

На правах рукописи



ЕРМАКОВА КСЕНИЯ СЕРГЕЕВНА

**ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ВОДНО-СОЛЕВЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОЗЕМОВ
И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ**

Специальность: 06.01.02 – мелиорация,
рекультивация и охрана земель

АВТОРЕФЕРАТ
диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Барнаул 2019

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: **Давыдов Александр Степанович,**
доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Официальные оппоненты: **Шеин Евгений Викторович,**
доктор биологических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
профессор кафедры физики и мелиорации почв

Иванова Татьяна Екимовна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник – руководитель
группы мелиорации земель и борьбы с
опустыниванием ФГБНУ «Научно-
исследовательский институт аграрных
проблем Хакасии»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр»

Защита диссертации состоится 26 декабря 2019 года в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д 999.176.03 на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», ФГБНУ «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко», ФГБНУ «Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» по адресу: 656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел./факс: (3852) 62-83-96, e-mail: ivgefke@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» и на сайте <http://www.asau.ru/ru/podgotovka-kadrov-vysshej-kvalifikatsii/ob-yavleniya-o-zashchite-dissertatsij/4341-ermakova-kseniya-sergeevna>

Автореферат разослан «__» октября 2019 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

С.В. Жаркова

С.В. Жаркова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Низкая влагообеспеченность территории основных сельскохозяйственных районов Алтайского края, часто повторяющиеся засухи являются одной из основных причин невысокого уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Вследствие этого степень интенсивности сельскохозяйственного производства в районах края становится ниже. Для степных районов края актуальным является искусственное орошение, которое способствует значительному повышению продуктивности земель, урожайности. Орошение меняет водный и солевой режимы почв, положительно влияет на урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Кукуруза – это очень продуктивное растение. Она производит больше органической массы с единицы площади, чем многие другие культурные растения. Коэффициент размножения у кукурузы почти в 10 раз выше, чем, например, у пшеницы. Из одного семенного зерна вырастают около 400-600 зерен, в то же время как у других зерновых только 40-50 зерен.

Степень разработанности темы. В ряде исследований установлено влияние орошения на водно-солевые показатели черноземных почв. Такие исследования были проведены и в условиях степной зоны Алтайского края (Феско и др., 1984; Бурлакова, 1986; Татаринцев, 1988; и др.). Сведений о проведении подобных исследований в последующие годы не найдено. Информации о влиянии орошения на урожайность зерна кукурузы в условиях Приалейской степи очень мало. Имеются сведения о применении биопрепаратов при капельном орошении (Курсакова и др., 2016). Результаты исследования влияния орошения на водно-солевые показатели черноземов и урожайность при возделывании кукурузы на зерно в условиях засушливой Приалейской степи впервые представлены в наших исследованиях.

Цель и задачи работы. Цель работы – изучить влияние орошения на водно-солевые показатели черноземных почв и урожайность зерна кукурузы в степной зоне Алтайского края.

Задачи:

– выявить динамику соленакопления в черноземных почвах при орошении;

- разработать режимы орошения, обеспечивающие максимальную урожайность;
- рассчитать суммарное водопотребление и коэффициенты водопотребления;
- рассчитать экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно при различных режимах орошения.

Научная новизна: впервые в условиях Алейской степи Алтайского края:

- изучены особенности изменения солевого режима чернозёмных почв при орошении кукурузы на зерно;
- разработаны оптимальные режимы орошения кукурузы на черноземах южных с большой экономической эффективностью.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработаны режимы орошения кукурузы с разными порогами предполивной влажности почвы. Реализация этих режимов позволит предотвратить процессы засоления почвы и получать до 7,0 т/га зерна. Условный чистый доход достигает 60,0 тыс. руб./га, уровень рентабельности при этом превышает 300%.

Методология и методы исследования.

Для достижения поставленной цели исследований и решения задач применяли стандартные методы исследований

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Целесообразность и практическая возможность орошения земель при возделывании кукурузы на зерно.
2. Влияние орошения на водно-солевые показатели черноземных почв и уровень грунтовых вод.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Полученные результаты обоснованы достаточным количеством наблюдений с использованием апробированных методов исследования и лабораторного оборудования. Достоверность полученных результатов подтверждена путем статистической обработки.

