

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАЦИИ»

На правах рукописи

Бабичев Александр Николаевич

**АГРОМЕЛИОРАТИВНАЯ СИСТЕМА
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ЮГЕ РОССИИ**

Специальности: 06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант –
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
БАЛАКАЙ Г. Т.

Новочеркасск – 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	15
2 КОНЦЕПЦИЯ «СИСТЕМА АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ ЮГА РОССИИ».....	60
3 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	65
3.1 Характеристика почв опытных участков.....	65
3.2 Климатические условия.....	68
3.3 Программа проведения исследований	71
4 ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНЬЕВ ОРОШАЕМЫХ СЕВООБОРОТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ.....	89
4.1 Продуктивность звеньев орошаемых севооборотов.....	90
4.2 Засоренность посевов звеньев севооборота	96
4.3 Водопотребление звена орошаемого севооборота	99
4.4 Баланс питательных веществ почвы в звеньях орошаемого севооборота.....	102
5 ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЛОДОРОДИЕ ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ	108
5.1 Влияние норм высева на продуктивность сидеральных культур при весеннем сроке посева	108
5.2 Влияние сидератов на показатели плодородия черноземов обыкновенных	116
5.3 Влияние влагообеспеченности на продуктивность горчицы сарептской различного срока посева	123
6 ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ ЛЕТНЕЙ ПОСАДКИ	137

6.1 Влияние сидеральных культур на рост и развитие картофеля летней посадки.....	137
6.2 Влияние сидеральных культур на урожайность картофеля летней посадки.....	142
6.3 Влияние сидеральных культур на качество урожая картофеля летней посадки	147
6.4 Баланс питательных веществ при возделывании картофеля летней посадки после сидеральных культур	149
7 ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ	
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОРОШАЕМЫХ	
ЗЕМЛЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	
7.1 Особенности возделывания овощного гороха и сахарной кукурузы для овощного конвейера в зонах консервного производства.....	157
7.1.1 Продуктивность овощного гороха различного срока посева..	157
7.1.2 Режим орошения овощного гороха	165
7.1.3 Продуктивность овощного гороха в зависимости от доз минеральных удобрений при различной влагообеспеченности	180
7.1.4 Продуктивность гибридов сахарной кукурузы в зависимости от срока посева	190
7.1.5 Режим орошения сахарной кукурузы	198
7.1.6 Продуктивность сахарной кукурузы в зависимости от минерального питания.....	208
7.1.7 Подбор сортов и гибридов овощного гороха и сахарной кукурузы различных групп спелости для конвейерной поставки на консервный завод.....	212
7.2 Особенности возделывания сорго зернового на орошении.....	216
7.2.1 Режим орошения сорго зернового.....	216
7.2.2 Способы полива сорго зернового	225

7.2.3 Влияние удобрений на рост, развитие и урожайность сорго зернового	231
7.3 Особенности возделывания лука репчатого посевом семенами в открытый грунт на орошаемых землях.....	239
7.3.1 Режим орошения лука репчатого	239
7.3.2 Продуктивность лука репчатого в зависимости от доз минеральных удобрений при различной влагообеспеченности	250
7.4 Уточненные биоклиматические коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур и вынос элементов питания с урожаем для условий Центральной орошаемой зоны Нижнего Дона	257
8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ И ЗВЕНЬЕВ ОРОШАЕМОГО СЕВООБОРОТА	264
8.1 Экономическая эффективность звеньев орошаемого севооборота .	264
8.2 Ресурсно-экологическая оценка эффективности звеньев орошаемого севооборота на биоэнергетической основе	265
8.3 Экономическая эффективность режимов орошения и доз минеральных удобрений сельскохозяйственных культур	268
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	280
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	285
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	286
ПРИЛОЖЕНИЯ	326
ПРИЛОЖЕНИЕ А Метеорологические показатели за годы исследований.....	327
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Густота стояния растений и выживаемость зеленого горошка в зависимости от режима орошения	330
ПРИЛОЖЕНИЕ В Длина вегетационного периода в зависимости от режима орошения.....	331
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Густота стояния растений и выживаемость лука репчатого в зависимости от режима орошения	332

ПРИЛОЖЕНИЕ Д Продолжительность вегетационного периода в зависимости от режима орошения	333
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Баланс питательных веществ на орошаемом поле по культурам	334
ПРИЛОЖЕНИЕ И Баланс питательных веществ на орошаемом поле по звеньям	338
ПРИЛОЖЕНИЕ К Акты внедрения	344

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Первостепенной задачей агропромышленного комплекса России является решение проблемы продовольственной безопасности страны на основе повышения биопродуктивности и эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения. Особую роль в засушливых условиях юга России имеют орошаемые земли, где за счет восполнения дефицита влаги в почве увеличивается урожайность большинства сельскохозяйственных культур в 2–3 раза и более, повышается и эффективность использования земельных ресурсов.

Вместе с этим несоблюдение рекомендованных наукой технологий орошения и технологических процессов возделывания сельскохозяйственных культур, нарушение научно обоснованных севооборотов и структуры посевных площадей с преобладающей долей зерновых культур, в основном озимой пшеницы, нарушение сроков полива и высокие поливные нормы во многих случаях приводят к вторичному засолению, осолонцеванию, повышению щелочности и плотности почвы. Значительное снижение доз вносимых минеральных удобрений и практически прекращение внесения органических удобрений в связи с сокращением поголовья животных приводят к деградации почвы и обеднение ее питательными веществами, что приводит к снижению урожайности и рентабельности производства.

На современном этапе развития растениеводства дальнейший рост производства сельскохозяйственных культур возможен лишь на основе проведения комплекса мероприятий по увеличению эффективного плодородия почв и внедрению адаптивных технологий возделывания полевых культур, путем включения в севооборот сидеральных культур в промежуточных посевах, позволяющих восполнять органическое вещество в почве, включения в севооборот культур с высокой отдачей от орошения, рациональных режимов орошения и способов полива, способных значительно повысить продуктивность орошаемых земель с 3–4 до 12,5 и более кормовых единиц с 1 га и эффективность их использования.

Поэтому разработка и усовершенствование структуры посевных площадей

и севооборотов с включением в промежуточные посевы сидеральных культур, рациональные режимы орошения, способы полива и удобрения сельскохозяйственных культур является актуальной и востребованной в современном орошаемом земледелии.

Степень разработанности темы. В исследованиях проведенными А. Д. Дробилко (2011), Н. А. Сереевым (2011), П. Д. Шевченко (2011), В. В. Никитиным (2015), В. В. Турулевым (2006) определены основы построения орошаемых севооборотов, а А. И. Новиковым (2011), Н. А. Ивановой (1996), Е. Н. Луневой (1996), К. И. Довбан (1990) доказана перспективность использование сидеральных культур для орошаемых земель. Однако вопросам изучения видового состава, норм высева, водного режима сидеральных культур и влияние их на плодородие почв в звене орошаемого севооборота в зоне недостаточного увлажнения Нижнего Дона уделено недостаточно внимания.

Вопросами режима орошения и удобрениями сельскохозяйственных культур занималось большое количество ученых, так Л. П. Бельтюков (2010), А. З. Большаков (2002, 2003, 2007), О. А. Пергаев (2013), А. В. Алабушев (2000, 2002) занимались разработкой систем удобрений, способами обработки, режимами орошения сорго зернового, В. А. Кулыгин (2011, 2014, 2015), И. П. Кружилин (2001), Л. С. Федотова (2010), С. Б. Прямов (2014), Н. Н. Дубенок (2015) режимами орошения и удобрениями картофеля, Н. В. Кузнецова (2009), В. В. Выборнов (2008), Т. Девятерикова (2015) вопросами орошения и удобрениями лука репчатого, Н. З. Канукова (2000), А. Г. Беседин (2014), В. А. Ушаков (2014) обосновали сортовой состав, удобрения и конвейер поставки овощного гороха, И. П. Кружилин (2000), С. В. Маслиев (2014), Т. В. Саморотина (2013) предложили режим орошения и систему удобрений для сахарной кукурузы. Но в условиях орошения Нижнего Дона, недостаточно изучены технологии возделывания сельскохозяйственных культур в звене севооборота, включая рациональные режимы орошения, способы полива, приемы снижения водопотребления и рационального использования водных ресурсов сельскохозяйственных культур с учетом ресурсосбережения, биоклиматические коэффициенты и коэффициенты выноса питательных ве-

ществ для черноземов обыкновенных на орошении в условиях Нижнего Дона исследуемых культур, элементы технологии возделывания гороха овощного и кукурузы сахарной при орошении, подбор их сортов и гибридов, изучение сроков посева, питательный и водный режимы, обоснование структуры посевных площадей гороха овощного и кукурузы сахарной для увеличения продолжительности периода непрерывного обеспечения сырьем консервных заводов.

Представленная диссертация «Агромелиоративная система повышения эффективности использования орошаемых земель на юге России» представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном, техническом и методологическом уровне. Выводы, изложенные в диссертации, научно обоснованы и подтверждены большим объемом экспериментальных и расчетных данных.

Цель исследований – повышение эффективности использования орошаемых земель путем создания системы агромелиоративных приемов адаптации технологий возделывания орошаемых культур к складывающимся природно-климатическим условиям.

Задачи исследований:

- провести анализ научных исследований по вопросам повышения эффективности использования орошаемых земель за счет усовершенствования элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур и разработки звеньев севооборота с использованием сидерации;

- разработать Концепцию «Система агромелиоративных приемов повышения эффективности использования орошаемых земель на орошаемых черноземах обыкновенных юга России»;

- установить влияние чередования сельскохозяйственных культур в звене орошаемого севооборота на их продуктивность;

- установить влияние видов сидеральных культур, их питательного и водного режимов, элементов агротехники на величину формирования вегетативной массы, увеличение содержания органического вещества в почве, влияние их последствия на фитосанитарное состояние посевов и урожайность последующих культур в звене орошаемого севооборота;

- усовершенствовать технологии орошения овощного гороха, сахарной кукурузы, лука репчатого, сорго зернового и картофеля летней посадки в звене севооборота, включающие рациональные режимы орошения, способы полива, приемы снижения водопотребления и рационального использования водных ресурсов этими культурами;

- уточнить биоклиматические коэффициенты и коэффициенты водопотребления в годы с различной влагообеспеченностью для расчетов сроков полива и поливных норм различных сельскохозяйственных культур;

- установить влияние доз применения минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, эффективность использования удобрений, уточнить коэффициенты выноса питательных веществ с урожаем в зависимости от доз удобрений и величины урожайности при орошении.

Научная новизна работы.

Усовершенствована Концепция «Система агромелиоративных приемов повышения эффективности использования орошаемых земель на орошаемых черноземах обыкновенных юга России».

Разработаны рациональные режимы орошения и уточнены биоклиматические коэффициенты овощного гороха, сахарной кукурузы, лука репчатого, сорго зернового и картофеля летней посадки на орошаемых черноземах обыкновенных юга России.

Определены рациональные дозы минеральных удобрений овощного гороха, сахарной кукурузы, лука репчатого, сорго зернового и картофеля летней посадки и уточнены их коэффициенты выноса элементов питания на орошаемых черноземах обыкновенных юга России.

Установлены виды, оптимальные сроки посева и нормы высева сидеральных культур и их влияние на продуктивность и качество последующих культур орошаемого севооборота.

Разработаны звенья орошаемого севооборота, обеспечивающие повышение продуктивности орошаемого клина, воспроизводство плодородия почвы и эффективности использования орошаемых земель.

Теоретическая и практическая значимость.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке концепции системы агромелиоративных приемов повышения эффективности использования орошаемых земель и их плодородия, в установлении зависимости урожайности от питательного и водного режимов почвы, биоклиматических коэффициентов, коэффициентов выноса питательных веществ растениями, взаимосвязи роста и развития растений с биотическими и абиотическими факторами, которые позволят в современных условиях ведения сельскохозяйственного производства повысить продуктивность орошаемого гектара при сохранении и воспроизводстве показателей плодородия почвы.

Материалы диссертационных исследований нашли свое отражение в следующих работах «Рекомендации по возделыванию картофеля на орошаемых землях Ростовской области» (2011); «Рекомендации по возделыванию овощного гороха в условиях орошения Ростовской области» (2011); «Рекомендации по технологии возделывания сахарной кукурузы в условиях орошения Ростовской области» (2011); «Приемы повышения биопродуктивности земель, сохранения почвенного плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов» (2011); «Современные технологические приемы возделывания овощных культур» (2011); «Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы» (2013); «Ресурсовлагодосберегающие приемы возделывания полевых культур в орошаемых севооборотах в Ростовской области» (2014). По результатам исследований предложено устройство и технология внутрпочвенного полива семян при посеве (патент № 2483516).

Практическая значимость работы определяется разработкой важных элементов агротехники (сидерация, режим орошения, способы полива, система удобрений, сроки посева) сельскохозяйственных культур на орошаемых черноземах, позволяющих усовершенствовать технологии возделывания сельскохозяйственных растений в звеньях орошаемого севооборота, направленных на ресурсосбережение, сохранение и воспроизводство плодородия почв.

Внедрение результатов исследований в Центральной орошаемой зоне Ро-

стовской области позволило повысить урожайность овощного гороха на 95,2 %, сорго зернового на 58,7 %, лука репчатого на 52,7 % и картофеля летней посадки на 11,7 %.

Методология исследований включала эмпирический общенаучный метод – наблюдение, измерение, эксперимент и теоретический – математическое моделирование, системный анализ, формализация. Экспериментальные методы включали полевые и лабораторные исследования по изучению свойств почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Точность и оценка результатов эксперимента проводилась конкретно-научными методами корреляционно-регрессионного анализа.

Основные положения, выносимые на защиту:

- концепция «Система агромелиоративных приемов повышения эффективности использования орошаемых земель на орошаемых черноземах обыкновенных юга России»;

- особенности влияния чередования сельскохозяйственных культур в звене орошаемого севооборота на эффективность использования орошаемых земель;

- закономерности влияния видов сидеральных культур, их питательного и водного режимов, элементов агротехники на величину формирования вегетативной массы, увеличение содержания органического вещества в почве, фитосанитарное состояние посевов и урожайность последующих культур в звене орошаемого севооборота;

- уточненные биоклиматические коэффициенты для определения сроков полива и поливных норм сельскохозяйственных культур;

- особенности влияния доз минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и уточненные коэффициенты выноса питательных веществ с урожаем при орошении;

- биоклиматические коэффициенты и коэффициенты водопотребления в годы с различной влагообеспеченностью для расчетов сроков полива и поливных норм различных сельскохозяйственных культур;

- коэффициенты выноса питательных веществ с урожаем в зависимости от

доз удобрений и величины урожайности при орошении.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях: Международная конференция «Пути повышения эффективности использования мелиорированных земель в АПК России», Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ» (2003 г.); научно-практический семинар «Совершенствование технологий орошения в современных условиях землепользования», Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ» (2004 г.); научно-практическая конференция «Повышение эффективности использования орошаемых земель Южного Федерального округа» (Шумаковские чтения совместно с заседанием РАСХН), (30 сентября 2005 г.), Новочеркасск, НГМА; 2-й Всероссийская конференция молодых ученых «Новые технологии и экологическая безопасность в мелиорации», (24–26 октября 2005 г.) Коломна; российский научно-практический семинар «Повышение эффективности использования мелиорированных земель», Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ» (2006 г.); круглый стол «Экологические аспекты проблем нормирования водопользования в орошаемом земледелии», (5–6 июня 2007 г.), Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»; научно-практическая конференция «Инновационный путь развития АПК – магистральное направление научных исследований для сельского хозяйства», (6–9 декабря 2007 г.), Персиановский, ДонГАУ; научно-практический семинар «Современные приемы сохранения и восстановления плодородия орошаемых земель», (18–20 июня 2008 г.), Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»; научно-практический семинар «Проблемы мониторинга и сохранения плодородия почв мелиорированных земель», (26–27 мая 2009 г.), Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»; международная научно-практическая конференция «Ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии в сельскохозяйственном производстве» (Шумаковские чтения), (21–22 октября 2010 г.), Новочеркасск, НГМА; научно-практическая конференция «Интеграция науки, образования и бизнеса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации», (2–4 февраля 2010 г.), Персиановский, ДонГАУ; научно-практическая конференция «Современные приемы повышения эффективности использования орошаемых земель в современных условиях хозяй-

ствования», (30 июня 2010 г.), Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»; научно-практическая конференция «Актуальные проблемы безопасного использования орошаемых земель», (30 ноября 2010 г.), Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»; научно-практическая конференция «Актуальные проблемы развития орошаемого земледелия», Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ» (2012 г.); научно-практическая конференция молодых ученых «Современная мелиоративная наука – теория, практика, технологии», (20 апреля 2012 г.), Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»; международная научно-практическая конференция «Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России», (7–10 февраля 2012 г.), Персиановский, ДонГАУ; донская аграрная научно-практическая конференция «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы» Зерноград (2012 г.); научно-практическая конференция «Современное состояние и перспективы развития мелиоративного, лесомелиоративного и водохозяйственного комплексов Юга России» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН), (27–28 сентября 2012 г.), Новочеркасск, НГМА; міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства», (5 грудня 2012 року) Київ; III Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України», (16–17 травня 2013 року) Тернопіль; международная научно-техническая конференция «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», (16–17 октября 2013 г.) Минск; международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Актуальные научные исследования в области мелиорации», (26 сентября 2015 г.), Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»; научно-практическая конференция с международным участием «Приемы сохранения и повышения плодородия почв мелиорированных земель», (21 февраля 2015 г.), Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ».

