,9	222,3	280,6	1400,8	2400,2	2460,2
3:7	без удобрений	5,5	26,6	246,7	292,3	1450,9	2700,4	2820,2
	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	5,6	29,2	250,5	300,7	1460,5	2800,2	3200,8
2:4:1:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	5,9	29,3	255,5	320,9	1475,7	2820,2	3230,8
3:4:1:2		5,9	29,6	295,7	340,7	1490,6	2855,7	3265,5
3:3	N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	5,8	29,7	278,6	325,5	1475,2	2810,4	3185,7

Влияние севооборотов на густоту стояния растений хлопчатника перед уборкой, шт./м²

Вариант	Год									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Бесменный хлопчатник	12,0	12,2	12,1	12,3	12,2	11,7	11,9	11,8	11,6	11,9
Бесменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	12,1	12,2	12,4	12,5	12,3	12,0	11,8	11,6	11,6	11,9
3:7	–	–	–	12,8	12,4	11,8	11,8	11,8	11,7	11,8
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	12,6	12,5	12,0	11,8	11,9	11,8	11,8
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	12,6	12,6	12,7	11,8	–	11,9	12,0	11,9
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	12,7	12,5	11,9	11,8	–	12,0	11,7
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	12,3	12,5	12,6	–	–	–	12,0	11,6	11,8	–

Влияние севооборота и бессменного посева на массу хлопка-сырца одной коробочки хлопчатника, г

Вариант	Г о д									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Бессменный хлопчатник	4,3	4,2	3,9	3,7	3,8	4,2	4,3	4,1	4,2	4,5
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	4,8	4,7	4,1	3,7	3,9	4,6	4,7	4,2	4,2	4,7
3:7	–	–	–	4,5	4,6	4,7	4,7	4,3	4,3	5,1
3:7 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	4,6	4,8	4,8	4,8	4,6	4,5	5,3
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	5,0	3,8	4,7	4,8	–	4,8	4,7	5,4
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	–	–	–	5,6	5,2	4,9	4,8	–	5,3	5,5
3:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	5,2	5,1	5,1	-	–	–	5,3	5,1	4,9	–
НСР ₀₅	0,31	0,20	0,17	0,21	0,12	0,22	0,24	0,26	0,13	0,26

Влияние севооборота и бесменного посева хлопчатника на технологические качества хлопкового волокна

Вариант	Масса 1000 се- мян, г	Штапельная длина волок- на, мм	Выход волокна, %	Промыш- ленный сорт	Разрывная нагрузка, гс.	Метри- ческий номер	Кoeffи- циент зрелости	Длина волокна, г текс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1995 год								
Бесменный хлопчатник	120	32,2	31,5	II	4,1	5870	1,8	23,6
Бесменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	120	32,0	31,2	II	4,1	5860	1,8	23,8
3:3 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	125	28,8	34,7	I	4,2	5560	2,1	26,0
1996 год								
Бесменный хлопчатник	120	31,8	30,7	II	4,1	5880	1,8	23,4
Бесменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	121	32,0	31,2	II	4,1	5860	1,8	23,7
3:3 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	125	29,0	35,5	I	4,8	5370	2,1	26,3
1997 год								
Бесменный хлопчатник	120	30,5	30,5	II	4,1	5890	1,8	23,3
Бесменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	121	31,9	31,7	II	4,1	5850	1,8	23,9
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	125	28,5	35,0	I	4,6	5570	2,1	26,0
3:3 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	123	30,2	33,8	I	4,3	5790	2,0	25,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1998 год								
Бессменный хлопчатник	118	33,7	28,2	III	3,9	5950	1,7	22,9
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	117	34,1	28,2	III	3,7	5990	1,7	22,3
3:7	123	30,0	33,0	I	4,2	5770	1,9	24,7
3:7 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	123	30,5	33,1	I	4,3	5750	1,9	24,9
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	122	32,0	32,7	II	4,1	5850	1,9	24,2
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	124	29,9	33,0	I	4,2	5750	2,0	25,0
1999 год								
Бессменный хлопчатник	119	33,0	29,5	II	4,0	5860	1,8	23,9
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	119	33,0	29,5	II	4,0	5830	1,9	24,2
3:7	123	30,1	34,5	I	4,2	5770	2,0	25,0
3:7 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	124	29,9	33,5	I	4,3	5750	2,0	25,6
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	123	30,0	34,0	I	4,4	5710	2,0	25,9
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	125	27,5	35,5	I	4,7	5300	2,1	26,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2000 год								
Бессменный хлопчатник	120	33,7	32,1	1	4,1	5880	1,9	24,1
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	121	33,5	32,6	1	4,2	5860	1,9	24,7
3:7	122	32,1	34,2	1	4,4	5750	2,0	25,8
3:7 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	122	32,2	35,1	1	4,6	5570	2,1	26,1
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	124	30,3	35,3	1	4,7	5390	2,1	26,3
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	124	30,2	35,5	1	4,8	5390	2,2	26,6
2001 год								
Бессменный хлопчатник	120	30,8	30,7	1	4,1	5880	1,8	23,3
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	120	31,2	30,6	1	4,1	5790	1,9	23,7
3:7	122	31,3	31,3	1	4,1	5850	1,9	24,5
3:7 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	122	30,7	31,3	1	4,2	5560	2,1	26,3
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	123	30,3	32,8	1	4,2	5560	2,1	26,3
3:3 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	124	28,2	33,3	отборный	4,3	5370	2,2	26,5
2002 год								
Бессменный хлопчатник	118	32,5	29,1	II	3,8	5950	1,8	22,7
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	119	32,7	30,6	II	3,7	5990	1,7	22,4
3:7	123	30,1	33,4	I	3,9	5770	1,8	24,3
3:7 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	122	30,6	32,8	I	4,1	5750	1,9	24,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	124	32,4	33,7	отборный	4,2	5750	1,9	24,6
3:3 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	124	29,3	33,9	I	4,1	5850	2,1	25,1
2003 год								
Бессменный хлопчатник	119	33,1	28,4	II	4,1	5790	1,9	23,9
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	120	33,2	30,6	II	4,1	5790	1,9	24,1
3:7	122	30,7	32,7	I	4,1	5770	2,1	24,6
3:7 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	123	31,6	34,2	I	4,3	5750	2,1	24,5
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	125	30,5	34,3	I	4,5	5710	2,2	24,2
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	125	30,7	35,5	отборный	4,7	5300	2,2	26,6
3:3 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀	124	30,3	35,3	I	4,6	5300	2,2	25,3
2004 год								
Бессменный хлопчатник	121	34,1	28,4	I	4,1	5790	2,1	23,7
Бессменный хлопчатник + N ₂₅₀ P ₁₇₅ K ₉₀	122	34,2	28,8	I	4,2	5580	2,2	24,2
3:7	123	32,6	30,5	I	4,2	5570	2,2	24,5
3:7 – N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	125	30,3	32,6	I	4,5	5350	2,3	26,3
2:4:1:3 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	124	31,6	34,7	I	4,6	5330	2,3	26,6
3:4:1:2 N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза	125	32,5	35,2	отборный	4,8	5300	2,4	26,8