Основные положения диссертационной работы доложены и одобрены на: XI и XII Международных научно-практических конференциях «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2017, 2018 гг.); III Региональной молодежной научной конференции «Теория и практика инновационного развития в

представлениях нового поколения» (ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2017 г.); Всероссийском молодежном научном форуме «Наука будущего – наука молодых» (ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2017 г.); Научно-практической конференции «Экология Алтая» (Центральная городская библиотека им. Н. М. Ядринцева, 2016 г.); Научно-практической конференция «Экология. Общество. Будущее» (Центральная городская библиотека им. Н. М. Ядринцева, 2017 г.).

Публикация результатов исследования.

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, которые отражают основное содержание диссертации, в том числе 2 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад соискателя: автор научной диссертации являлся ответственным исполнителем исследований, заявленных в тематике. Непосредственно принимал участие в разработке программы по исследованию, закладке и проведении полевых опытов, ведении наблюдений, обработке полученных в ходе экспериментальной части результатов, написании диссертационной работы.

Структура и объем работы: Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследований, результатов исследований, заключения, списка использованной литературы и приложений. Диссертация изложена на 117 страницах, включает 21 таблицу, 29 рисунков, 3 приложения. Список литературы включает 134 источника, в том числе 2 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении отмечается актуальность темы исследований, степень её разработанности, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы цели и задачи исследований, положения, выносимые на защиту, приводится методология и методы исследования, степень достоверности результатов и их апробация.

Глава 1. Влияние орошения на почвы и урожайность культур (литературный обзор)

В данной главе приводится обзор литературных источников по воздействию орошения на различные свойства почв и урожайность культур. Отмечаются как положительные, так и отрицательные последствия орошения. Рассмотрена характеристика и особенности возделывания кукурузы на зерно при орошении.

Глава 2. Объекты, методы и условия проведения исследований

Объектами исследований являлись: зерновая культура – кукуруза, чернозёмы южные, оросительная и дренажная воды.

Сорт кукурузы, возделываемый в исследованиях – «Былина». Раннеспелый сорт Алтайской селекции. Растение низкорослое, высотой до 160 см. Початки крупные, масса початка в молочно-восковой спелости 203 грамма, размер 14х4,2 см. Зерно желтое, мелкое, слегка удлиненное, средней величины, отличного вкуса. Вегетационный период колеблется от 80 до 150 дней. Семена прорастают при температуре 8-10°C, всходы появляются при температурном режиме не ниже 10-12°C. Посев проводится в срок 10–15 мая.

Исследования по изучению влияния орошения на водно-солевые показатели черноземных почв и урожайность зерна кукурузы нами были проведены в 2015-2017 гг.

Анализы выполнены в лаборатории на базе ФГБУ «Управление «Алтаймелиоводхоз» (Рубцовский филиал). Полевые опыты проведены в Алтайском крае, на территории Алейской оросительной системы (АОС). Опыты сопровождались постоянными наблюдениями, исследованиями, учетами, которые выполняли с соблюдением требований методик опытного дела, изложенных в работе Б.А. Доспехова (1985).

Закладка эксперимента осуществлялась согласно методике полевого опыта. Размещение вариантов – систематическое. Повторность опыта – трехкратная. Площадь опытного участка – 130 га. Полив осуществлялся дождеванием.

Схема полевого опыта включала 3 варианта:

- 1). Вариант без орошения;
- 2). Вариант с поддержанием уровня предполивной влажности почвы 60%НВ;
- 3). Вариант с поддержанием уровня предполивной влажности почвы 70%НВ.

Регулируемый поливами слой почвы – 0,5 м.

Водно-физические свойства почвы определяли по методикам, изложенным в работах Качинского Н. А. (1965, 1970), Вадюниной А.Ф., Корчагиной З.А. (1986). Плотность сложения почвы определяли методом режущего кольца. Наименьшую влагоемкость (НВ) почвы

определяли методом заливания площадок. Водопроницаемость почв определялась в полевых условиях при помощи металлических цилиндров. Плотность твердой фазы определяли пикнометрическим методом. Водопотребление растений рассчитывали по формуле водного баланса.