Место и годы проведения исследований. Научные исследования проводились на протяжении 12 лет, в период с 2003 по 2014 г., в ОПХ РООМС Багаевско-

го района, ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района и ЗАО «Нива» Веселовского района Ростовской области.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 53 научные работы, в том числе, в изданиях рекомендованных ВАК РФ – 15, получен 1 патент на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов, предложений производству, списка литературы и приложений к основному тексту. Содержание работы изложено на 371 странице, в том числе 285 страниц основного текста. Диссертационная работа содержит 159 таблиц, 60 рисунков, 8 приложений. Список литературы включает 404 источника, в том числе 37 на иностранных языках.

Личный вклад автора заключается в определении актуальности темы диссертации, в постановке целей и задач исследований, в организации и проведении исследований, с учетом современных методологических подходов, подготовке диссертации, выводах и предложениях производству, внедрение результатов исследований в сельскохозяйственное производство.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Особенности построения севооборотов в условиях орошения. Севооборот есть научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур во времени и на территории хозяйства, осуществляемое в определенном порядке. Это чередование неразрывно связано с системой обработки почвы, системой удобрений, режимом орошения, мелиоративными мероприятиями, мерами по борьбе с сорняками, вредителями и т. д. [79, 309].

Основные принципы обоснования структуры севооборотов (зерновых, кормовых, овощных) следующие:

- поддержание положительного баланса гумуса за ротацию севооборота;
- снижение численности сорной растительности;
- подавление развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур;
- снижение загрязнения окружающей среды за счет уменьшения доз минеральных удобрений;
- устранение водной и ветровой эрозии;
- предотвращение накопления метаболитов и токсинов, выделяемых корнями растений [95, 96, 98].

При построении севооборота необходимо учитывать, что каждая культура не только выполняет свою роль предшественника (определяя запасы гумуса, азота и других элементов плодородия), но и противозерозионную и санитарно-защитную роль.

При правильном чередовании каждая предшествующая культура должна обеспечить наилучшие условия для развития последующей независимо от продолжительности ротации; повторные посевы одной культуры допустимы до тех пор, пока они, даже на высоком агрофоне, не снижают своей продуктивности [81, 129, 292, 305].

Бессменный посев неодинаково сказывается на продуктивности сельскохозяйственных растений. Некоторые культуры (такие, как подсолнечник, сахарная свекла) резко снижают свой урожай, другие (картофель, кукуруза) – сравнительно

меньше, третьи находятся в промежуточном положении (зерновые). Причины снижения заключаются в одностороннем минеральном питании; поражении одинаковыми вредителями, болезнями, увеличении засоренности полей, изменении физических свойств почвы. При монокультуре иногда проявляется почвоутомление как у льна, люцерны и др. Одна из причин этого явления – развитие паразитической микрофлоры на корнях культурных растений. При повышении уровня агрофона отрицательное влияние монокультуры уменьшается, однако оно радикально разрешается только путем освоения правильных севооборотов [296].

Одним из основных принципов построения севооборота на орошаемых землях является правильный подбор и сочетание основных и промежуточных культур на одном поле. Промежуточные культуры (подсевные и пожнивные) более полно используют поливную воду и остаточную влагу из почвы и после основной культуры, способствуют улучшению борьбы с сорняками, возбудителями болезней, улучшают водно-физические свойства почвы и повышают ее плодородие, особенно при использовании их в качестве сидератов. Правильное чередование должно обеспечить размещение каждой культуры по лучшим для нее предшественникам. Севообороты могут быть различной продолжительности ротации, но для орошаемых земель, по мнению многих научных учреждений, лучше короткие 6–7–8-польные [266].

В условиях орошения рекомендуют выращивать наиболее урожайные, хозяйственно ценные культуры. Состав и соотношение их в каждом севообороте определяется производственной специализацией, государственным плановым заданием по производству сельскохозяйственной продукции в растениеводстве и созданию устойчивой кормовой базы для животноводства. Выполнение этих заданий обеспечивается соответствующей структурой посевных площадей сельскохозяйственных культур в севообороте и агрокомплексом выращивания высоких и устойчивых урожаев [11, 351].

Одной из принципиальных сторон построения севооборота является насыщенность основной культурой. Особенно большой интерес вызывает возможность насыщения севооборотов зерновыми культурами. Многочисленными исследова-

ниями за рубежом и в нашей стране установлено, что насыщенность севооборотов зерновыми культурами можно доводить до 50–60 % занимаемой площади, так как зерновые при достаточной влагообеспеченности и частом повторении усиленно поражаются корневыми гнилями. При одногодичном интервале посева зерновых влияние корневых гнилей несколько уменьшалось, при двухлетнем – резко ослабевало, при более продолжительном интервале поражение растений почти не наблюдалось. Следовательно, уменьшение поражения зерновых культур корневыми гнилями в севообороте можно добиться при интервале повторения этих культур не менее 1–2-х лет на одном поле и включении невосприимчивой культуры к этой болезни в основном или пожнивном посеве. Поражение растений уменьшается также за счет оптимального срока сева, нормы высева семян, неглубокой их заделки, глубокого запахивания стерни предшественников на дно борозды; правильного выбора сорта, устойчивого к поражению корневыми гнилями; внесения навоза, соломы и сидератов в сочетании с повышенными дозами минеральных удобрений [311].

В степных орошаемых районах юга России на больших площадях выращиваются зерновые культуры (озимая пшеница, кукуруза, рис), кормовые (люцерна, кукуруза на силос, сорго-суданковый гибрид, сорго), технические (сахарная свекла, соя, подсолнечник). В качестве пожнивных культур применяются кукуруза на силос и зеленый корм, горохоовсяная смесь на зеленый корм, просо и гречиха на зерно, скороспелые мексиканские сорта яровой пшеницы на зерно, сорго-суданковый гибрид на сено и др. Под овощные культуры и рис отводятся специальные севообороты с небольшой площадью полей, отвечающие биологии и технике возделывания этих культур. При размещении культур в севообороте нужно оценивать каждую из них как предшественника последующей. Выбор предшественников ограничивается установленной структурой посевных площадей. Поэтому лучшие предшественники используют в первую очередь для получения высокого урожая более ценных в хозяйственном отношении культур [179, 269, 345].

Бобовые культуры обычно являются хорошими предшественниками для большинства культур. Горох как однолетняя бобовая культура рано освобождает

поле. Это дает возможность вырастить еще один урожай пожнивной культуры, если только поле не предназначено в том же году для посева пшеницы. Известно, что по количеству оставляемого в почве органического вещества многолетние травы (люцерна) занимают первое место среди сельскохозяйственных культур и являются отличным предшественником для озимой и яровой пшеницы, овощных и других культур [97, 139, 316].

Пропашные культуры при правильном уходе способствуют хорошему очищению почвы от сорняков и нормализуют аэробный микробиологический процесс. Они также являются хорошими предшественниками для зернобобовых, зерновых и других культур. После пропашных в почве часто остается повышенный запас воды и питательных веществ.

Под озимую пшеницу пригодны только рано убираемые пропашные, такие, как кукуруза на силос, ранние овощные и картофель, после которых можно своевременно подготовить почву, внести удобрения, провести влагозарядковый полив и посеять в оптимальный срок.

Пропашные зернобобовые как соя, могут быть обычным предшественником и для многих яровых культур. Подсолнечник и сахарная свекла сильно истощают почву, но поливы и удобрения в значительной мере устраняют эти недостатки. Повторные посевы кукурузы возможны в течение 2–3 лет и более. Повторение посевов сахарной свеклы, подсолнечника обычно не допускается, так как это ведет к большому недобору урожая. При построении овощного севооборота нельзя допускать посева пасленовых культур (помидоры, баклажаны, перец, картофель) по пасленовым, так в этом случае могут усиливаться опасные вирусные и другие заболевания [49, 350].

Озимые зерновые культуры широко используются как предшественники пропашных, овощных, зернобобовых, яровых зерновых культур. Их ценность отчасти состоит в раннем освобождении поля от соломы, после чего можно своевременно обрабатывать почву, внести удобрения, провести борьбу с сорняками. После уборки озимых и зернобобовых культур на зерно в зоне орошения остается еще достаточно времени, чтобы вырастить второй урожай пожнивных культур.

Когда озимые культуры убираются на зеленый корм, то можно вырастить после них полноценный урожай кукурузы на зерно или на силос.

Из группы типичных хлебов яровые зерновые менее ценные предшественники, чем озимые. Они позднее озимых освобождают поля, которые обычно более засорены сорняками, в почве остается меньше влаги и питательных веществ. Для правильной оценки яровых зерновых, а также других культур как предшественников, нужно учитывать, после какого предшественника они размещались, и при какой агротехнике возделывался их предшественник. Яровые, возделывавшиеся после хорошо удобренных пропашных, оцениваются значительно выше, чем те, которые возделывались после зерновых культур сплошного посева.

Для повышения урожайности возделываемых культур на орошаемых землях следует совершенствовать технологию их возделывания в зависимости от размещения в севообороте, то есть от предшественников [206, 322].

Следовательно, приемы возделывания сельскохозяйственных культур, такие как система обработки почвы, система удобрений, система борьбы с вредителями и болезнями и другие, должны рассматриваться в порядке очередности размещения культур в севообороте, с учетом особенностей возделывания каждого предшественника.

Исследования, проведенные в Белгородском НИИСХ, позволили установить, что в зернотравянопропашном севообороте на всех уровнях удобренности и на всех способах обработки почвы было зафиксировано накопление органического вещества. В севооборотах без трав на неудобренном фоне содержание гумуса в верхнем горизонте почвы уменьшилось на 0,13–0,19 %; внесение навоза в дозе 8 т/га элиминировало отрицательный синдром гумусообразования, а двойная доза органических удобрений позволила обеспечить расширенное воспроизводство гумуса [86].

Среднегодовое применение 14,8 т/га органических удобрений обеспечило продуктивность сельскохозяйственных культур 53,3 ц к. е./га при сохранении содержания гумуса на первоначальном уровне, а содержание подвижных форм фосфора и калия при этом снизилось. Обменная кислотность почвенной среды

при этом повысилась. При возрастании доз азотных удобрений кислотность пахотного слоя увеличивалась, а содержание подвижного фосфора и калия уменьшалось [202].

Таким образом, при научном обосновании различных типов севооборотов и при оценке по примерному балансу гумуса, наиболее отвечают требованиям интенсивного орошаемого земледелия 5–7- и 8-польные зерно-кормовые севообороты с 2–3 полями люцерны (до 25–40 %), зерновыми (до 40–60 %) и кормовыми в основном и в пожнивном посеве. Обязательным для них является внесение 25–40 т навоза на гектар под кукурузу на зерно и силос. В пожнивном посеве в основном после озимой пшеницы можно возделывать зернобобовые, кукурузу на зеленый корм и силос, просо. Для менее плодородных почв с худшими водно-физическими свойствами (каштановые солонцеватые, глинистые почвы) больше соответствуют 7 и 8-польные севообороты с использованием люцерны до 3–4 лет возделыванием более приспособленных к этим почвам культур (озимая пшеница, ячмень, сорго-суданковый гибрид). Под пропашные культуры также следует вносить навоз, а после озимой пшеницы возделывать пожнивные культуры не только на корм, но и как сидераты или полусидераты.

В условиях богары, в отличие от орошения, одним из основных факторов стабильного земледелия является наличие в севообороте парового поля. Ни одно поле севооборота не способно так, как паровое, аккумулировать влагу осадков даже при их малоблагоприятном распределении в течение года. Пар способствует стабилизации питательного режима, здесь же ведутся основные работы по улучшению фитосанитарного состояния полей [143].

В исследованиях, проведенных на опытных участках ЗАО «Нива», практикующих циклическое орошение, использовался семипольный севооборот: 1 – люцерна на сено; 2 – люцерна на семена; 3, 4 – озимая пшеница; 5 – кукуруза на зерно; 6, 7 – овощные культуры. Каждое поле орошалось 28 % от продолжительности ротации севооборота. Орошались овощные культуры, озимая пшеница и другие малоотзывчивые культуры располагались на богаре. По итогам исследований установлено, что на полях наблюдался стабильный мелиоративный режим, подь-

ема УГВ не происходило за счет биологического дренирования озимой пшеницей излишков влаги, снижения урожайности отмечено не было [80].

При расширенном воспроизводстве плодородия чернозема для восстановления его продуктивности исследователи предлагают использовать 7–8-польные севообороты, насыщенные многолетними травами, пожнивными культурами и промежуточными посевами. Такие севообороты за 7–8-летнюю ротацию могут создать положительный баланс гумуса [69, 70].

При введении и освоении овощных и овощекормовых севооборотов на периодически орошаемых землях юга Ростовской области, в зависимости от специализации хозяйств, рекомендуются следующие схемы овощных севооборотов: 6–8-польные овощекормовые севообороты с включением многолетних трав 1–2 лет использования; 4–5-польные овощные севообороты с чистыми и занятыми парами; 4-польные овощные севообороты с короткой ротацией; 5–6-польные овощные севообороты с включением промежуточных посевов кормовых культур на зеленое удобрение; 3–4-польные овощные севообороты с повторными посевами зеленных культур. Одним из лучших предшественников в специализированных овощных севооборотах зоны являются многолетние травы двух и трех лет использования. На засоренных землях чистые пары могут быть включены как предшественники овощных культур. Занятые пары агротехнически и экономически целесообразны в хозяйствах с высокой культурой земледелия. Основу овощных севооборотов может составить плодосмен с широким набором промежуточных посевов кормовых культур на зеленое удобрение, включением многолетних трав [82, 130].

Практика орошения черноземов показала, что дополнительное увлажнение этих почв без учета их региональных и мелиоративных особенностей и применение необоснованных, несоответствующих им режимов орошения, приводит к неблагоприятным изменениям в направленности процессов почвообразования, вызывающим снижение плодородия почв. Основным показателем плодородия почв является гумус, его запасы и качественный состав. Сработка запасов гумуса сопровождается ухудшением практически всех свойств почв – разрушением струк-

туры, уплотнением и снижением водопроницаемости, снижением величины ППК, уменьшением содержания доступных элементов питания и биологической активности и, как следствие, потерей почвой ее роли как геохимического барьера.

Существуют различные точки зрения об изменении содержания и состава гумуса при оценке влияния орошения на плодородие почв. Согласно литературным данным, чаще всего снижение гумуса наблюдается в первые годы орошения, затем происходит стабилизация его запасов и далее, с увеличением срока орошения даже их некоторое увеличение [62, 180, 363].