Влияние удобрений на биометрические показатели растений хлопчатника

(данные М.Ж. Аширбекова, Ж.Я. Батькаева, 2017-1)

Доза удобрений	Высота растений, см			Плодовых ветвей, шт./растение			Коробочек, шт./растение		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Без удобрений	88,4	66,9	48,0	10,0	11,0	12,2	7,2	4,3	3,4
P ₁₃₀	88,1	72,7	54,5	11,0	11,8	12,8	9,0	5,0	3,7
N ₇₀ P ₁₃₀	89,5	79,0	71,9	11,1	12,5	13,7	9,2	5,8	4,7
N ₁₄₀ P ₁₃₀	87,2	85,6	77,3	11,2	13,4	13,8	9,3	6,2	5,5
Навоз (20 т/га)	90,9	70,0	49,3	11,8	11,2	12,9	7,7	4,1	3,9
P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	90,8	74,5	59,0	11,4	11,9	13,4	7,3	5,3	4,2
N ₇₀ P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	94,8	86,5	73,0	12,2	13,2	14,7	9,1	6,2	5,9
N ₁₄₀ P ₁₃₀ + 20 т/га навоза	96,9	94,7	77,9	12,4	13,9	14,3	9,1	6,5	6,3
НСР ₀₅	4,6	4,2	4,4	0,5	0,6	0,8	0,5	0,4	0,4

Влияние севооборота на качество и цену реализации хлопка-сырца (среднее за 1995-2004 гг.)

Промыш- ленный сорт	Стои- мость 1 т, тыс. тенге	Севооборот														
		3:7						2:4:1:3			3:4:1:2			3:3		
		без удобрений			N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ + 40 т/га навоза			N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀ +40 т/га навоза						N ₂₀₀ P ₁₅₀ K ₉₀		
		струк- тура урожае, %	полу- чено хлоп- ка, кг	вы- ручка, тыс. тенге	струк- тура урожае, %	полу- чено хлоп- ка, кг	вы- ручка, тыс. тенге	струк- тура урожае, %	полу- чено хлоп- ка, кг	вы- ручка, тыс. тенге	струк- тура урожае, %	полу- чено хлоп- ка, кг	вы- ручка, тыс. тенге	струк- тура урожае, %	полу- чено хлоп- ка, кг	вы- ручка, тыс. тенге
I	136	80	2168	294,8	85	2592	352,6	88	2798	380,6	90	3159	429,6	90	2952	401,5
II	117	15	406,5	47,6	15	458	53,5	12	382	44,6	10	351	41,1	10	328	38,4
III	98	5	135,5	13,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IV	57	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Итого	–	100	2710	355,7	100	3050	406,1	100	3180	425,2	100	3510	470,7	100	3280	439,8
Среднее, тыс. тенге	–	–	–	131,3	–	–	133,2	–	–	133,7	–	–	134,1	–	–	134,1