Анионно-катионный состав почвы определяли методом водной вытяжки по Аринушкиной. Также был определен качественный состав оросительных и дренажных вод. Оценка опасности осолонцевания почв проведена в соответствии с классификацией С.Я. Сойфера. Содовое засоление определяли по Вилькоксу.

Измерение грунтовых вод проводилось с помощью уровнемера, точность измерения 0,5 см. Уровень грунтовых вод измеряли дважды за вегетационный период – в мае и сентябре каждого года.

На опытном участке почвенный покров представлен черноземами южными среднесиловыми слабогумусированными (содержание гумуса 3,5%) глубоковскипающими. Сумма поглощенных катионов – 16,9-19,7 мг-экв. на 100 гр. почвы, реакция почвенного раствора $pH=7,1$. Наименьшая влагоемкость в слое 0-50 см равна 24,4% от массы сухой почвы. Плотность сложения в слое 0-50 см составляет 1,23 г/см³.

Климат Приалейской степи отличается довольно суровой зимой, весенними и осенними заморозками, а также очень жарким летом. Среднегодовая температура воздуха равна 1,5⁰С. Наиболее холодным месяцем является январь со средней температурой воздуха –17,4⁰С и с абсолютным минимумом –44⁰С. Наиболее высокая температура воздуха наблюдается в июле +39⁰С. Амплитуда колебания среднемесячных температур воздуха за год составляет 36,7⁰С, а абсолютных – 87⁰С.

В 2015 году за вегетационный период выпало 145,8 мм осадков, это на 27,2 мм меньше, чем сумма среднемноголетних осадков, составляющая 173,0 мм. Средняя температура воздуха составила 17,7⁰С, что на 1,6⁰С больше, чем среднемноголетняя температура воздуха 16,6⁰ С. Погодные условия в 2015 году, в целом, характеризуются как теплые, со слабым увлажнением почвы.

В 2016 году сумма осадков составила 98,8 мм. Самым засушливым месяцем 2016 года, согласно данным метеостанции, стал июнь, сумма осадков за 3 декады составила 10,8 мм. Среднемесячная температура составила 18,6⁰С, что на 2,5⁰С выше, чем по

среднегодовому показателю. Погодные условия характеризуются как теплые, со слабым увлажнением почвы.

В 2017 году сумма осадков составила 190,0 мм. Среднемесячная температура – 18,9⁰ С. Погодные условия характеризуются как теплые, с достаточным увлажнением.

Основным способом обработки почвы под кукурузу является осенняя вспашка на глубину до 25 см. Весной проводили боронование тяжелыми зубowymi боронами.

Посев проводили сеялками точного высева 10 мая в 2015 и 2016 гг., 11 мая – в 2017 г. ширококормным способом с междурядьем равным 70 см.

После посева проводилось дождевальное боронование легкими боронами.

Уборка на опытных вариантах проводилась вручную в 2015 году 17 августа, в 2016 году 12 августа, в 2017 году 20 августа. На производственных посевах уборку кукурузы проводили зерновым комбайном с початкоотделяющей приставкой.

Полив осуществляли дождевальной машиной ДМУ «Фрегат».

Глава 3. Оценка оросительной воды и ее влияние на свойства почв

Определение пригодности воды для орошения осуществляется с помощью качественных и количественных тестов.

Отбор образцов оросительной воды производился на головном водозаборе реки Алей. В 2015 году отбор был произведен после вегетационного периода, то есть в сентябре. В 2016 и 2017 годах был произведен двукратный отбор образцов, в мае и сентябре.

Концентрация в отобранных нами образцах, находится примерно на одном уровне без значимых изменений от 0,36 до 0,44 г/л. Натрий-адсорбционное отношение (SAR) представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Натрий-адсорбционное отношение (SAR) оросительной воды по данным отбора 2015-2017 годов.

май 2015	2016		2017	
	май	сентябрь	май	сентябрь
1,18	0,86	2,00	0,77	0,97

Можно сделать вывод о том, что концентрация катионов низкая, ее величина SAR меньше 10, следовательно, вода для орошения хорошего качества по всем пробам отбора 2015-2017 гг.

Отобранные образцы воды, согласно классификации, относятся к I категории, они вполне пригодны и безопасны для полива всех культур и типов почв.