Многими исследователями установлено некоторое перераспределение гумуса по профилю, уменьшение его содержания в пахотном слое и увеличение с глубиной. Практически всюду в условиях орошения происходит изменение качественного состава гумуса, растет его подвижность, снижается содержание гуминовых кислот (особенно связанных с кальцием), возрастает роль фульвокислот [62, 264, 265, 267, 283, 287, 363].

Следовательно, в условиях орошаемого земледелия возрастающая роль органического вещества почвы диктует необходимость поиска таких мер, которые были бы направлены не только на регулирование общего содержания, но и его качественного состава.

Для решения проблемы регулирования гумусного состояния почв потребуются целый комплекс агромелиоративных воздействий, в результате проведения которых плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур должны повышаться [126, 325, 335, 364].

Анализ отечественной и зарубежной литературы [33, 138, 145, 173, 178, 209, 354] свидетельствует о том, что основными направлениями в решении проблемы обеспечения почв гумусом являются:

- сохранение существующих запасов гумуса;
- увеличение обеспеченности почв гумусом за счет внесения органических веществ;
- создание благоприятных условий для накопления и закрепления органических веществ в почве.

Гумус представляет собой сложный динамический комплекс органических соединений, образующийся при разложении и гумификации органических остатков растительного и животного происхождения. Превращение растительных материалов под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов идет в почве разными путями:

а) полной минерализации до образования простых соединений CO_2 , H_2O , NO_3 , простых солей;

б) синтеза новых органических веществ, составляющих микробные тела (микробный синтез); после автолиза микроорганизмов эти вещества снова подвергаются превращениям;

в) синтеза специфических гумусовых веществ в основном за счет промежуточных продуктов разложения – гумификации [29, 78, 183].

Эти процессы протекают в условиях доступа воды и кислорода воздуха под воздействием обитающих в почве микроорганизмов (бактерий, грибов, актиномицетов).

Процесс разложения и гумификации органических материалов в почве, по мнению М. М. Кононовой [183], может протекать по двум направлениям. Различают анаэробный и аэробный процессы разложения органического вещества. При этом разложение в аэробных условиях протекает быстрее, чем в анаэробных.

Существенное различие этих двух типов разложения сказывается и на образующихся при этом конечных продуктах распада.

Так, при аэробном разложении всегда получают продукты вполне окисленные, как например, вода, угольная, азотная, фосфорная, серная и другие кислоты, которые, реагируя с основаниями, дают различные соли, идущие на питание растений; при анаэробном процессе, протекающем в бескислородной среде, образуются различного рода недоокисленные соединения, такие например, как метан, фосфористый водород, сероводород, аммиак и др., большинство из которых являются ядовитыми для корней культурных растений.

Благоприятные условия для культурных растений могут быть созданы в почве только при одновременном развитии и сочетании аэробного и анаэробно-

го процессов, способствующих накоплению гумуса. Это возможно только в рыхлых, хорошо проветриваемых почвах [108].

Так как гумусное состояние находится в прямой зависимости от свойств почв, поэтому первоочередными мероприятиями по его оптимизации являются те, которые способствуют снижению или исключению деградиционных процессов, таких как:

- переувлажнение и заболачивание;
- осолонцевание и ощелачивание;
- уплотнение и слитизация;
- вторичное засоление и т. д.

Затем должны проводиться приемы по накоплению общего содержания гумуса и улучшению его состава. Но, как известно, при регулярном орошении в связи с высокой влажностью почв и уменьшением аэрации нарушается биологическая активность и снижается процесс гумификации [108]. Основную часть дефицита гумуса следует компенсировать при осуществлении химической мелиорации, которую по последним разработкам РосНИИПМ рекомендуется проводить удобрительно-мелиорирующими компостами или сочетая кальцийсодержащие вещества (гипс, фосфогипс) и органику [346]. Остальные запасы гумуса должны быть восполнены в фазу богары. Именно в богарных условиях, когда влажность и воздух в почвах более оптимизированы, возобновляются аэробные процессы, активизирующие микробиологическую деятельность. В эту фазу нормализуется процесс гумификации тех пожнивно-корневых остатков, которые в большей своей массе формируются в фазу орошения, меняется состав гумуса, в сторону образования гуматов. Вновь образованные гуматы кальция обеспечивают создание водпрочной структуры. Как видно, анаэробные процессы, в основном, протекают в условиях орошения, а аэробные создаются в условиях богары [277, 362].

При выборе агро-мелиоративных приемов по накоплению гумуса необходимо придерживаться следующих положений:

- баланс гумуса в пахотных почвах зависит от баланса органически связанного азота. Внесение минерального азота снижает потери гумуса почвой. Кроме

этого, азот минеральных удобрений участвует в процессах гумификации свежего органического вещества (растительных остатков, навоза и др.) и тем самым увеличивает количество новообразованного гумуса, и часть азота минеральных удобрений закрепляется в почве в органической форме;

- для поддержания бездефицитного баланса органического вещества в пахотном слое почв необходимо вносить органические удобрения в сочетании с оптимальными нормами минеральных туков, рассчитанных на запланированный урожай с учетом запасов питательных элементов в почве и внесения их с органикой;

- при разработке системы удобрений следует иметь в виду, что нормы органических удобрений существенно изменяются в зависимости от типа севооборота, структуры посевов, уровня урожайности и должны уточняться с учетом местных условий. Научными учреждениями разработаны нормы внесения органических удобрений для орошаемых почв юга России: на выщелоченные черноземы – 7–12 т/га в год; на обыкновенные – 6–8 т/га в год; на каштановые почвы – 4–5 т/га [265];

- эффективность 1 т сидератов за ротацию севооборота эквивалентна 1 т подстилочного навоза, так, например, 150–200 ц зеленой массы пожнивной бобовой культуры, запаханные поздней осенью по своему удобрительному действию равноценны внесению 20 т навоза на 1 га [207, 279];

- многолетние травы накапливают 1,0–1,5 т/га органического вещества в год, а при высоких урожаях – до 6–10 т/га;

- органические удобрения (навоз КРС, птичий помет) целесообразно сочетать с кальцийсодержащими мелиорантами. Мелиоранты способствуют лучшему использованию удобрений, повышают коэффициент гумификации, снижают подвижность гуматов, увеличивая последствие удобрений;

- с каждой 1 т измельченной соломы, стержней и корней вносится до 800 кг органического вещества, 15 кг азота, 8 кг калия, микроэлементы соломы стимулируют биологическую активность почв. Развивающийся при ее внесении комплекс сапрофитной микрофлоры подавляет болезнетворные микроорганизмы, способ-

ствуется мобилизации питательных веществ из почвы, фиксации атмосферного азота;

- в связи с недостатком органики следует развивать компостирование.

Прямое воздействие на консервативную часть гумуса с целью увеличения содержания и запасов гуматов и гумина, изменения группового состава гумуса более сложно. Для этого необходимо изменить или общие условия гумификации или использовать хорошо гумифицированные органические удобрения, а именно: гуминовые препараты, углегуматы, органо-минеральные компосты [200, 201, 291, 313, 335].

Применение удобрений является необходимым мероприятием по повышению плодородия почв и урожая сельскохозяйственных культур [291]. Удобрения содержат необходимые для растений питательные элементы, повышающие биологическую активность в почве, усиливающие мобилизацию питательных веществ в ней и изменяющие ее свойства [133]. Без компенсирования выноса элементов питания с урожаем за счет удобрений наступают обеднение и деградация почв. Однако и чрезмерное их внесение в почву или несбалансированное применение не приводит к адекватному повышению урожая, а порой сопровождается ухудшением плодородия почв. Важное значение имеет обоснованное определение количества каждого вида удобрения, вносимого в почву, с соблюдением наиболее благоприятного соотношения питательных веществ в удобрениях при лучших сроках и способах внесения [239]. Таким образом, внесение удобрений является основным элементом обеспечения оптимального режима питания растений.

Все удобрения можно классифицировать по химическому составу на минеральные и органические. Минеральные удобрения в зависимости от количества содержащихся в них элементов питания растений делят на простые – с одним элементом, и комплексные, содержащие два и более элемента. В свою очередь, комплексные минеральные удобрения делят на сложные, сложно-смешанные и смешанные. К органическим элементам относятся навоз, навозная жижа, птичий помет, торфяные компосты и зеленое удобрение.

Оптимизация минерального питания сельхозкультур это огромный резерв,

использование которого позволяет уйти от практики, когда сельхозпроизводители вносят традиционные макроудобрения без сбалансированного внесения микроэлементов. Нередко урожай бывает на низком уровне потому, что в почве очень мало бора, марганца, молибдена или меди. Растения плохо растут, слабо плодоносят и сильно страдают от заболеваний. Бор, марганец и медь вносят в очень малых количествах (от 0,5 до 10 кг на 1 га). Для удобства внесения микроудобрения обычно тщательно перемешивают с каким-либо минеральным удобрением и вместе с ним рассеивают.

Существенным недостатком МУ является наличие в них сопутствующих балластных элементов и токсичных веществ. Последние попадают в МУ, главным образом, с сырьем для их производства, а иногда загрязнение происходит и в технологическом процессе. Наибольшее как по концентрации, так и по числу элементов количество примесей имеется в фосфорных удобрениях, а так же в сложных, получаемых с использованием ортофосфорной кислоты (аммофосы, нитрофосы, двойные суперфосфаты и ряд других). В промышленных удобрениях, выпускаемых в настоящее время, содержится значительное количество меди, цинка и свинца.

Кроме примесей в МУ содержатся токсические элементы. Так, содержание фтора в суперфосфате достигает 1–1,5 %, а в аммофосе – 3–5 %. Практически 50–80 % фтора поступающее с фосфатным сырьем остается в удобрениях.

Кадмий также входит в состав удобрений. Различные виды суперфосфата, в зависимости от сырья содержат 1–170 мг кадмия на 1 кг удобрения.

Мышьяк поступает в почву с нитратами, сульфатами, мочевиной. С ними поступает от 1 до 10 г/га этого элемента, а с двойным суперфосфатом – до 30–300 г/га.

Для оценки потенциального выноса веществ в водные объекты важную роль играет растворимость минеральных удобрений в воде. Наиболее растворимыми являются азотные удобрения, такие как аммиачная селитра, мочевина, сульфат аммония и т. д. Фосфорные и калийные менее растворимы [237, 284, 326, 327, 348].

Переход к сложным удобрениям – новый этап в использовании минеральных удобрений, обеспечивающий при правильной системе их применения более продуктивное усвоение растениями питательных элементов. Себестоимость производства комплексных удобрений (в пересчете на единицу питательного вещества) выше, чем простых удобрений. Однако затраты на доставку, хранение и внесение в почву комплексных удобрений по сравнению с простыми гораздо меньше. В итоге общая стоимость применения комплексных удобрений (с учетом затрат на их производство) примерно на 10 % ниже, чем простых.

В современном ассортименте комплексных удобрений ведущее положение занимает аммофос, на долю которого приходится по разным источникам 10–13 % всего количества удобрений или 45–55 % всех сложных форм. Около 6 % всех удобрений или 20,3 % всех сложных форм составляют трехкомпонентные удобрения с выровненным соотношением питательных веществ (1:1:1). Они представлены преимущественно нитроаммофоской, нитрофоской, карбоаммофоской, азофоской [92, 119, 298, 347, 350].

Исследованиями ученых установлено, что эффективность комплексных удобрений в значительной степени определяется наличием в их составе водорастворимых соединений фосфора.

Исследования позволили установить, что содержание водорастворимого фосфора в сложных удобрениях при применении на кислых почвах должно быть не менее 50 %, а на черноземах и сероземах – не менее 60 %.

На данный момент особое внимание уделяется смешанным удобрениям, выполняющим не только удобрительные функции, но и стимулирующие рост растений, процессы формирования качества урожая, в частности, накопления белка, усиливающих процессы реутилизации элементов питания из вегетативных органов.

Таким образом, как минеральные, так и органические удобрения содержат примеси-загрязнители. Особенно опасны с точки зрения экологической сохранности почв тяжелые металлы, поэтому при использовании удобрений следует учитывать их состав и применять предупредительный комплекс мероприятий, спо-

способствующий инактивации загрязнителей, поступающих не только с удобрениями, но и пестицидами, гербицидами и другими компонентами. В последние годы возрастает применение новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, связанных с созданием новых высокоурожайных сортов более требовательных к уровню плодородия почв, что, несомненно, приведет к повышению доз внесения минеральных и органических удобрений.

Правильная система удобрений является важным фактором в сохранении и повышении плодородия земель.

Фосфорные удобрения вносят осенью под основную обработку, так как в почве фосфор перемещается в сторону от места попадания всего на 3–5 см и переходит в более доступную форму через 3–4 месяца после внесения. Азотные удобрения вносятся весной полной расчетной дозой или еще лучше дробно: 50 % весной и 50 % в поздние подкормки [49, 286].

Для равномерного распределения удобрений по полю используют тукоразбрасыватели РГТ-4.2, 1РМГ-4, РУМ-8 и др.

Для сохранения и воспроизводства почвенного плодородия необходимо рассчитывать дозы минеральных удобрений на планируемую прибавку урожая или на планируемый урожай.

Для этого надо иметь следующие показатели:

- величину исходного урожая;
- величину планируемого урожая;
- агрохимические показатели почв каждого поля (данные о содержании питательных веществ можно взять из агрохимических картограмм или определить по образцам почвы в агрохимической лаборатории);
- вынос питательных веществ из почвы единицей основного урожая с учетом побочной продукции;
- расход минеральных удобрений в кг д. в. на создание единицы продукции;
- поправочные коэффициенты в зависимости от обеспеченности почв НРК.

Используя эти показатели, можно посчитать дозы удобрений несколькими методами.

Комплексный метод расчета норм удобрений на планируемую урожайность с использованием нормативных затрат элементов питания предусматривает применение и поправочных коэффициентов (таблицы 1.1, 1.2) [3, 49].

Таблица 1.1 – Нормативы затрат минеральных удобрений для получения 1 ц продукции

Культура	Кг д. в. на 1 ц продукции			
	Всего	В том числе		
		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5
Озимая пшеница, в среднем	5,1	1,8	2,0	1,3
Озимая пшеница, на черноземе	6,6	2,6	2,6	1,4
Озимая пшеница, на каштановых почвах	5,3	1,9	2,1	1,3
Озимый ячмень	5,1	1,8	2,1	1,2
Яровой ячмень	5,4	1,5	2,1	1,8
Яровой ячмень	7,1	2,7	2,7	1,7
Кукуруза на зерно	5,0	2,1	1,8	1,1
Просо	5,0	1,6	2,3	1,1
Просо	7,1	2,3	2,8	2,0
Рис	7,0	3,3	2,2	1,5
Горох	4,6	0,7	2,5	1,4
Подсолнечник	4,7	1,9	2,4	0,4
Соя при орошении: зеленая масса	1,38	0,65	0,24	0,49
зерно	14,9	7,3	2,5	5,1
Клещевина	12,8	6,1	5,0	1,7
Картофель при орошении	1,24	0,40	0,44	0,40
Овощные культуры при орошении	0,90	0,29	0,30	0,31
Кукуруза на силос и прочие силосные (без орошения)	0,73	0,26	0,23	0,24
Кукуруза на силос (при орошении)	0,79	0,35	0,27	0,17
Кормовые корнеплоды	0,52	0,18	0,18	0,16
Однолетние травы (сено)	4,8	1,6	1,6	1,6
Многолетние травы (сено)	3,35	1,48	1,32	1,05

Плодовые без орошения	1,56	0,65	0,43	0,48
-----------------------	------	------	------	------

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5
Плодовые при орошении	1,88	0,80	0,57	0,51
Виноградники без орошения	2,57	0,71	0,97	0,89
Виноградники при орошении	2,53	0,75	1,01	0,77

Таблица 1.2 – Поправочные коэффициенты к средним дозам удобрений по культурам

Содержание в почве элементов питания, мг/кг	Озимая пшеница, рис, сахарная свекла и другие технические культуры	Яровая пшеница, ячмень, просо, горох, подсолнечник, кормовые культуры	Кукуруза	Овощные, плодовые, виноград
Фосфорные удобрения				
Подвижный фосфор:				
очень низкое (менее 10)	1,4	1,2	1,1	1,5
низкое (10–15)	1,3	1,1	1,1	1,2
среднее (16–30)	1,0	1,0	1,0	1,0
повышенное (31–45)	0,7	0,6	0,4	0,7
высокое (46–60)	0,3	0,4	0,2	0,5
очень высокое (более 60)	0,2	0,2	–	0,3
Калийные удобрения				
Обменный калий:				
очень низкое (менее 100)	1,3	1,1	1,1	1,5
низкое (110–200)	1,1	1,0	1,0	1,3
среднее (210–300)	1,0	1,0	1,0	1,0
повышенное (310–500)	0,6	0,5	0,4	0,7
высокое (510–700)	0,3	0,2	0,2	0,5
очень высокое (более 700)	0,2	0,0	0,0	0,3

В зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия в почве, где намечено выращивать культуру (данные картограмм хозяйств), выбирают поправочный коэффициент по таблице 1.2.