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ
ӘКІМДІГІ

МАҚТАРАЛ АУДАНЫ
ӘКІМІ



АКИМАТ
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

АКИМ
МАКТААРАЛЬСКОГО РАЙОНА

160500, Жетісай қ., М.Әуезов к., №20. Тел: (8-72534) 6-34-46,
факс: 6-34-78, ММ коды 1223512, СТН 580400000950,
БИК 195301070, Мақтарал аудандық Қазынашылық бөлімі.

160500, г.Жетісай, ул.М.Ауезова, №20. Тел: (8-72534) 6-34-46,
факс: 6-34-78, коды ГУ 1223512, РНН 580400000950,
БИК 195301070, отдел Казначейства Мактааральского района.

15.01.2010 № 89
На № _____ от _____

СПРАВКА

О внедрении научных результатов диссертационной работы АШИРБЕКОВА Мухтара Жолдыбаевича на тему: «Агромелиоративные основы повышение продуктивности хлопковых севооборотов и плодородие староорошаемых сероземно-луговых почв Южного Казахстана».

Ознакомившись с основным содержанием, заключением, практическими рекомендациями и предложениями производству, содержащиеся в диссертации Аширбекова М.Ж., акимат Мактааральского района Южно-Казахстанской области подтверждает, что при выработке концепции развития агропромышленного комплекса, с целью разработки Программы развития валового увеличения продукции растениеводства и диверсификации отрасли сельского хозяйства Южного Казахстана на период до 2012 года основные научные результаты исследований диссертанта были использованы хлопкосеющими хозяйствами района.

Основные результаты исследований диссертации внедрены на площади 6000 гектаров орошаемых земель района.

На основании результатов исследований производству рекомендованы научно обоснованные, рациональные и оптимальные схемы хлопковых севооборотов с хлопковостью 50, 60 и 70 %. При внедрении в производство, которые обеспечивают бездефицитный баланс гумуса, расщепления почв, поддержание благоприятного мелиоративного состояние староорошаемых земель, снижение засоренности полей сорняками и заболеваемости хлопчатника вылтом. И на основе этого получение максимального выхода хлопка-сырца с лучшими технологическими качествами и разнообразных кормов с высоким содержанием белка при сниженных нормах внесения минеральных удобрений, что очень важно с точки зрения повышения плодородия орошаемых почв, эффективного и рационального использования земельно-водных и других ресурсов сельского хозяйства, оздоровления и улучшения экологического состояния окружающей среды.

Применение в регионе данной рекомендации позволит заметно повысить утраченные плодородия почвы и увеличение урожайности хлопка-сырца с высокими качествами.

Основу вводимых и осваиваемых севооборотов составляют хлопково-люцерновые схемы: 3:3, 3:5, 3:6, 3:7 и хлопково-люцерново-зерновые расчлененные схемы: 2:4:1:3 и 3:4:1:2.

Аким Мактааральского района

К. Хаметов

001646 *

С П Р А В К А

о внедрений научных результатов, диссертационной работы Аширбекова Мужтара Жолдыбаевича на тему: " Сравнительная продуктивность хлопковых севооборотов с различной структурой посевных площадей в условиях засоленных сероземно-луговых почв Казахской части Голодной степи ".

Название внедряемого предложения	Место и объем внедрения	Пути внедрения	Результаты внедрения
Сравнительная продуктивность хлопковых севооборотов с различной структурой посевных площадей.	К 1995г внедрена в хлопкосеющих хозяйствах Пахтаральского, Жетысайского и Кировского районов Южно-Казахстанской области на площади 15 тыс. га. В 1996-1997г. г. планируется внедрить на площади 20 тыс. га.	В условиях сероземно-луговых, среднесуглинистых почв хлопкосеющих южных районов области согласно рекомендации автора использованы схемы хлопковых севооборотов 3:7, 2:4:1:3 и 3:4:1:2. Будут использованы также эффективные агротехнические мероприятия и другие эффективные схемы хлопковых севооборотов разработанной автором.	Применение рекомендованного автором различные схемы хлопковых севооборотов позволило повысить плодородия орошаемых почв, эффективно использовать земельно-водных ресурсов и улучшить экологическое состояние окружающей среды. При этом урожай хлопка-сырца составил 30-32 ц/га, что способствовало хозяйствам области получить прибыль в пределах 4288 тенге с каждого гектара

Начальник областного управления
хозяйства Южно-Казахстанской



И. Турсункулов