Основной проблемой орошения является вторичное засоление. Чтобы правильно предусмотреть и спланировать мероприятия по устранению засоленности, предупреждению дальнейшего засоления почв и обоснованно подойти к выбору органических и минеральных удобрений, расчету их норм и т. д., необходимо иметь характеристику почвы по степени засоленности и установить качество засоления. Для этого проводят химический анализ почв на содержание легкорастворимых солей.

Для установления общего количества водорастворимых соединений в почве определяют сухой остаток. Он представляет собой сумму минеральных и органических соединений почвы, переходящих в водную вытяжку. По величине сухого остатка можно судить о степени засоленности почвы.

В таблицах 3 и 4 приведена динамика солевого режима и УГВ на исследуемом участке за 2015 - 2017 годы. Из данных таблицы 3 видно, что изменение содержания водорастворимых солей в слое 0-100 см носит циклический характер. Сумма солей в слое 0-100 см в 2016 году уменьшилась относительно 2014 и 2015 года.

Таблица 3 – Динамика солевого режима и УГВ на орошаемых землях.

Год	Сумма солей, %		Тип и степень засоления	УГВ, м
	Слой 0-100 см	Слой 100-200 см		
2015	$\frac{0,10}{0,08}$	$\frac{0,17}{0,10}$	Не засолены	2,0-2,5
2014	$\frac{0,10}{0,09}$	$\frac{0,15}{0,09}$	Не засолены	2,0-2,5
2016	$\frac{0,08}{0,07}$	$\frac{0,10}{0,09}$	Не засолены	1,5-2,5
2015	$\frac{0,10}{0,08}$	$\frac{0,17}{0,10}$	Не засолены	2,0-2,5
2017	$\frac{0,12}{0,10}$	$\frac{0,19}{0,13}$	Не засолены	1,5-2,1
2016	$\frac{0,08}{0,07}$	$\frac{0,10}{0,09}$	Не засолены	1,5-2,5

Примечание Числитель – май; знаменатель - сентябрь

В слое 100-200 см наблюдается характерное снижение степени засоления почвы относительно прошлых лет. Уровень грунтовых вод повысился на 0,5 и равен 1,5 м в весенний период времени, а осенью остался на уровне 2,5 м. В 2017 году произошло увеличение суммы солей относительно предыдущих годов. Уровень грунтовых вод в осенний период поднялся до отметки 2,1 м., а в весенний период остался на прежней отметке равной 1,5 м.

Таблица 4

– Динамика солевого режима на орошаемых землях в 2015-17 гг.

Горизонт	сумма солей, % по годам			SAR	
	2015	2016	2017	2017/15	2017/16
0-100	0,09	0,08	0,11	1,2	1,3
100-200	0,13	0,10	0,16	1,2	1,6

На исследуемом участке нами выявлено, что натрий-адсорбционное отношение (SAR) составляет максимально 1,6 в слое 100-200 см., а в слое 0-100 см – 1,3. Это означает, что опасность осолонцевания почвы на данном участке отсутствует.

На рисунке 1 представлена динамика суммы солей по годам исследования.

Для полного анализа солевой динамики почв нами были отобраны образцы дренажной воды.

Анализ результатов, для более точного определения наличия солей в составе дренажной воды и их концентрации, был выполнен методом водной вытяжки. На основании полученных результатов были определены группы по степени опасности засоления почв (по Сойферу и Вилькоксу) за период исследований 2015 - 2017 годов.

В 2015 году образец воды из дрены был взят один раз, в сентябре, после окончания вегетационного периода.

Концентрация солей в дренажной воде составила 0,961 г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению к I группе. Общее засоление образца воды отнесено к IV₃ Классификация представлена в таблице 5.