Метод расчета доз удобрений на планируемую прибавку урожая учитывает уровень плодородия почвы косвенным образом – по величине урожая данной культуры без применения удобрений или исходного урожая [236]:

$$D = \frac{100 \cdot (Y - A) \cdot B}{K_0}, \quad (1.1)$$

где D – доза удобрения (N, P₂O₅ или K₂O), кг/га д. в.;

Y – планируемый урожай, ц/га;

A – исходный урожай, ц/га;

B – вынос питательного элемента с единицей урожая (с 1 ц товарной продукции с учетом побочной), кг/га (таблица 1.1);

K_0 – коэффициент использования элемента из удобрения, %.

Если в почву предварительно внесли органические удобрения, то формула расчета дозы удобрений приобретает следующий вид:

$$D = \frac{100 \cdot (Y - A) \cdot B}{K_0} - O, \quad (1.2)$$

где O – количество элемента, используемого из органических удобрений, кг/га:

$$O = E \cdot g \cdot K_e / 100,$$

где E – доза органического удобрения, т/га;

g – содержание элемента в органических удобрениях, %;

K_e – коэффициент использования этого элемента из органических удобрений, %;

100 – пересчет в проценты.

Для учета уровня обеспеченности почвы тем или иным элементом вводят коэффициент α :

$$D = \frac{100 \cdot \alpha \cdot (Y - A) \cdot B}{K_0},$$

$$D = \frac{100 \cdot \alpha \cdot (Y - A) \cdot B}{K_0} - O. \quad (1.3)$$

Расчет дозы удобрений на планируемый урожай с учетом обеспеченности почвы питательными веществами проводится по формуле [186]:

$$D = \frac{100 \cdot Y \cdot B - C \cdot K_{\text{п}}}{K_0}, \quad (1.4)$$

где Y – планируемый урожай, ц/га;

B – вынос питательного элемента с ед. урожая, кг на 1 ц урожая;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент использования питательного элемента из почвы данной культурой;

K_0 – коэффициент использования из минеральных удобрений.

Севооборот объединяет сельскохозяйственные культуры в научно обоснованном чередовании и оказывает большое влияние на эффективность применяемых удобрений.

В севообороте эффективность удобрений значительно возрастает по сравнению с бессменным возделыванием культур или монокультурой за счет более полного использования питательных веществ разными культурами.

Большое влияние на нормы удобрений под культуры оказывают предшественники, которые оставляют в почве неодинаковые количества пожнивных корневых остатков, по-разному удобряются, оказывают различное влияние на водный и питательный режимы почвы, засоренность полей и т. д.

При разработке системы удобрений в севообороте нужно, прежде всего, изучить урожайность сельскохозяйственных культур по полям севооборота за последние 3–5 лет и запланировать их урожайность на предстоящие годы в соответствии с местными почвенно-климатическими и организационно-хозяйственными условиями.

Во-вторых, необходимо установить факторы, находящиеся в минимуме, ограничивающие рост урожайности сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений, обеспеченность каждого поля доступными формами питательных веществ.

Главным фактором, определяющим уровень урожаев и их устойчивость в зоне с недостаточным и неустойчивым увлажнением, является влага. Поэтому основой эффективного ведения богарного земледелия в данных условиях служат агротехнические мероприятия, направленные на накопление влаги в почве и

наиболее экономное, эффективное ее использование выращиваемыми растениями. Система удобрений на богаре должна способствовать ослаблению зависимости урожая от погодных условий. Как показывает практика, этому может способствовать применение в севооборотах умеренных количеств органических и минеральных удобрений.

Так как основой земледелия зоны неустойчивого увлажнения являются зерновые культуры, то система удобрения состоит в использовании ресурсов навоза с внесением его в одном-двух полях севооборота по 10–15 т на 1 га при средней обеспеченности навозом 1–2 тонны на 1 га пашни и в применении небольших количеств минеральных удобрений [239]. Фосфорные удобрения вносят в малых дозах в рядки при посеве зерновых, азотные – под озимую пшеницу в подкормку, а под яровую пшеницу – до посева в дозах 20–30 кг N на 1 га. Такие минимальные дозы удобрения при выполнении агротехнических приемов сухого земледелия обеспечивают получение возможных урожаев с поддержанием плодородия почв на современном его уровне.

Система удобрений в севооборотах на орошаемых участках должна быть только органо-минеральной. Это позволит сохранить стабильность показателей, характеризующих потенциальное плодородие почвы, и обеспечить устойчивые высокие урожаи возделываемых культур.

Основным органическим удобрением является навоз, последствие которого продолжается в течение 4–5 лет. В первый год из него используется примерно 20–30 % азота и фосфора и более 30 % калия. Всего же он дает до 50 % азота, почти 100 % фосфора и около 70 % калия. Но для поддержания высокой культуры земледелия требуются огромные запасы навоза. Эту задачу можно частично решить путем дополнительного внесения на поля соломы зерновых культур.

По содержанию органического вещества, азота, фосфора и калия тонна соломы соответствует 2–3 т перепревшего навоза влажностью 75 %. Солому хорошо вносить с жидким навозом, либо компостировать с фосфатами, шлаком или известью. В солоmistый навоз следует добавлять азотные удобрения – на 1 т до 15 кг азота.

Система удобрений в севообороте не является постоянной. Под влиянием их систематического использования изменяются агрохимические параметры почвы, в соответствии с этим должны корректироваться дозы и соотношения вносимых туков.

Выявлено, что при систематическом внесении полного минерального удобрения, повышенных доз фосфорных удобрений, а также навоза, происходит заметное увеличение содержания валового и, особенно подвижного фосфора. Эффективность фосфорных удобрений, в данном случае, снижается. Так, при содержании в почве P_2O_5 4–10 мг/кг почвы нормой фосфорных удобрений под озимую пшеницу оказалась $P_{120-150}$, при содержании 25–30 мг/кг почвы она, соответственно, уменьшилась до 50–90, а при высоком содержании – 40 мг/кг почвы и выше, внесение фосфора ограничивалось предпосевным.

В отличие от фосфора, азот не накапливается в почве на орошении в значительных количествах, последствие его выражено менее четко.

Положительное действие калия во времени на поливных землях, как правило, возрастает. Особенно это проявляется при насыщении севооборотов многолетними травами и пропашными культурами.

Стратегия в выборе метода расчета доз удобрений должна быть таковой, чтобы получить заданные высокие урожаи хорошего качества, не обедняя почвенное плодородие, а повышая его.

Программированные урожаи сельскохозяйственных культур базируются на внесении минеральных удобрений в дозах, рассчитанных на запланированный урожай, с учетом содержания питательных веществ в почвах.

Рассчитанную дозу удобрений следует корректировать в зависимости от запасов питательных веществ на участках, от предшественников и от вида удобрений на предшествующую культуру.

Для получения планируемых урожаев озимой пшеницы и кукурузы на орошаемых черноземах должен поддерживаться бездефицитный баланс азота. Для этого, в севообороте, озимая пшеница должна размещаться по плану или обороту пласта люцерны. Под кукурузу необходимо вносить органические удобрения

в сочетании с минеральными, применять сидераты, осуществлять культуртехнические работы, направленные на активизацию микробиологических процессов в почве.

Фосфорные удобрения нужно рассчитывать таким образом, чтобы полностью компенсировать количество фосфора, выносимого из почвы с урожаем, а на бедных по этому элементу почвах предусмотреть его постепенное накопление. На фосфорное питание значительное влияние оказывает правильное сочетание доз азота и фосфора, которое создает нормальные условия для формирования планируемого урожая. По нашим данным, для озимой пшеницы, кукурузы, люцерны параметр оптимального содержания подвижных фосфатов в пахотном слое обыкновенных черноземов составляет 30–40 мг P_2O_5 в 1 кг почвы.

Чтобы избежать передозировки, минеральные удобрения лучше вносить в дозах, рассчитанных на планируемый урожай с учетом содержания питательных веществ в почвах. Эти дозы не должны превышать рекомендуемые.

Использование сидеральных удобрений в орошаемом земледелии. Издавна для повышения плодородия почв использовали сидераты. Свежую растительную массу, запахивали в почву для обогащения органическим веществом. В качестве сидератов преимущественно используют бобовые растения – люпин, донник, вику, чину, эспарцет, сераделлу, кормовой горох. В некоторых случаях используют и не бобовые культуры (горчица, гречиха, амарант) или смеси бобовых и злаковых культур [123, 124, 238, 251, 389, 393].

Использование сидератов обусловлено рядом обстоятельств. С точки зрения сохранения и восстановления плодородия почв сидераты – это действенное средство предотвращения водной и ветровой эрозии почвы. Особенности корневых систем трав обеспечивают скрепление почвенных частиц в водопрочные комочки – структурные отдельности, которые в определенных пределах могут противостоять разрушению ветром пахотного слоя и размывающему действию воды. Именно поэтому многолетние травы образуют основу почвозащитного севооборота. При хорошем травостое они покрывают почву в течение всего года, но степень покрытия осенью, зимой и весной различна. Почвозащитная способность за-

висит от массы корней и характера их расположения в почве. Растения, обладающие мощной корневой системой, задерживают сток воды и смыв не только надземной частью, но и корневой системой, которая связывает почву и удерживает ее от сноса водой и ветром [124].

Сидеральные культуры останавливают вымывание питательных веществ за пределы корнеобитаемого слоя, перекачивают питательные элементы из глубоких горизонтов почвы в верхний слой. Более того, культуры семейства бобовых обогащают почву азотом, так как обладают способностью усваивать азот из атмосферы. В год заделки зеленой массы сидеральных культур коэффициент использования растениями азота почти вдвое больше, чем при внесении навоза. Зеленые удобрения богаты и другими элементами питания [39, 123].

С другой стороны, многолетние травы способствуют накоплению гумуса в почве, который является показателем плодородия почвы. Чем больше содержится в почве гумуса, тем ниже ее теплопроводность и выше теплоемкость, меньше физическое испарение из нее воды, продуктивнее использование культурными растениями почвенной влаги. Гумус способствует интенсивному развитию полезной почвенной микрофлоры. Биомасса корневых систем травянистых растений, особенно бобовых, выполняет важную роль обогащения почвы органическими остатками. Но необходимо отметить, что на гумусное состояние почвы сидеральные культуры влияют положительно лишь при условии получения высоких урожаев зеленой массы. При низкой урожайности – они не оправдывают своего назначения [8].

Важным показателем состояния почвы является ее агрономически ценная структура. Образование структуры также связано с накоплением гумуса [88]. Под воздействием сидеральных культур возрастает содержание водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм. А это, в свою очередь, обеспечивает создание оптимального водно-воздушного режима и увеличивает противозерозионную устойчивость почвы. Таким образом, под посевами многолетних трав повышается не только потенциальное (запасы гумуса и азота), но и эффективное (урожай трав) плодородие почв [220, 297].

Поскольку урожай надземной и подземной массы растений является суммарным итогом биологических, химических и физических процессов, можно утверждать, что выращивание многолетних трав является одним из наиболее важных приемов, способствующих превращению почв, обладающих изначально низким плодородием или деградированных под влиянием нерационального хозяйствования, в культурные почвы [124, 187].

Зеленое удобрение оказывает многостороннее положительное действие на свойства почвы и урожай сельскохозяйственных культур.

При внесении зеленого удобрения в почву накапливается не только азот, но и другие питательные вещества. Важно и то, что при запашке зеленого удобрения полностью исключаются потери накопленного в нем азота. Зеленое удобрение в почве разлагается значительно быстрее, чем другие органические удобрения, богатые клетчаткой [122, 140].

Сидераты несколько снижают кислотность почвы, уменьшают подвижность алюминия, повышает буферность, емкость поглощения. При запашке зеленой массы растений улучшается структура почвы, уменьшается объемная масса пахотного слоя и плотность сложения почвы. Это весьма важно, так как ликвидируются отрицательные последствия уплотнения пахотного слоя почвы тяжелой техникой. В результате запашки значительно увеличивается водопроницаемость и влагоемкость почвы, вследствие чего снижается поверхностный сток осадков и резко возрастает содержание влаги в почве [32, 124, 297].

При использовании сидератов улучшается жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Микробиологические процессы в почве значительно усиливаются еще в период роста и развития сидератов, а еще лучшие условия для почвенной микрофлоры создаются после запашки зеленого удобрения. Это обусловлено тем, что они обогащают почву гумусом, азотом, фосфором и другими макро- и микроэлементами, необходимыми для развития микрофлоры и питания растений. Одновременно также происходит поглощение почвенными микроорганизмами питательных веществ, что резко уменьшает возможность вымывания их, в частности азота, в нижние горизонты почвы [45, 91, 249].

Сидераты уменьшают засоренность полей и выполняют фитосанитарную роль. Все сидераты повышают эффективность внесения других удобрений. В результате применения сидератов увеличивается урожайность всех культур и тем самым повышается почвозащитная способность растительного покрова [163].

При разложении зеленой массы почвенный и надпочвенный воздух обогащаются угольной кислотой, что способствует переводу почвенных фосфатов и других элементов минерального питания в усвояемых для растений формы. Скорость разложения растительной массы зависит от глубины заделки, возраста сидерата, гранулометрического состава почвы. Чем больше глубина заделки и старше растение, тяжелее гранулометрический состав почвы, тем медленнее разлагается в ней сидеральная масса, и наоборот [30].

Использование зеленых удобрений на эродированных и выпаханых почвах оказывает комплексное влияние, обеспечивающее восстановление их плодородия и повышение продуктивности.

Различают посевы сидератов самостоятельные и уплотненные, сплошные и кулисные, подсевные и пожнивные [170].

Самостоятельные посевы сидератов занимают отдельное поле севооборота один сезон. Такие посевы еще называют сидеральными (или занятыми) парами. Применение сидеральных паров, т. е. самостоятельного зеленого удобрения, представляет интерес на некультуренных низкоплодородных почвах. Для ускорения окультуривания таких почв сидеральное удобрение сочетают с минеральными удобрениями, навозом, различными компостами [212].

Самостоятельные посевы сидератов могут занимать поле 2–4 года подряд, если проводятся окультуривающие почвы мероприятия. Такие приемы рекомендуют для песчаных малогумусных почв и на эродированных участках [99].

Самостоятельные посевы сидератов могут занимать поле или часть поля (участка) и более короткое время. Например, однолетний люпин размещают после уборки основной культуры севооборота по пару перед посевом озимой культуры. Такой посев сидерата называют промежуточным или вставочным [75, 76, 99].

Сидераты могут занимать не весь участок, а только его часть в виде полос.