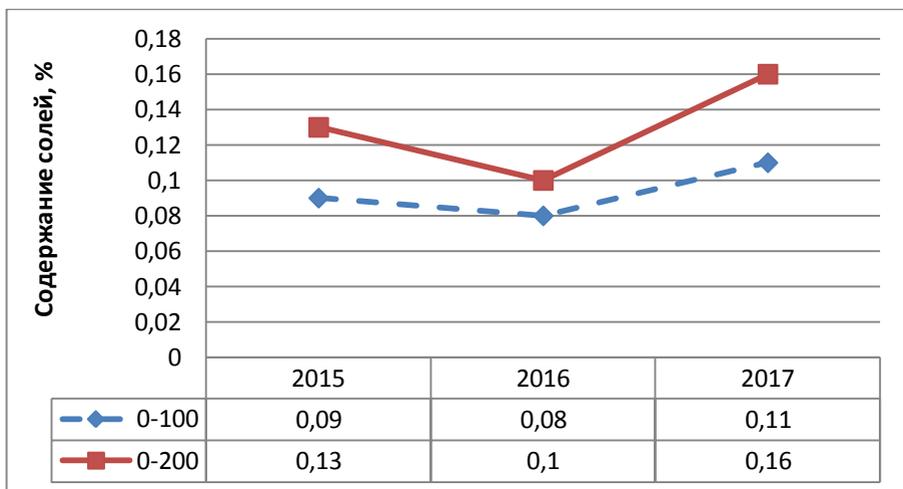


Рис. 1 Динамика суммы солей в годы исследований 2015-2017гг.

В 2016 году образцы воды отобраны в двукратной повторности на начало и конец вегетационного периода. В мае концентрация солей в дренажной воде составила 0,931 г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению – к I. Общее засоление образца воды отнесено к III группе.

После окончания вегетационного периода в сентябре концентрация солей в дренажной воде составила 0,939 г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению к I. Общее засоление образца воды отнесено ко II группе.

В 2017 году образцы дренажной воды отобраны также в двукратной повторности на начало и конец вегетационного периода. В мае концентрация солей в дренажной воде составила 0,956 г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению – к I. Общее засоление образца воды отнесено ко II группе.

В сентябре концентрация солей в дренажной воде составила 0,641 г/л. По степени осолонцевания относится ко II группе, по содовому засолению к – I. Общее засоление образца воды отнесено к I группе.

Таблица 5 - Классификация оросительных и дренажных вод

№ п/п	Класс воды	Группы воды	Мероприятия по улучшению качества воды
I	Вполне пригодна для всех культур и типов почв	I	Не требуются
II	Пригодна для большинства культур и типов почв	II	Не требуются
III	Ограниченно пригодна, пригодна для орошения на песках, легких и средних дренированных почвах, для культур средней и сильной солеустойчивости	III ₁₋₂₋₃₋₄₋₅	Разбавление, опреснение
		III ₆₋₇	Химическая мелиорация
		III ₈₋₉₋₁₀₋₁₁₋₁₂	Разбавление, опреснение, химическая мелиорация
IV	Условно пригодна, пригодна на песках для культур средней и сильной солеустойчивости	IV ₁	Химическая мелиорация
		IV ₂₋₃₋₄	Разбавление, опреснение, химическая мелиорация
V	Не пригодна		

Снижение концентрации солей в сентябре 2017 г. до 0,641 г/л., возможно, произошло из-за уменьшения фильтрации оросительной воды через толщу почвы при поливе обоснованными нормами, а также за счет уменьшения засоленности почвы.

Глава 4. Режим орошения и водопотребление кукурузы

Для большинства сельскохозяйственных культур нижний оптимальный уровень предполивной влажности составляет 60-65% НВ (Колпаков, Сухарев, 1988, Ерхов, 1991). Снижение уровня влажности приводит к нарушению обмена веществ и появлению признаков завядания.

В наших исследованиях были приняты 2 уровня предполивной влажности, равные 60% и 70% НВ. Заданный уровень предполивной

влажности почвы для кукурузы должен поддерживаться в слое 50 см., так как здесь располагается основная масса корней.

Для того, чтобы поддержать заданные уровни влажности почвы были определены оросительные, поливные нормы, а также установлены сроки поливов.

Влажность почвы на варианте с поддержанием уровня не ниже 60% НВ находилась в пределах от НВ (24,4% от массы сухой почвы) до 60%НВ (14,4% от массы сухой почвы) (рис. 2). На варианте 70% НВ этот диапазон находился в интервале от 24,4% до 17,0%.

В 2015 году первый полив провели 12 мая по всем вариантам орошения, последний для 60%НВ 20 июля, для 70% НВ – 24 июля. Оросительная норма при режиме орошения 60% НВ составила 2550 м³/га, при режиме 70% НВ – 2750 м³/га.

В 2016 году первый полив провели 12 мая, последний для 60%НВ 27 июля, для 70% НВ – 03 августа. Оросительные нормы составили при режимах орошения 60 и 70% НВ 2250 и 2600 м³/га, соответственно.

В 2017 году первый полив был проведен 13 мая, последний для 60 и 70% НВ 25 июля и 05 августа, соответственно. Оросительные нормы составили при режимах орошения 60 и 70% НВ 2400 и 2600 м³/га, соответственно.

Во все годы исследований заданный уровень влажности на вариантах с орошением поддерживали до конца июля – начала августа. За вегетационный период проводили 7 поливов для поддержания уровня влажности 60% НВ и 8 поливов на варианте 70%НВ. После прекращения поливов запасы влаги в почве снижались ниже установленного предела, а кривая динамики влажности уходила ниже 14,4% и 17,0% на вариантах 60% и 70% НВ, соответственно.

Необходимость в поливах в этот период уже отпадала, так как интенсивно шел процесс созревания зерен кукурузы. На варианте без орошения запасы влаги в почве пополнялись лишь за счет атмосферных осадков.

На рисунке 2 представлена динамика влажности почвы под кукурузой на зерно, % от веса сухой почвы, 2015 год, вариант орошения 60 % НВ, а на рисунке 3 осадки и поливы, 2015 год, вариант орошения 60% НВ.

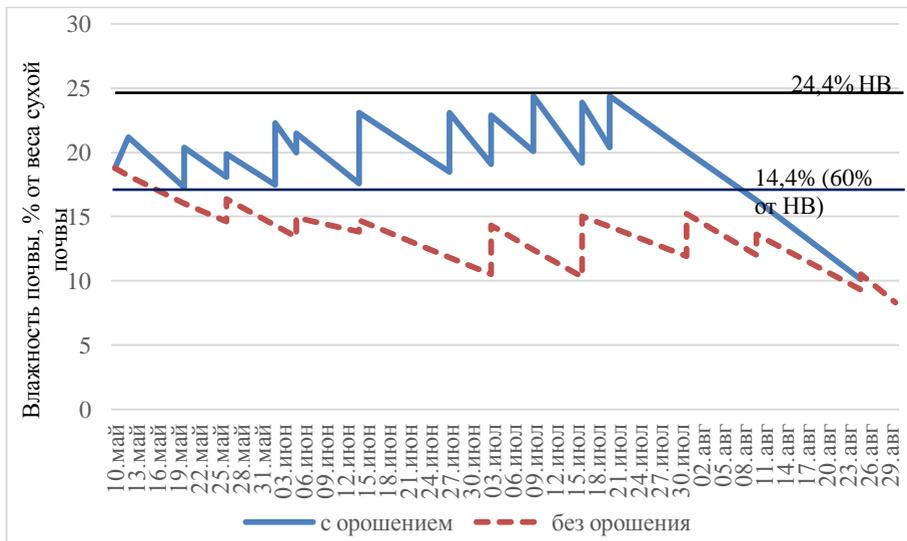


Рис. 2 Динамика влажности почвы под кукурузой на зерно, % от веса сухой почвы, 2015 год, вариант орошения 60 % НВ