При такой кулисной культуре на участке чередуют полосы различной ширины, занятые и не занятые сидератами. Причем, зеленую массу сидератов используют как удобрение на соседней полосе. Кулисное возделывание сидератов применяют обычно в междурядьях садов, чайных и цитрусовых плантаций. Этот же прием используют на склонах, размещая кулисы поперек склона для предотвращения водной эрозии. В этом случае используют многолетние люпины, астрагал, люцерну, клевер и т. д. Иногда сочетают сплошную и кулисную культуру сидератов. Например, окультуривая песчаные массивы в нечерноземной зоне, участок первые несколько лет занимают сплошной культурой многолетнего люпина. Потом распахивают так, чтобы запаханные полосы чередовались с незапаханными. Запаханые полосы используют затем под продовольственные или кормовые культуры, и удобряют их укосной массой с полос, где продолжают выращивать люпин [76, 99, 124].

Уплотненные посевы сидератов представляют собой совместное выращивание на участке (поле) основной культуры и сидерата. Причем, сидераты можно размещать в междурядьях основной культуры или под ее покровом. Этот прием позволяет получать значительное количество зеленой массы сидератов во время роста и созревания основной культуры. Сразу после уборки этой культуры сидеральное удобрение запахивают. В уплотненных посевах важно исключить взаимное угнетение сидерата и основной культуры, и главное, не снизить урожайность последней. С этой целью культуры подбирают так, чтобы их корневые системы проникали на разную глубину и не создавали конкуренции друг другу за элементы питания. Например, желтый кормовой люпин высевают совместно с кукурузой, овсом, яровой викой на зеленый корм под покровом озимой ржи и используют отрастающую после скашивания этих смесей отаву люпина на зеленое удобрение [76, 99].

В зависимости от времени посева сидерата – до уборки или после уборки основной культуры – различают подсевную или пожнивную культуру сидератов. При подсевной культуре сидераты (люпин, донник, сераделлу и т. д.) подсевают под предшествующую основную продовольственную культуру. Сидеральная

культура развивается какое-то время под покровом основной культуры, тем самым сокращается время возделывания сидератов на данном участке. Этот способ возделывания сидератов предпочтителен в районах, где период между уборкой предшественника сидерата и посевом последующей удобряемой культуры слишком короткий для того, чтобы вырастить достаточное на удобрение количество зеленой массы. Применяют подсевную культуру сидератов и в том случае, когда климатические условия неблагоприятны для развития сидерата в начале вегетации. В нечерноземной зоне при возделывании в пару подсеивают под предшествующее яровое растение (овес или ячмень) многолетний люпин. Можно подсевать люпин и весной под озимые культуры, а запахивать через год под поздние яровые культуры [137].

В районах с теплой, влажной и длинной осенью возделывают пожнивные культуры сидератов. Их используют для удобрения сахарной свеклы, кормовых корнеплодов, кукурузы, пшеницы [146].

Во влажных субтропиках Черноморского побережья применяют подзимние (осенние) культуры сидератов. Распространены они и в Средней Азии, Закавказье, Крыму, т. е. в регионах с мягкой зимой. Сеют их в сентябре–октябре, а запахивают весной следующего года. В зависимости от условий осенняя или подзимняя культура сидератов может быть как подсевной, так и поживной [90, 211].

Выращенную зеленую массу сидератов используют по-разному в зависимости от условий, целей, культур [5]. На зеленое удобрение употребляют или всю синтезированную за время вегетации массу (как зеленые части растения, так и корни) или только часть. Поэтому различают три основные формы зеленого удобрения: полное, укосное, отавное. Полное зеленое удобрение предполагает запашку всей выращенной массы растений. Укосное зеленое удобрение получают, выращивая зеленую массу на другом участке. Укос после скашивания перевозят на удобряемое поле и запахивают. С этой целью, например, на выводном поле выращивают многолетние травы (чаще всего люпин) и удобряют их укосной массой соседние поля севооборота: первый укос под озимые культуры, второй – под зябь. В садах укосную массу сидератов, полученную в междурядьях, приме-

няют для удобрения приствольных кругов. По удобрительному действию укосная масса сидератов не уступает соответствующей дозе навоза. Укосную массу сидератов можно использовать в компостах. Для этого ее послойно укладывают в штабеля с кукурузной соломой, стеблями хлопчатника, речным или прудовым илом, фекалиями и компостируют обычным образом [90, 124].

Отавное зеленое удобрение получают после скашивания зеленой массы трав на зеленый корм. Запахивают при этом корневые и стерневые остатки с отрастающей отавой [8, 123].

Технология заделки зеленой массы сидератов зависит от урожайности культур. Посевы с высокой биомассой перед основной обработкой предварительно скашивают и измельчают дисковыми боронами. Возможна заделка сидератов плугами, оборудованными металлическим щитом перед отвалом для сгребания зеленой массы в борозду. Глубина заделки – 15–20 см на тяжелых и 12–15 см – на легких почвах [104, 124].

Простейший способ заделки зеленой органической массы сидеральных культур заключается в том, что перед плугом ставят брус, чтобы приминать (пригибать к земле) зеленую массу, тогда она полностью и качественно засыпается почвой. Второй способ – изрезание зеленой массы путем перекрестного дискования БДТ-3 с дальнейшей заашкой или без нее. Третий способ – самый качественный и эффективный, когда зеленая масса сначала измельчается (КИР-1,5; КСК-100; ДОН-680; Е-281) и равномерно разбрасывается на поверхность почвы. В этом случае она лучше и легче заделывается в почву или за счет проведения вспашки, или только дискования. И предпосевная обработка почвы может проводиться любым культиватором или комбинированным агрегатом. Без измельчения сидеральной массы затрудняется проведение качественной предпосевной обработки почвы и посева [104].

В целом сидерация в условиях биологизации и экологизации земледелия приобретает особую значимость: зеленое удобрение – один из важнейших источников гумуса и азота в почве. Оно улучшает агрофизические, агрохимические и биологические показатели плодородия почвы, ее фитосанитарное состояние. Воз-

делывание сидеральных культур позволяет со сравнительно небольшими затратами удобрять равномерно всю площадь поля, не создавая пестроты плодородия почвы; позволяет, при выращивании сидеральных культур в качестве парозанимающих и промежуточных посевов, более эффективно защищать почву от эрозионных процессов. Посев сидеральных культур на фоне разбросанной соломы в поле повышает удобрительный эффект обоих компонентов. За счет сидеральных культур выгодно удобрять поля, расположенные далеко от животноводческих ферм, или при слабо развитом животноводстве в хозяйстве, когда навоз является дефицитным удобрением [165, 249].

Общеизвестно, что зеленое удобрение – выращивают не для употребления в пищу, а исключительно для повышения плодородия почвы. Их зеленую массу заделывают в почву для повышения содержания органического вещества, используют для компостирования и для приготовления жидкого удобрения. Зеленое удобрение имеет особенно большую ценность в тех случаях, когда по каким-либо причинам нет возможности запасти навоз в достаточных количествах [176, 186, 310, 336].

В практике земледелия зеленое удобрение применяется с незапамятных времен. В Европе этот прием, позаимствованный из Китая, начал распространяться в странах Средиземноморья уже во времена Древней Греции.

В эпоху увлечения минеральными удобрениями, начиная с середины прошлого столетия и до нашего времени, зеленое удобрение отошло на задний план и почти нигде не применялось: С возрождением органического земледелия использование сидератов является актуальным [161].

В качестве зеленого удобрения используют бобовые и не бобовые культуры, а чаще всего их смеси. Растениям дают вырасти и развить корневую систему и зеленую массу, а затем их или скашивают, или целиком заделывают в почву. Скошенную массу либо используют на компост, либо покрывают ею поверхность почвы в качестве мульчи, либо заделывают в почву. В почве корневая система и листовая масса разлагаются, обогащая ее органическим веществом и азотом. Источником азота служит бобовый компонент смеси, способный усваивать и накапливать в корневых клубеньках атмосферный азот. После отмирания корневой си-

стемы органические вещества, содержащие азот, переходят в почву. Таким образом, основное назначение зеленого удобрения – обогащать почву органическим веществом и азотом [124, 185, 301, 324].

Следующее важное действие зеленого удобрения – улучшение водного и воздушного режима почвы вследствие рыхлящего и структурирующего действия на почву корневой системы растений. В этом отношении ведущая роль принадлежит злаковому компоненту смеси. Злаковые растения имеют широко разветвленную, мочковатую корневую систему, которая разбивает почву на мелкие комочки. Такое действие зеленого удобрения особенно полезно на тяжелых уплотненных почвах, в которые плохо проникает вода. Поэтому в чередовании культур или в севообороте, который необходимо соблюдать, очень важно отвести место и для зеленого удобрения, чтобы земля подвергалась структурирующему и лечебному действию [147, 342, 289].

На легких почвах положительное влияние зеленого удобрения заключается в увеличении водоудерживающей способности за счет обогащения их органическим веществом. На тяжелых почвах злаковые и бобовые растения глубокой корневой системой, такие как люпин, люцерна, рожь, ячмень, разрыхляют глубокие слои подпочвы, и это имеет очень большое значение для облегчения проникновения воды в почву, и улучшения ее водного и воздушного режима. Культура, которая выращивается на зеленое удобрение, не дает никакой продукции в год выращивания, но оздоравливает почву на 5–6 лет.

Одно из основных правил органического земледелия – никогда не оставлять почву без растительного покрова. Зеленые удобрения, которые растут до, после или в промежутках между основными культурами, создают плотный листовой покров. Он защищает почву от выветривания и минерализации органического вещества, снижает вымывание питательных веществ в глубокие слои и удерживает их в верхнем, плодородном горизонте. Такой листовой покров играет роль живой мульчи, что особенно важно для легких песчаных почв, страдающих от вымывания питательных веществ из верхнего горизонта. Поэтому рекомендуется, когда это возможно, на легких почвах высевать зеленое удобрение осенью, оставлять

его на зиму, а весной заделывать в почву живые или отмершие растения. Послезимние посевы зеленого удобрения также особенно рекомендуются на почвах, подверженных эрозии (смыву верхнего слоя дождевыми и талыми водами) [342].

Зеленое удобрение выполняет также важную санитарную роль. Во-первых, оно подавляет рост сорняков, а для того, чтобы оно само не стало сорняком, необходимо скашивать или заделывать его до образования семян. Это относится к быстрорастущим и обильно обсеменяющимся растениям типа рапса или горчицы. Во-вторых, некоторые виды зеленого удобрения способствуют очищению почвы от вредителей и болезней. Например, плотный посев горчицы значительно уменьшает количество проволочника.

Зеленое удобрение дает зеленую массу, которую можно использовать как мульчу или как материал для компостирования.

Особенно большое значение имеет зеленое удобрение для окультуривания осваиваемых участков. Оно помогает восстановить плодородие почвы, разрушенное строительными или другими работами, где машины и люди полностью уничтожили или уплотнили верхний культурный слой [7, 9, 124].

Особенности водного и питательного режима сельскохозяйственных культур. В условиях недостаточного увлажнения орошаемые земли являются важным резервом повышения урожайности, валового производства сельскохозяйственной продукции и обеспечения устойчивого развития агропромышленного комплекса. Орошение и передовая агротехника позволяют увеличить биопродуктивность мелиорированных земель в 2,5–3 раза и приблизить ее к показателям США и Западной Европы [6, 46–48, 270, 293, 303, 360, 361].

Нами изучались особенности водного и питательного режимов некоторых сельскохозяйственных культур.

Горох требователен к питательным веществам. В целом NPK выносятся более чем на половину с зерном, а кальций – почти полностью с соломой.

Для формирования 1 ц зерна и соответствующего количества соломы горох потребляет 4,5–6,0 кг азота, 1,7–2,0 фосфора, 3,5–4,0 калия, 2,5–3,0 кальция, 0,8–1,3 магния и микроэлементы, прежде всего, молибден и бор.

Урожай овощного гороха, как и других бобовых, во многом зависит от симбиотической азотфиксации. При благоприятных условиях симбиоза, достаточной обеспеченности фосфором, калием, магнием, кальцием, бором, медью и молибденом горох может усвоить до 150 кг/га азота воздуха и сформировать хороший урожай. Микроэлементы потребляются растениями гороха в незначительных количествах, однако они имеют очень важное значение, как для жизнедеятельности растений, так и для симбиотической азотфиксации. Недостаток их резко снижает, а иногда исключает фиксацию азота воздуха [159, 285, 343].

Из основных элементов минерального питания горох наиболее требователен к наличию фосфора в почве. На бедных доступными фосфатами почвах он испытывает недостаток элемента уже на 10-й день после всходов. Фосфор – элемент энергетического обеспечения, активизирует рост корневой системы и стимулирует закладку генеративных органов. По многочисленным данным внесение с посевом 10 кг/га фосфора дает прибавку урожая на 2–3,5 ц (сухого зерна). Однако, учитывая низкий коэффициент использования растением фосфора из традиционных удобрений, можно говорить о том, что реально растение использует только 2 кг действующего вещества из 10 [316, 341].

С началом роста и развитием листьев поглощение питательных веществ сильно повышается. Высокую требовательность в азоте горох может удовлетворить фиксацией его бактериями из воздуха и поглощением из почвы. При оптимальных для деятельности клубеньковых бактерий условиях, они могут фиксировать из воздуха до 75 % своей потребности в азоте. Опасность «азотного голодания» возникает тогда, когда запасы азота в семядолях раньше исчерпываются, чем клубеньковые бактерии достигнут своего полного развития (от 20 до 30 дней после появления всходов) и начнут фиксировать азот из воздуха для удовлетворения нужд растений хозяев. Обычно горох при урожайности выше 60 ц/га не нуждается во внесении азотных удобрений. При экстремально неблагоприятных условиях весной (холодные, тяжелые почвы, экстремально ранний посев, низкие показатели рН и застой воды) стартовое внесение азотных удобрений (10–20 кг N/га) является эффективным [159].

Как утверждает А. Дозоров [125], проведя исследования по долевого участию азота в питании растений гороха в 2003 году, что в проводимых им опытах доля участия источников азота в питании растений зависела от почвенно-климатических условий и активности симбиоза. За счет спонтанной инокуляции в неинокулированных вариантах (контроль и РК) доля фиксированного азота от общего потребления составляла 30–37 % на горохе. Инокуляция семян активным штаммом ризобий на фоне внесения фосфорно-калийных и молибденовых удобрений повышает долю азота воздуха до 44–46 и 40–44 %, соответственно.

Горох хорошо отзывается на внесение фосфорных и калийных удобрений. Фосфор способствует лучшему цветению и созреванию гороха. Эффективно при выращивании овощного гороха применение микроэлементов (молибдена – на слабокислых почвах, бора – на известкованных землях) и бактериальных удобрений (обработка семян нитрагином и ризоторфином) [74, 162, 174].

Нормы минеральных удобрений под овощной горох зависят от плодородия почв и планируемого урожая. На суглинистых почвах целесообразно вносить $N_{30-60}P_{60-120}K_{60-90}$. На участках с пониженным содержанием подвижного фосфора эффективно рядковое удобрение гранулированным суперфосфатом (50–100 кг/га). Небольшая доза азотного удобрения, внесенная в подкормку перед цветением гороха (N_{15-20}), может значительно увеличить урожайность гороха и повысить содержание белка в нем [203].

Для удовлетворения потребности в фосфоре и калии эти удобрения вносят в зависимости от обеспеченности почв подвижным фосфором и обменным калием. При средней обеспеченности их внесение ориентируют по выносу [215].

При внесении минеральных удобрений следует учитывать чувствительность зернобобовых к концентрации солей и к хлоридам. Потребность гороха в магнии не очень высока. Серы же требуется почти столько же, сколько и фосфора. В то время как потребность в магнии обычно удовлетворяется внесением других удобрений (известковые удобрения, кизерит и др.), внесение серы, особенно на легких, бедных гумусом почвах, может быть эффективным [224].

Горох больше нуждается в кальции, чем зерновые. Для достижения необхо-

димого уровня рН от 6,2–7,0 в рамках севооборота следует внести на основе почвенных анализов соответствующее количество извести. Для сохранения уровня рН потребуется в зависимости от вида почвы от 10 до 15 ц СаО/га. Для достижения оптимального для гороха показателя рН вносят известь уже под предшественник. Горох, как и все зернобобовые потребляет много микроэлементов. Особое значение имеют бор, марганец и молибден. Поглощение их усложняется при повышенных (бор, марганец) или пониженных (молибден) показателях рН и при засухе. При необходимости можно провести внекорневую подкормку соответствующими растворами. Органические удобрения под горох, как и для других зернобобовых, не применяют [159, 271].

Как утверждают [205, 302, 306, 368–372, 380, 386, 387], в засушливых условиях осуществляют орошение. Первый вегетационный полив (350–400 м³/га) выполняют в фазе 7–8 листьев у растений, затем поливы повторяют через каждые 7–10 дней (по 250–300 м³/га).

На основе проведенных четырехлетних исследований режима орошения в условиях Багаевско-Садковской оросительной системы Багаевского района Ростовской области можно сделать следующие выводы:

1 Для поддержания влажности почвы в слое 0,4–0,6 м в пределах 70–80 % полевой влагоемкости в зависимости от погодных условий требуется от одного до трех поливов.

2 Суммарный расход воды и коэффициент водопотребления при поздних сроках посева больше, чем при ранних.

3 Наиболее благоприятный водный режим при возделывании зеленого горошка создается при поливах, когда они проводятся при влажности почвы не ниже 80 % полевой влагоемкости. Это обеспечивает получение наивысшего урожая [307].

На многих консервных предприятиях уже зарекомендовал себя прием по созданию конвейера из сортов 5–6 групп спелости по 2–3 сорта в каждой группе [66]. Такая модель конвейера зеленого горошка высокоэффективна за счет вовлечения большего числа сортов с различной адаптивной способностью, что позволяет получать стабильную плановую урожайность в целом [338].

По требовательности к влаге сахарная кукуруза относится к мезофитам. Она способна до двух недель пребывать в состоянии значительного увядания, сохраняя способность к возобновлению жизнедеятельности.

Обычно, говоря об отношении кукурузы к недостаточному водоснабжению, ее причисляют к засухоустойчивым растениям, имеющим малый транспирационный коэффициент. Однако сорта сахарной кукурузы для своего роста и развития требуют много воды в связи с развитием большой вегетативной массы и в этих условиях способны противостоять перегреву, обезвоживанию и давать высокую продуктивность.

Вопросам режима орошения кукурузы посвящены работы многих авторов, в том числе Э. Д. Адиньяева, А. М. Алпатьева, М. Н. Багрова, Г. А. Гарюгина, А. Ш. Гимбатова, Ю. Н. Еремеева, А. С. Михайлина, И. Т. Ефимова, И. Н. Ильинской, Г. А. Сенчукова, М. А. Козина, А. Н. Костякова, И. П. Кружилина, С. Д. Лысогорова, В. А. Ушкаренко, Г. К. Льгова, Б. А. Шумакова, P. Dellenbacha [10, 31, 43, 105, 109, 135, 136, 151, 177, 189, 213, 214, 244, 356, 382].

По данным авторов [10, 31, 43, 151, 177, 189, 213, 214] порог оптимальной влажности почвы находится не ниже 80 % НВ.

Анализ проведенных ранее исследований свидетельствует о том, что влажность почвы в слое расположения основной массы корней не должна опускаться ниже 70–80 % НВ, особенно во время критического периода водопотребления кукурузы, начинающегося за 10–12 дней до выметывания метелок и продолжающегося до молочной спелости зерна [382].

По данным В. В. Мелихова [222] более благоприятная для роста и развития кукурузы влажность почвы в метровом слое, равная 65–75 % НВ. В среднем за 3 года при поддержании влажности почвы 60 % НВ урожайность зерна кукурузы составила 4,9 т/га, 70 % НВ – 7,0 т/га, 80 % НВ – 7,2 т/га и более 80 % НВ – отмечено снижение его почти вдвое.

Опыты, проведенные P. Dellenbach [382] показали, что при недостатке влаги в критический период развития кукурузы происходило снижение урожайности зерна на 50 %, а единственный полив в фазу выметывания метелки повышал ее с 1,2 до 8,2 т/га.

В полевых опытах, проведенных на юге Италии (1974–1975 гг.) сравнивались эффективность разового орошения кукурузы в фазу цветения с эффективностью двукратного (в фазу вегетативного роста и цветения) и трехкратного (плюс еще при наливе зерна) орошения на урожайность зерна. В первых двух вариантах зерна было получено по 5,9 и 6,5 т/га, а в варианте с тремя поливами – 8,5 т/га [374].

В большинстве регионов мира решающим фактором, способствующим повышению урожая и улучшению качества сельскохозяйственных культур, является применение удобрений. Например, в штате Миннесота применение удобрений повысило урожай зерна кукурузы с 2,0 до 6,3 т/га [379].

Опыт, накопленный научно-исследовательскими учреждениями и передовыми хозяйствами, свидетельствует о более высокой эффективности применения удобрений на орошаемых землях, чем на богаре [99]. По данным Почвенного института имени В. В. Докучаева и ВНУА прибавка урожая зерна кукурузы от удобрений на предкавказских черноземах Ростовской области при орошении составила 22–40 %, а без орошения 10–12 %.

В провинции Мурсия (Испания) рекомендована доза удобрений $N_{150-200}P_{60-120}K_{110-240}$ [392].

По данным сортоиспытаний в Калочайском госхозе продуктивность лучшего венгерского гибрида сахарной кукурузы К. шарга СЦ 430 достигла 10,2 т/га против 9,6 т/га у американского гибрида Юбилей. Под культивацию внесли 8 кг/м² навоза, 50 г суперфосфата и 50 г калийной соли [391].

Исследования, проведенные в ООО «Красная Звезда» Московской области позволяют сделать вывод, что в условиях Московской области раннеспелые сорта сахарной кукурузы можно успешно возделывать и получать с 1 га 60–70 ц початков молочной спелости и 370 ц листостебельной массы [367].

Т. В. Соромотина и др. установили, что наибольший урожай початков 28,1 т/га формируется при плотности посадки 72 тыс. растений на 1 га. Снижение плотности до 55 тыс. ведет к уменьшению сбора початков с 1 га до 25,8 т/га. Дальнейшее уменьшение густоты посадки (до 36–42 тыс.) также снижает урожай

початков до 18,6–21,7 т/га, что меньше, чем в оптимальном варианте на 9,5 т/га [321].

Для получения стабильного сбора початков на протяжении периода с июля по сентябрь обеспечивается первым сроком посадки и оптимальным (30 мая) [172, 219, 320].

Исследованиями ряда ученых установлено, что получение стабильно высоких урожаев сорго зернового невозможно без орошения [40–42, 50–56, 60, 101, 107, 112, 116, 153, 253, 254, 274, 344, 352, 355, 376, 403].

Режим орошения сорго изменяется в зависимости от биологических особенностей сорта, погодных и гидрологических условий, способа и техники полива. Для формирования высокого урожая зеленой массы и зерна сорта и гибриды сорго расходуют большое количество влаги. По данным ЮжНИИГиМ суммарное водопотребление ранних сортов Хазине 4, Зерноград 8 составляет 3500–4000 м³/га, среднеспелых Зерноградское 3, Ставропольское 32, Хазине 1, Кубанский 10 – 4200–4500 м³/га, позднеспелых (Манычский 14, Придонской 1) – 6000–6500 м³/га, сорго-суданковые гибриды (Ростовский 3 и Сочностебельный 3) – 4500–5000 м³/га [308].

В течение вегетационного периода сорго потребляет не одинаковое количество воды. До фазы выхода в трубку оно растет медленно, и среднесуточное водопотребление составляет 20–25 м³/га. Критический период потребления влаги наблюдается от фазы выхода в трубку до появления метелок. В это время сорго особенно сильно нуждается в поливах, так как среднесуточное водопотребление составляет от 45 до 85 м³/га. Несмотря на свою засухоустойчивость, сорго очень отзывчиво на орошение [38, 308].

Исследования ЮжНИИГиМ показали, что вегетационные поливы сорго сахарного и соргосуданковых гибридов следует назначать при снижении влажности в метровом слое почвы до 75–80 % от НВ. При этом особое внимание следует обратить на поддержание высокой влажности почвы в критический период потребления влаги. За период вегетации сорго в зависимости от уровня грунтовых вод проводят в засушливые годы 6–7 поливов, в среднесухие – 4–5, а во влажные –

2–3 полива. Первые поливы при отсутствии осадков проводят во время кущения в фазе 5–9 листьев дождеванием нормой 350–400 м³/га. Второй полив приходится на фазу выхода в трубу нормой 500–550 м³/га, третий – спустя 10–12 дней, нормой 600–650 м³/га [308].

Последующие поливы назначаются при выметывании метелок и формировании зерна, их проводят дождеванием нормой 550–650 м³/га. Оросительная норма при таком режиме орошения для среднеспелых сортов составляет 2500–2800, а с учетом влагозарядки – 3500–3800 м³/га.

М. М. Мельников отмечает, что почвенно-климатические условия юга Украины при орошении позволяют получать высокие урожаи сорго. Орошение в средние по увлажненности и даже влажные годы, по данным Украинского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, увеличивает урожай зерна в 1,4–3,1 раза, а в засушливые – в 3,8–8,4 раза. Наибольший урожай зерна (99,9–101,6 ц/га) был получен при поддержании предполивной влажности слоя почвы 70 см на уровне от 70 до 80 % ППВ, что на 24–34 % выше влажности завядания [223].

По данным того же института самая низкая себестоимость и высокая рентабельность производства зерна сорго получена при поддержании предполивной влажности активного слоя почвы на уровне 70 % ППВ в период от всходов до выбрасывания метелок и на уровне 60 % ППВ в период от выбрасывания метелок до молочно-восковой спелости зерна. Этот режим рекомендован для темно-каштановых среднесуглинистых почв юга Украины.

Ш. М. Мамедов и О. К. Османов и другие [216] рекомендуют при глубоком залегании грунтовых вод (более 3-х метров) проводить влагозарядковый полив нормой 1000–1200, а при залегании менее 2 м – дождеванием нормой 650–700 м³/га соответственно.

Предпосевные поливы проводят дождеванием нормой 300–350 м³/га за 1–2 дня до посева. Это обеспечивает появление дружных всходов и создает благоприятные условия для начального роста и развития растений и формирования глубоко проникающей в почву корневой системы.

Вегетационные поливы до выметывания метелок назначают при 70 % НВ в расчетном слое почвы 0–80 см, а после выметывания метелок – при 80 % НВ в том же слое [153, 155, 273, 295, 308].

В среднесухой год рекомендуется проводить первые два полива нормой 450–500 м³/га, приходятся на период выхода в трубку – выметывание метелок, третий – во время налива зерна нормой 650–700 м³/га. Оросительная норма составляет 1900–2100 м³/га [216].

В засушливый год проводят 4–5 вегетационных полива с оросительной нормой 2500–2600 м³/га. Первые два полива – в период кушение – выход в трубу, третий – во время выметывания метелок и цветения, а 4 и 5-й – во время налива зерна нормой 650 м³/га. В средневлажный год рекомендуется проводить 1–2 полива с оросительной нормой 800–1000 м³/га [216, 227, 308, 373, 375, 377, 381, 388, 390, 394, 395, 397, 398].

Сорго, несмотря на относительную нетребовательность к плодородию почв и способность добывать элементы питания, хорошо отзывается на внесение органических и минеральных удобрений. Эта культура, благодаря мощной корневой системе, может использовать последствие тех удобрений, которые вносились под предшествующую культуру [12–24, 28–29, 34, 111, 319, 323].

В случае внесения навоза – оптимальная его доза на суходоле 20–30 т/га. При этом из минеральных удобрений следует вносить только фосфор в рядки – 10 кг/га. При отсутствии навоза на слабообеспеченных почвах под сорго рекомендуется вносить 30 кг Р₂О₅ и 40 кг N [65, 167]. В условиях орошения дозы минеральных удобрений увеличивают в 1,5–2 раза. Фосфорные удобрения следует вносить под основную обработку почвы, азотные – под предпосевную культивацию [23, 37, 64, 67, 68, 71–73, 247, 248].

На формирование 1 т зерна и соответствующего количества соломы, сорго расходует 35–40 кг азота, 17–20 кг фосфора и 40–45 кг калия [37, 117, 152, 168, 169]. Культура имеет растянутый период потребления питательных веществ и более половины их использует во второй половине вегетации, в период интенсивного роста надземной массы. Сорго хорошо отзывается на удобрения, особенно

при возделывании на орошаемых землях [65, 110]. При урожае зерна 3 т/га сорго потребляет $N_{120}P_{60}K_{120}$. При посеве этой культуры по не бобовому предшественнику на светло-каштановых почвах необходимо внести в почву 96 кг азота (коэффициент возмещения (0,8), 90 кг фосфора (1,5), 60 кг калия (0,5). При орошении (6 т/га) дозу удобрения увеличивают до $N_{180}P_{180}K_{120}$. Необходимо вносить удобрения и в рядки при посеве ($N_{15}P_{15}$). Эффективна также некорневая подкормка до налива зерна (N_{30}) [166].

Сорго хорошо отзывается на внесение фосфорных и калийных удобрений под зяблевую вспашку. Азотные удобрения вносят весной под культивацию. В условиях достаточного увлажнения очень эффективны подкормки при между-рядных обработках [23, 25, 37, 65, 109].

Исследования, проведенные в Волгоградской ГСХА, позволили установить, что суммарное водопотребление лука репчатого возрастает с увеличением влагообеспеченности за счет изменения глубины расчетного слоя почвы и повышения предполивного порога влажности. В среднем за годы исследований самый влагообеспеченный режим орошения 80–80–70 % НВ и глубиной расчетного слоя 0,3 м, так как суммарные затраты воды за период вегетации составили 8685 м³/га, это на 10–15 % больше, чем в вариантах с глубиной промачивания 0,3–0,6 и 0,6 м. Снижение предполивного порога влажности до 80–70–60 % НВ позволило сократить затраты воды на возделывание лука до 6196,6 м³/га, разница между вариантами по глубине промачивания почвы колебалась от 10 до 13 %. Урожайность при этом варьировала от 32,3 до 109,5 т/га [191].

По утверждению Васецкого В. Ф. поливы по бороздам эффективнее дождевания, так как растения лука в этом случае меньше страдают от грибных болезней [83].

В. В. Выборнов утверждает, что для получения 60 т/га репчатого лука на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья целесообразно поддерживать порог предполивной влажности почвы на уровне 80 % НВ в слое 0,3 м в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой $N_{165}P_{115}K_{115}$ проведением 21–22 полива поливной нормой 120 м³/га [100].

Сохранность лука зависит от правильного применения удобрений. Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под вспашку. При средней обеспеченности почвы элементами питания их дозы составляют 50–80 кг/га K_2O и 80–130 кг/га P_2O_5 д. в. Остальное количество удобрений вносится в течение вегетационного периода фертигацией.

Лук требователен к поливу. Одна из основных причин этого – слаборазвитая корневая система. В разные периоды развития лука потребление воды неодинаково. Так в начальные периоды растения лука потребляют 10–12 м³/га в сутки, а при созревании – 30–35 [120].

Исследования, проведенные на юге Украины позволили сделать выводы, что внесение минеральных удобрений на фоне капельного орошения повышает продуктивность лука на 33,1–42,8 % по сравнению с орошаемым контролем. Рекомендованная доза минеральных удобрений $N_{120}P_{90}$ обеспечивает формирование урожайности 46,6 т/га [218].

Хорошо окультуренные дерново-подзолистые почвы благодаря высокому потенциальному плодородию позволяют получать 191–297 ц/га клубней картофеля, возделываемого в севообороте, даже без использования удобрений и 248–386 ц/га при использовании моноазотных и органических систем удобрения. Агрономически эффективные системы удобрений не ухудшают качество клубней картофеля. Однако некомпенсированные потери макроэлементов с урожаем приводят к деградации почвенного плодородия и, особенно, калийного состояния [94].

Рост суммарного водопотребления картофеля на вариантах опыта компенсировался растущей урожайностью, что обеспечило снижение удельных затрат воды на формирование урожая до 69,1 м³/т [131].