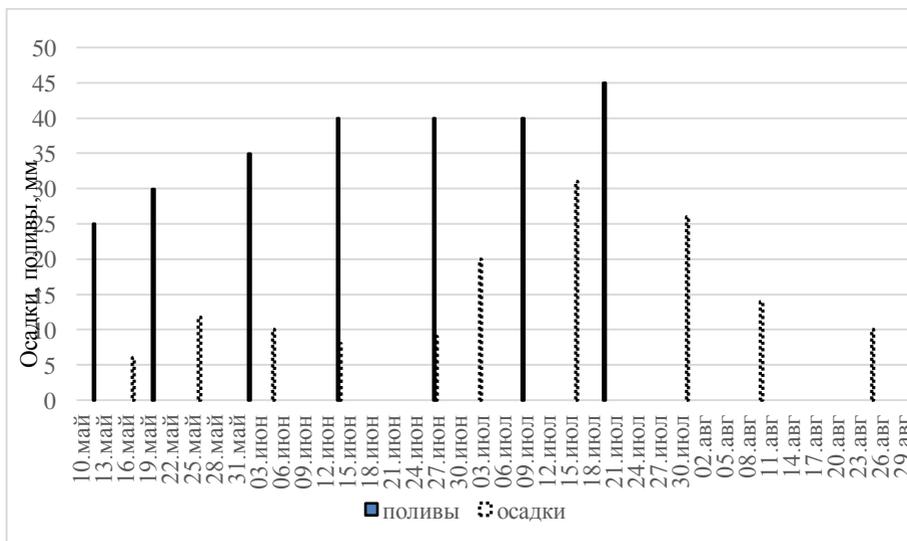


Рис. 3 Осадки и поливы, 2015 год, вариант орошения 60% НВ

Следует отметить, что в годы исследований за вегетационный период кукурузы осадков выпало в норме, близкой к многолетним значениям. Поэтому в период интенсивного роста кукуруза значительного недостатка во влаге не испытывала.

Нами были установлены количественные связи между расходами влаги и урожаем кукурузы, определено влияние на урожайность культуры суммарного водопотребления.

Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления кукурузы представлены в таблице 6.

Таблица 6 Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления кукурузы

Культура	Вариант	Год	Суммарное водопотребление м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Кукуруза (на зерно)	Б/о	2015	1685	3,8	443,4
	60% НВ		4168	5,5	757,8
	70% НВ		4328	6,7	645,9
	Б/о	2016	1188	4,0	297,0
	60% НВ		3398	6,0	566,3
	70% НВ		3708	7,0	529,7
	Б/о	2017	2100	3,5	600,0
	60% НВ		4500	5,3	849,1
	70% НВ		4620	6,2	745,2

Мы отмечаем, что во все годы исследований коэффициент водопотребления у кукурузы на вариантах с орошением оказался выше, чем без орошения. Такие показатели получены, несмотря на то, что урожайность на вариантах с орошением значительно выше. Исходя из этих результатов, можно предположить, что кукуруза не смогла сформировать более высокую урожайность зерна, так как была ограничена в ресурсах минерального питания. Такое предположение следует из того, что почвы, в целом на землях оросительной системы, и на опытном участке сильно истощены, а органические и минеральные удобрения не вносятся.

Глава 5. Урожайность кукурузы и эффективность возделывания при орошении

Максимальная урожайность зерна кукурузы получена на варианте с уровнем предполивной влажности 70% НВ в 2016 году, которая составила 7,0 т/га. Максимальная урожайность зерна кукурузы на варианте 60% НВ получена в этом же году и составила 6,0 т/га. В таблице 7 представлена урожайность кукурузы, т/га.

Таблица 7 – Урожайность кукурузы, т/га.

Культура	Варианты орошения						
	Год	Б/о	Прибавка урожайности	60% НВ	Прибавка урожайности	70% НВ	Прибавка урожайности
Кукуруза (на зерно)	2015	3,8	0	5,5	1,7	6,7	2,9
	2016	4,0	0	6,0	2,0	7,0	3,0
	2017	3,5	0	5,3	1,8	6,2	2,7
НСР ₀₅			0,4		0,4		0,4

Прибавки урожайности на каждом из режимов орошения значительные и достоверные. Это подтверждается значением показателя наименьшей существенной разницы (НСР₀₅), который составил 0,4 т/га.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что повышение урожайности зерна кукурузы произошло благодаря поливу с различными режимами орошения. Поэтому разработанные нами режимы орошения позволяют во все годы исследования значительно увеличить продуктивность культуры.

Экономическая эффективность возделывания кукурузы при орошении.

Для выявления экономической эффективности возделывания сельскохозяйственной культуры с орошением необходимо учитывать затраты на проведение поливов и стоимость полученного урожая.

Для расчета экономической эффективности использованы данные по урожайности, нормам полива, содержанию кормовых единиц в продукции, цене на зерно культуры, затратам на проведение поливов. В расчетах принята цена зерна кукурузы – 20 руб./кг.

Тариф на подачу оросительной воды составляет 7,12 руб./м³.