Опыты, проведенные в д. Якшур Завьяловского района Удмурдской Республики в 2010–2012 гг. позволили сделать вывод, что применение комплексных минеральных удобрений под раннеспелый картофель на дерново-среднеподзолистой супесчаной почве более эффективно, прибавка урожая составила 5,3–7,2 т/га. При составлении систем удобрений следует использовать пока-

затели нормативного выноса элементов питания, полученных на основе местных исследований [333].

Исследования, проведенные в лесостепной зоне юга Западной Сибири, позволили сделать вывод, что достоверное положительное влияние на урожай картофеля последствия калийных удобрений, длительно вносимых в широком диапазоне доз (от 30 до 150 кг/га), продолжается не более 4–5 лет [366].

Применение сидератов способствовало увеличению влажности (на 7–10 %) и биологической активности почвы с сохранением тенденции в течение двух лет последствия сидерации, что особенно важно в годы с недостатком осадков. Урожайность сортов картофеля в среднем за 2 года повышалась от заправки донника однолетнего на известкованной почве на 2,9–8,9 т/га (на 10–32 %), а люпина однолетнего на 2,4–6,8 т/га (на 9–25 %) при 27,9 т/га на фоне $N_{90}P_{90}K_{120}$; содержание тяжелых металлов не превышало ДМУ [44].

Эффективность фосфорных удобрений, вносимых под картофель, зависит в первую очередь от содержания подвижного фосфора в почвах. Из этого следует, что переход почв из низкообеспеченных подвижным фосфором в высокообеспеченные приводит к снижению окупаемости в среднем в 1,5 раза. С увеличением дозы фосфора также снижалась его окупаемость прибавкой урожая [349].

Опыты, проведенные на землях сельскохозяйственной исследовательской станции Нежд, расположенной в центре плато Нежд, в южной части провинции Дофар Султаната Оман, позволили сделать вывод, что повышение режима предполивной влажности почвы с 70 до 80 % приводило к увеличению суммарного и среднесуточного водопотребления. Максимальное водопотребление совпадала с периодом активного клубнеобразования. В этот период опасны перерывы в водообеспечении растений [77].

При выращивании картофеля на черноземе обыкновенном при орошении оптимальное содержание нитратного азота в слое почвы 0–60 см перед посадкой около 130 кг/га, при исходном уровне 90 кг/га, достигалось внесением $N_{60}P_{60}K_{40}$, что обеспечило повышение урожайности на 9,7 %, а выхода крахмала на 13,9 %.

При этом содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см составляло 48–50 мг/кг, что также можно считать оптимальным [2].

Урожай картофеля при интенсивных технологиях выращивания должен быть получен без ущерба качеству. Поэтому следует стремиться к получению продукции с более низким содержанием нитратов. Один из ведущих факторов, определяющих накопление нитратов, – применение органических и минеральных удобрений, в первую очередь азотных. Однако неверно полагать, что при любом использовании азотных удобрений наблюдается опасное накопление нитратов в растении. Азотные удобрения повышают потенциальную возможность этого явления, но оно может наблюдаться лишь в определенных условиях.

В исследованиях, проведенных в РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева установили, что содержание нитратов в клубнях картофеля колебалось от 128 до 370 мг/кг сырой массы при ПДК – 250 мг/кг. Превышение предельно допустимой концентрации нитратов в клубнях картофеля отмечено в вариантах с применением мочевины и сульфата аммония в дозе 90 кг д. в./га, а также при использовании для подкормки кальциевой селитры [353].

С учетом экономного расходования оросительной воды при наименьших значениях коэффициента водопотребления картофеля наиболее благоприятные условия влагообеспеченности и питания растений достигаются при ее формировании с дифференциацией предполивной влажности почвы по межфазным периодам на уровне 70–80–70 % НВ [171, 188, 276, 328, 330].

Товарность клубней, как и содержание крахмала картофеля по ротациям севооборота высокая и средства защиты растений ее не снижают. Лучшим по качеству продукции стоит считать вариант, где вносились удобрения дозой $N_{120}P_{120}K_{150}$ на фоне навоза. Таким образом, опыты, проведенные в Смоленской области, позволяют сделать вывод, что минеральные удобрения на фоне навоза и защиты растений обеспечивают значительный рост урожайности картофеля при высоком качестве продукции [1, 106, 132, 181, 186, 278, 340].

В период образования клубней и накопления урожая (фаза цветения) перебои в водоснабжении растений картофеля опасны, так как прекращается рост

клубней. При длительной засухе в фазу цветения и последующий период может наступить отвес клубней, т. е. уменьшение их уже накопленного урожая. В такой период ботва для поддержания жизнедеятельности потребует влагу и питательные вещества молодых клубней. После полива у клубней, прекративших рост и преждевременно созревших, может начаться израстание. Из глазков молодых клубней отрастают столоны, на них появляются уродливые новые клубни (детки). На это расходуются питательные вещества, а при уборке такие сверхмолодые клубни с неокрепшей кожурой легко повреждаются, заболевают и ухудшают сохранность всего вороха картофеля.

Поэтому перерывы в водоснабжении в период цветения и дальнейшего накопления урожая клубней недопустимы.

Самые благоприятные условия, обеспечивающие интенсивное столоно- и клубнеобразование, а в последующем накопление урожая, создаются при влажности почвы в зоне распространения основной массы корней в этот период – на уровне 80–85 % НВ [208, 255–260, 294].

Исследования, проведенные в Комсомольском районе Республики Чувашия, позволяют сделать вывод, что внесение $N_{170}P_{100}K_{170}$ + Прорастин (клубни) + Полистин или Интермаг (обработка почвы) снижают себестоимость продукции с 7,5 руб./кг на минеральном фоне до 6,6–6,7 руб./кг. Окупаемость затрат при этом повышается с 2,4 до 2,69–2,71 [304].

При внесении навоза увеличивается урожайность картофеля в среднем на 6,6–9,0 т/га по сравнению с вариантом без удобрений. Применение на фоне навоза $N_{140}P_{80}K_{100}$ создает условия для наиболее полной реализации потенциальной продуктивности картофеля. Прибавка урожайности при этом составила 14,4–18,5 т/га по сравнению с фоновым удобрением [61, 102, 192].

Исследования, проведенные на Дальнем Востоке показывают, что при возделывании картофеля оптимальная доза минеральных удобрений составляет 500 кг/га д. в. [35].

В. А. Кулыгин утверждает, что в зоне недостаточного увлажнения Ростовской области оптимальной дозой минеральных удобрений является

$N_{120-150}P_{90-120}K_{60-90}$ при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м [89, 193–199, 357].

На экспериментальном участке Камчатского НИИСХ установили, что использование биомассы люпина узколистного и фацелии позволило снизить дозу минеральных удобрений с $(NPK)_{120}$ до $(NPK)_{90}$, сохраняя урожайность и товарность клубней картофеля на одном уровне, что объясняется увеличением содержания органического вещества в почве и улучшением ее агрохимических и агрофизических свойств почв [299].

2 КОНЦЕПЦИЯ «СИСТЕМА АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ ЮГА РОССИИ»

В засушливых степных районах России недостаточная и неустойчивая влагообеспеченность сельскохозяйственных культур является лимитирующим фактором, в значительной степени определяющим необходимость проведения оросительных мелиораций [358].

На настоящий момент площади орошаемых земель юга России составляют 3149,8 тыс. га и согласно Водной стратегии и разработанной Концепции развития мелиорации, в этом регионе будут в дальнейшем расширяться [87, 221]. Но уже в 80–90-е годы стали появляться данные о неблагоприятных тенденциях в эволюции почв, происходящих при массивном орошении [134, 175].

При недостаточном уровне функционирования оросительных систем наблюдались процессы подъема уровня грунтовых вод, изменения водного, солевого, воздушного, питательного режимов и формирования на значительных площадях гидроморфных условий почвообразования, при которых неизбежны процессы переувлажнения, вторичного засоления, осолонцевания, слитизации, дегумификации, обеднения элементами питания, снижения почвенного плодородия. В результате, на орошаемых землях сложилась неблагоприятная эколого-мелиоративная обстановка. Эти выводы подтверждены исследованиями ученых В. Е. Приходько, Е. А. Казинцева, Д. Э. Запорожниченко, А. А. Попова, Г. В. Добровольского, С. Ю. Розова, С. А. Николаевой, Н. С. Скуратова, Л. М. Докучаевой и др. [85, 121, 149, 158, 282, 288].

Р. П. Воробьева, А. В. Шуравилин, В. В. Кандиус, изучавшие изменение водных свойств почвы при длительном орошении в Алтайском крае, отмечали, что с поднятием УГВ проявлялись и процессы трансформации почв, обусловленные олуговением. В результате менялись и водные свойства исследуемых почв [93].

Переувлажнение, особенно периодическое, в вегетационный период в меньшей степени сказывается на продуктивности сельскохозяйственных куль-

тур, но влечет за собой вторичное засоление и осолонцевание почв [359].

Подщелачивание и осолонцевание орошаемых земель распространено достаточно широко. Особенно сильно эти явления выражены при использовании слабощелочных бикарбонатных или слабоминерализованных оросительных вод [313, 314, 375, 381]. Но использование воды хорошего качества, по данным С. П. Соколовского, при длительном орошении в Ставропольском крае лишь в незначительной степени изменило состав поглощенных оснований чернозема обыкновенного карбонатного маломощного [318]. Выявлено, что процессы подщелачивания и осолонцевания в основном сопровождаются дальнейшим уплотнением, дегумификацией, образованием токсичных веществ, нарушением баланса элементов питания [86, 175, 202].

Многочисленные исследования, связанные с проблемой орошения почв, свидетельствуют, что для орошения чрезвычайно сложными являются именно черноземы. Почвы эти обладают сильной набухаемостью и усадкой, имеют склонность к уплотнению при обработке, многие их свойства в условиях режима повышенного увлажнения очень быстро меняются [130, 150, 180, 207, 235, 315]. Неправильное орошение, нарушение технологии возделывания сельскохозяйственных культур, отсутствие продуманной системы удобрений, применение тяжелых средств механизации труда, использование для полива вод низкого качества еще более усугубляют эти процессы.

Следует отметить, что в условиях высокой культуры земледелия, исключаящей межкультурные периоды в севооборотах за счет основных и промежуточных культур, отмечен менее интенсивный распад гумуса по всему почвенному профилю (0–150 см) по сравнению с севооборотом без промежуточных культур. Подобные выводы содержатся в работах В. В. Агеева, А. И. Мешковой, Г. Я. Лапченкова, Б. В. Романова, В. Е. Приходько [4, 204, 288].

Н. А. Пронько и Л. Г. Романова, утверждают, что длительное орошение темно-каштановых почв также приводит к снижению содержания гумуса и ухудшению его качества, и только внесение навоза в сочетании с минеральными удобрениями может повысить гумусированность исследуемых почв [290].

И. П. Карабещкий считает, что причиной изменения гумусового состояния черноземов Молдовы (типичных, обыкновенных и карбонатных) явилось только орошение. За период орошения потери гумуса составили от 0,6 до 1 т/га ежегодно [160].

Таким образом, многочисленные исследования позволяют сделать вывод об изменении гумусного состояния почв при орошении. Причем характер изменений, их направление определяется множеством факторов. Но при поливах минерализованными водами, переполивах, без внесения органических и минеральных удобрений, без насыщения севооборотов многолетними травами имеют место деградации почв.

На рисунке 1.1 представлена блок-схема мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв на орошаемых землях юга России.

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод, что для сохранения и восполнения плодородия орошаемых почв необходимо совершенствовать режимы орошения сельскохозяйственных культур, грамотно и своевременно вносить удобрения, использовать на орошаемых землях сидераты в промежуточных посевах и использовать высокопродуктивные и эффективные севообороты. Решению этих проблем и посвящена данная научно-исследовательская работа.

На основании научно-аналитического обзора, литературных источников и нормативно-методических документов предлагается концепция «Система агрометеорологических приемов повышения эффективности использования орошаемых земель и их плодородия на орошаемых черноземах обыкновенных юга России». Сущность которой заключается в мониторинге плодородия почв, восполнении дефицита минеральных и органических веществ в почве, совершенствовании технологии орошения, разработка высокопродуктивных севооборотов.

Стратегия концепции предполагает использование системы агрометеорологических приемов воспроизводства плодородия почв и повышения эффективности использования орошаемых земель включающих следующие мероприятия:

- мониторинг плодородия почвы орошаемых земель, структуры посевных площадей и чередования сельскохозяйственных культур в звеньях орошаемых севооборотов, используемых технологий орошения и показателей эффективности использования орошаемых земель;

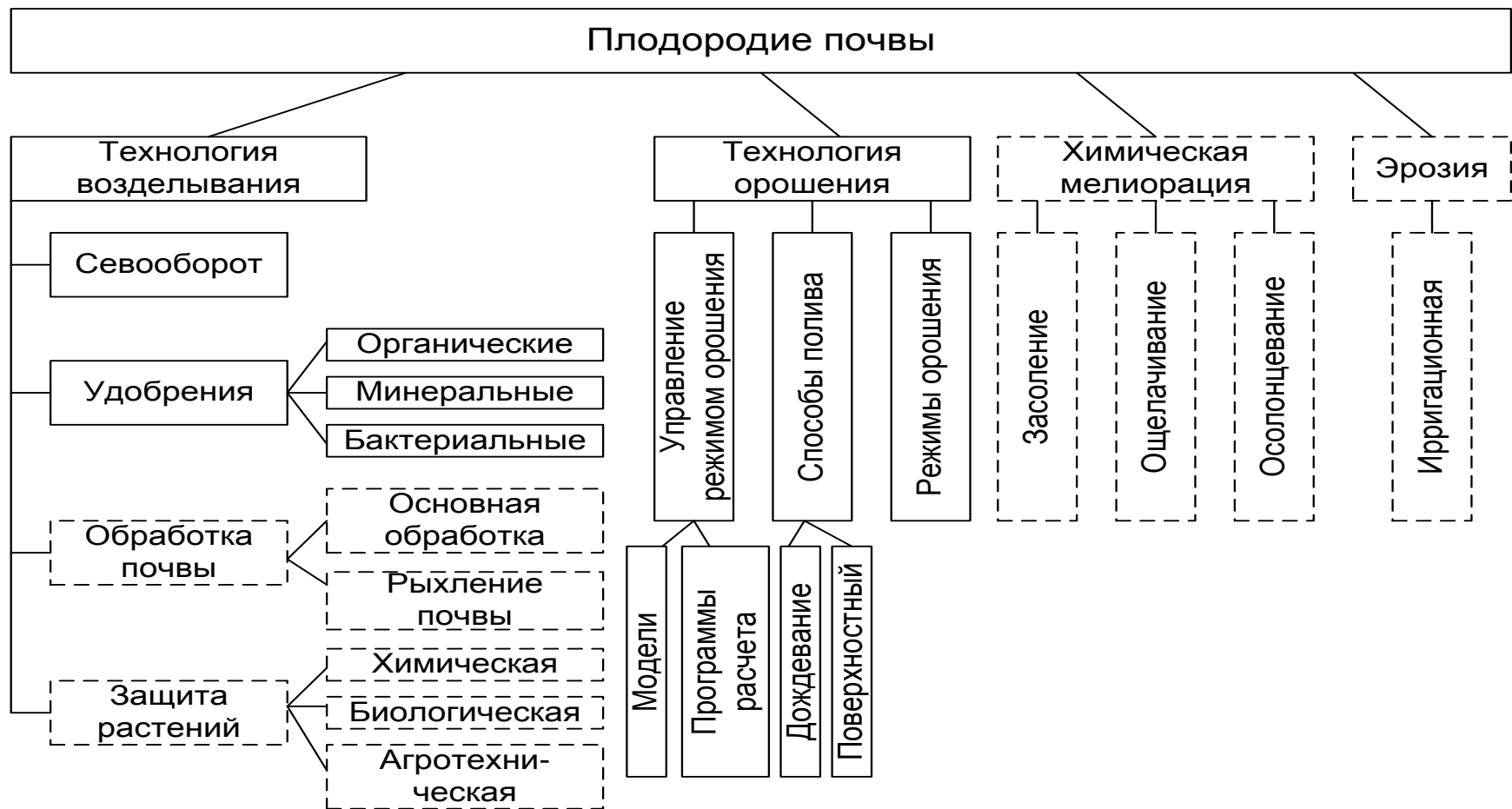


Рисунок 2.1 – Блок-схема пути сохранения и повышения плодородия почв на орошаемых землях юга России

- интенсивное использование в севооборотах минеральных удобрений, промежуточных и сидеральных культур для сокращения дефицита элементов питания и органического вещества в почве, улучшения фитосанитарного состояния посевов и повышения урожайности сельскохозяйственных культур;

- совершенствование технологии орошения сельскохозяйственных культур, включающие рациональные режимы орошения, способы полива, приемы рационального использования водных ресурсов и снижения водопотребления на основе использования математических моделей и программного обеспечения;

- повышение эффективности использования орошаемых земель на основе подбора культур и севооборотов по результатам их энергетической и экономической оценки.