Наиболее высокий чистый доход и уровень рентабельности получены на кукурузе в 2016 году с режимом орошения 70% НВ. Чистый доход (ЧД) составил 61,89 тыс. руб./га, уровень рентабельности (УР) равен 334,36%. На всех вариантах с орошением во все годы исследований чистый доход и уровень рентабельности имели положительные значения. Эти результаты показывают, что возделывание кукурузы на зерно при орошении является экономически целесообразным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований были сделаны следующие **выводы**:

1. Вода, используемая для орошения, имеет минерализацию ниже 0,45 г/л, величина SAR меньше 10, следовательно, она высокого качества и может использоваться для орошения без ограничений;

2. Орошение не приводит к накоплению водорастворимых солей в слое 0 – 100 см. За годы исследований их концентрация составляла 0,09 – 0,08 – 0,11%;

3. Максимальная высота подъема грунтовых вод не превышала 1,5 м, что исключает возможность вторичного засоления орошаемых почв;

4. Натрий-адсорбционное отношение (SAR) в слое 0-100 см составляет 1,3. Это означает, что опасность осолонцевания почвы на данном участке отсутствует;

5. Для поддержания уровня предполивной влажности 60% НВ оросительные нормы по годам исследований должны составлять от 2250 до 2550 м³/га, на варианте 70% НВ – от 2450 до 2750 м³/га;

6. Поливные нормы, в зависимости от фазы развития кукурузы, изменяются от 200 до 450 м³/га на варианте 60% НВ и от 200 до 400 м³/га – на варианте 70% НВ;

7. На варианте без орошения урожайность зерна кукурузы по годам исследований получена от 3,5 до 4,0 т/га. На варианте с уровнем 60% НВ урожайность составила 6,0 т/га, при уровне предполивной влажности 70% НВ она достигла 7,0 т/га;

8. Суммарное водопотребление на вариантах с орошением по годам изменялось от 3708 до 4620 м³/га, без орошения – от 1188 до 1658 м³/га;

9. Коэффициент водопотребления кукурузы изменялся на вариантах с орошением от 529,7 до 849,1 м³/т. На варианте без орошения он составил от 297,0 до 600,0 м³/т;

10. В сравнении с вариантом без орошения наиболее высокий чистый доход (ЧД) 61,89 тыс. руб./га и уровень рентабельности (УР) 334,36%, получены на вариантах с орошением. Расчет экономической эффективности показывает, что орошение сельскохозяйственных культур целесообразно.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для предотвращения засоления почв и получения максимальной урожайности зерна кукурузы следует поддерживать уровень предполивной влажности почвы на уровне 70%НВ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение питательного режима орошаемых черноземов с целью повышения продуктивности зерновой кукурузы и снижения расход воды на образование тонны зерна. Необходимо оптимизировать минеральное питание и снизить коэффициент водопотребления.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. **Ермакова, К.С.** Влияние оросительных вод на мелиоративное состояние земель на Алейской оросительной системе / К.С. Ермакова, А.С. Давыдов, Р.Г. Горносталь // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5. (175) – С. 50-55.

2. Давыдов, А.С. Режим орошения кукурузы на зерно / А.С. Давыдов, **К.С. Ермакова** // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5. (175) – С. 55-59.

Публикации в других изданиях:

3. **Ермакова, К.С.** Качественная оценка оросительных и дренажных вод на Алейской оросительной системе / К.С. Ермакова, А.С. Давыдов, М.К. Тюрин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн /XII Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2017 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. Кн. 2. – С. 450-452.

4. **Ермакова, К.С.** Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель в Алтайском крае / К.С. Ермакова, А.С. Давыдов, М.К. Тюрин. // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн /XIII Международная научно-практическая конференция (15-16 февраля 2018 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. Кн. 2. – С 33-35.

5. **Ермакова, К.С.** Качественная оценка оросительной и дренажной воды в Рубцовско-Алейской степи. Сборник материалов семинара-практикума: МБУ «Центральная городская библиотека им. Н. М. Ядринцева». – Барнаул, 2016. – С. 19-22.

6. **Ермакова, К.С.** Состояние орошаемых участков в Алтайском крае. / К.С. Ермакова, А.С. Давыдов, М.К. Тюрин / Материалы VIII научно-практической конференции «Экология. Культура. Образование». – Барнаул, 2018. – С. 83-87.