Повышение производительности орошаемого гектара является основной проблемой, которая рассмотрена в данной концепции, согласно которой, за счет использования сидеральных и промежуточных культур появляется возможность получения дополнительной продукции с единицы орошаемого гектара и тем самым более полно использовать земельные ресурсы и солнечную энергию, и направить ее как на получение дополнительной продукции, так и на сохранение и повышение плодородия почв.

Являясь важнейшим резервом интенсификации орошаемого земледелия, уплотнение посевов, позволят повысить использование агроклиматических ресурсов вегетационного периода данного региона, увеличить выход с 1 га сельскохозяйственной продукции, снизить засорение посевов, сохранить и повысить плодородие орошаемых земель и снизить действие эрозионных процессов.

Расширение орошаемых площадей под повторными посевами позволит существенно увеличить производство сельскохозяйственной продукции, а интенсивное использование орошаемого клина обеспечит более полное использование рабочей силы, техники, водных ресурсов и оросительных систем.

3 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в ОПХ Ростовской областной опытно-мелиоративной станции (РООМС), ЗАО «Нива» Весёловского района и ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района Ростовской области в 2003–2014 гг. Условия данной зоны репрезентативны для Юга России.

3.1 Характеристика почв опытных участков

Почвенный покров опытного участка Ростовской ООМС представлен обыкновенным среднемошным малогумусным черноземом. Почвы сформированы на лессовидных тяжелых суглинках. Сильное вскипание от 10 % HCl отмечается с глубины 30–40 см, глинистых частиц в слое 0–1,0 м больше 60 %.

Как показали результаты исследований, почвы характеризуются средним содержанием легкогидролизуемого азота в пахотном слое 0–0,3 м – 2,1–5,3 мг на 100 г почвы. Подвижными формами фосфора в пахотном слое почвы среднеобеспеченны (1,6–3,3 мг на 100 г почвы); содержание калия в почвах повышенное – 32–51 мг на 100 г почвы, pH 6,5–7,0. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Агрохимическая характеристика почвы опытного участка ОПХ РООМС

Слой почвы, м	Гумус, %	Легкогидролизуемый азот, мг/100г почвы	Содержание подвижных форм, мг/100 г почвы		Емкость поглощения, мг/экв. на 100 г почвы
			P ₂ O ₅	K ₂ O ₅	
0–0,3	3,1–4,6	2,1–5,3	1,6–3,3	32–51	25,6–28,8
0,3–0,6	2,2–3,9	1,8–4,8	1,8–4,7	22–43	21,1–26,4

Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3–4 %, мощность гумусового горизонта до 0,7 м. Профильное распределение его постепенно убывающее вглубь (до 1,3–1,9 %). В пахотном слое почва не уплотнена, плотность сложения

в слое 0,6 м составляет 1,3 г/см³, в слое 0,4 м – 1,27 г/см³, скважность – 51,3 %. Максимальная гигроскопичность в слое 0,6 м составляет 11,02 %, в слое 0,4 м – 11,35 %. По гранулометрическому составу почвы относятся к тяжелосуглинистым и имеют высокую водоудерживающую способность: наименьшая влагоемкость в слое 0,6 м составляет 28,7 %, в слое 0,4 м – 29,2 % от веса сухой почвы (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Водно-физические свойства почвы опытного участка ОПХ РООМС

Слой почвы, м	Плотность, г/см ³	Удельная масса, г/см ³	Скважность, %	Максимальная гигроскопичность, %	НВ, в % от массы сухой почвы
0–0,1	1,22	2,55	52,2	10,7	30,3
0,1–0,2	1,23	2,54	51,6	10,5	29,4
0,2–0,3	1,27	2,53	49,8	10,8	28,9
0,3–0,4	1,36	2,51	45,8	10,8	28,2
0,4–0,5	1,37	2,55	45,9	10,9	27,9
0,5–0,6	1,38	2,58	45,3	10,8	27,2
0,6–0,7	1,39	2,56	45,7	10,2	24,9
0,7–0,8	1,43	2,54	43,7	10,5	24,5
0,8–0,9	1,44	2,56	43,7	10,5	24,1
0,9–1,0	1,46	2,57	43,2	10,4	23,9
0–0,6	1,31	2,54	48,4	10,8	28,7
0–1,0	1,36	2,55	46,7	10,6	26,4

По водно-физическим характеристикам почвы в ЗАО «Нива» Весёловского района схожи с почвами ОПХ РООМС. Содержание гумуса до 5 %, мощность гумусового горизонта 0,5-0,7 м, легкогидролизуемого азота в пахотном слое 2,3–5,0 мг/100 г почвы, фосфора 1,7–3,3 мг/100 г почвы, калия 35–53 мг/100 г почвы.

Почвы участка в ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района представлены обыкновенными черноземами. Почвообразующими породами являются палево-бурые лессовидные суглинки. Бурное вскипание карбонатов отмечается с глубины 35–40 см. Профиль характеризуется среднемошным гумусовым горизонтом до 80 см. Содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,6–4,2 %. По грануломет-

рическому составу черноземы являются глинистыми и тяжелосуглинистыми почвами с преобладанием лессовидной (28,8 %) и илистой (42,2 %) фракций. Несмотря на то, что в этих почвах содержание физической глины достигает 72,6 %, они сравнительно легко поддаются механической обработке; в связи с хорошей гумусированностью и карбонатностью. Их удельное сопротивление не превышает 0,47 кг/см².

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Наличие питательных веществ в почве

Горизонт, см	Наличие веществ в почве			
	Нитраты, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий обменный, мг/кг	Гумус, %
0–20	18,2	27,6	378	4,75
20–40	15,1	15,4	285	3,74
40–60	21,9	8,0	209	2,81
60–80	17,0	5,9	214	1,66
80–100	6,9	4,4	202	1,12
0–100 (среднее)	15,8	12,3	258	2,82

Водно-физические свойства почвы опытного участка представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Водно-физические свойства почвы опытного участка
ОАО «Аксайская Нива», 2011–2014 гг.

Горизонт, см	Плотность сложения, г/см ³	Удельная плотность, г/см ³	Общая скваж- ность, %	Максимальная гигроскопич- ность, %	Наименьшая влагоемкость, %
1	2	3	4	5	6
0–10	1,15	2,52	52,7	11,26	28,5
10–20	1,18	2,49	52,2	11,24	27,6
20–30	1,17	2,51	50,7	10,75	27,5
30–40	1,24	2,49	46,8	10,17	27,1
40–50	1,26	2,50	46,3	10,05	26,5
50–60	1,27	2,51	45,8	10,06	25,7

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6
60–70	1,29	2,52	47,2	10,16	24,6
70–80	1,33	2,50	44,7	10,17	23,7
80–90	1,30	2,51	44,1	9,87	23,4
90–100	1,36	2,52	43,5	9,61	22,9
0–40	1,18	2,50	50,6	11,1	27,4
0–60	1,21	2,50	49,1	10,8	27,2
0–100	1,25	2,51	47,4	10,4	25,8

Максимальная гигроскопичность в слое 0,4 и 0,6 м равна 11,1 и 10,8 % соответственно.

В пахотном слое плотность сложения почвы в слое 0,6 м составляет 1,21 г/см³. Гранулометрический состав почвы – тяжелый суглинок, характеризуется высокой водоудерживающей способностью: наименьшая влагоемкость в слое 0,6 м составляет 27,2 % от веса сухой почвы. Максимальная гигроскопичность равна в слое 0,4 и 0,6 м – 11,1 и 10,8 % соответственно [63, 280].

Уровень грунтовых вод в годы исследований на опытных участках залегал ниже 3 м.

3.2 Климатические условия

Опытные участки расположены в центральной орошаемой зоне Ростовской области. Данная территория относится к зоне с жарким, очень засушливым климатом. ГТК менее 0,7, коэффициент увлажнения территории Н. Н. Иванову составляет 0,33–0,44 [127].

Главными климатическими факторами, влияющими на рост и развитие растений, являются тепло- и влагообеспеченность, которые в условиях Ростовской области характеризуются следующими показателями. Сумма положительных температур колеблется от 3200 до 3400 °С. Безморозный период длится

165–175 дней. Переход температуры через 10 °С наступает в апреле. Наиболее жарким является июль, среднемесячная температура месяца составляет 22–25 °С. Самым холодным месяцем является январь, средняя температура января минус 5–8 °С. За год выпадает до 500 мм осадков, около половины их количества приходится на вегетационный период. В течение года осадки выпадают неравномерно и носят ливневый характер. Малое количество осадков в сочетании с высокими температурами определяет сухость воздуха и почвы, высокую вероятность засух и суховеев [7].

Метеорологические условия периода исследований (2003–2014 гг.) различались по годам, что подтверждают данные, приведенные в приложении А.

Вегетационный период 2003 года можно характеризовать как очень влажный (ГТК = 1,1). В период вегетации (апрель – сентябрь) выпало 336,3 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период (май – сентябрь) составила 3200–3300 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в июле и августе, 91,5; 70,2 мм соответственно. Среднесуточная влажность воздуха – 73 %.

Вегетационный период 2004 года можно характеризовать как влажный (ГТК = 0,8). В период вегетации выпало 243,2 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3200–3300 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в июне и августе, 84,3; 97,6 мм соответственно. Влажность воздуха – 75 %.

Вегетационный период 2005 года можно характеризовать как влажный (ГТК = 0,8). В период вегетации выпало 273,4 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3500–3600 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в июне и июле, 76,7; 68,2 мм соответственно. Влажность воздуха – 71 %.

Вегетационный период 2006 года можно характеризовать как влажный (ГТК = 0,7). В период вегетации выпало 240,5 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3500–3600 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в июне – 105,8 мм. Влажность воздуха – 63 %.

Вегетационный период 2007 года можно характеризовать как влажный

(ГТК = 0,8). В период вегетации выпало 282,9 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3700–3800 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в июне 84,3; 97,6 мм соответственно. Влажность воздуха – 75 %.

Вегетационный период 2008 года можно характеризовать как среднесухой (ГТК = 0,7) В период вегетации выпало 240,5 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3500–3600 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в июне – 105,8 мм. Влажность воздуха – 63 %.

Вегетационный период 2009 года можно характеризовать как среднесухой (ГТК = 0,7) В период вегетации выпало 226,7 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3400–3500 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в мае и сентябре, 47,3 и 76,3 мм соответственно. Влажность воздуха – 56 %.

Вегетационный период 2010 года можно характеризовать как влажный (ГТК = 0,8) В период вегетации выпало 305,2 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3800–3900 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в мае и июле, 89,4 и 65,7 мм соответственно. Влажность воздуха – 55 %.

Вегетационный период 2011 года можно характеризовать как среднесухой (ГТК = 0,7) В период вегетации выпало 370,3 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3500–3600 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в июне – 114 мм. Влажность воздуха – 57 %.

Вегетационный период 2012 года можно характеризовать как сухой (ГТК = 0,5) В период вегетации выпало 173,2 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3700–3800 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в мае – 114,9 мм. Влажность воздуха – 55 %.

Вегетационный период 2013 года можно характеризовать как влажный (ГТК = 0,8) В период вегетации выпало 283,9 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3600–3700 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в июле и августе, 39,4 и 47,1 мм соответственно. Влажность воздуха – 56 %.

Вегетационный период 2014 года можно характеризовать как среднесухой (ГТК = 0,7) В период вегетации выпало 266,2 мм осадков. Сумма температур за вегетационный период составила 3500–3600 °С. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в мае – 104 мм. Влажность воздуха – 57 %.

3.3 Программа проведения исследований

Агротехника в опытах разрабатывалась на основе действующих зональных систем земледелия в зависимости от предшественника и состояния поля [141–144].

Для повышения производительности сельскохозяйственных угодий нами в 2009-2014 гг. был заложен опыт по изучению продуктивности звеньев севооборота и их влияние на плодородие почв, который включал в себя 6 вариантов.

Для решения поставленных задач были заложены следующие опыты:

Опыт I. Изучить влияние звеньев севооборота на плодородие почвы и биопродуктивность орошаемых черноземов.

- 1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук;
- 2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук;
- 3) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук;
- 4) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук;
- 5) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук;
- 6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук.

Опыт II. Определить влияние норм высева на продуктивность сидеральных культур.

Опыт однофакторный. При проведении исследований за контроль была норма высева (n(к) рекомендованная зональными системами земледелия. На остальных вариантах опыта изучалось снижение нормы высева на 25 и 50 % и повышение на 25 %.

Определялась оптимальная норма высева для гречихи, горчицы, гороха,

люпина и рапса, выращиваемых в качестве сидеральных. Общая площадь делянки 300 м², учетная – 200 м². Повторность трехкратная.

Опыт III. Определить закономерности роста и развития сидеральных культур и их влияние на плодородие почвы.

Вариант 1. Горчица.

Вариант 2. Гречиха.

Вариант 3. Горох.

Вариант 4. Люпин.

Вариант 5. Яровой рапс.

Опыт однофакторный, включает в себя 5 вариантов.

При определении закономерности роста и развития сидеральных культур опытный участок имел ширину 30 м и длину 10 м, кратную захвату дождевальной машины ДДА-100ВХ, и располагались длинной стороной поперек временного оросителя. Общая площадь делянки 300 м², учетная – 200 м². Повторность трехкратная.

Опыт IV. Изучить влияние влагообеспеченности на продуктивность горчицы сарептской различного срока сева.

Опыт однофакторный представлен в таблице 3.5.

Поливы осуществлялись дождевальной машиной ДДА-100ВХ. Влажность почвы поддерживалась согласно заданным режимам орошения.

Общая площадь делянок 30 м × 10 м что соответствует 300 м², учетная – 200 м².

Таблица 3.5 – Схема опыта IV

Срок посева	Порог влажности почвы, %
1 Ранневесенний	80
	70
	60
2 Летний	80
	70
	60
3 Осенний	80
	70
	60

Опыт V. Изучить влияние сидеральных культур на урожайность и качество клубней картофеля летней посадки.

Вариант 1. Горчица.

Вариант 2. Гречиха.

Вариант 3. Горох.

Вариант 4. Люпин.

Вариант 5. Яровой рапс.

Вариант 6. Без сидерата

Через месяц после заделки сидерата проводили предпосадочное рыхление почвы на глубину 10–14 см агрегатом КФГ-36. Внесение минеральных удобрений производилось совместно с нарезкой гребней – КРН-4,25

В установленные экспериментом сроки проводилась посадка картофеля – КСМ-6 на базе Т-70С, норма посадки 2,5 т/га. Перед посадкой клубни протравливались против болезней фунгицидом «МАКСИМ».

Для предотвращения появления сорной растительности проведено опрыскивание посадок почвенным гербицидом Зенкор дозой 1,3 кг/га, опрыскивателем ОП-2000.

Поливы проводились дождевальными машинами ДДА-100ВХ. Влажность почвы поддерживалась 80 % НВ в слое 0,6 м.

Перед уборкой проводилось скашивание ботвы косилкой измельчителем КИР-1,5. Уборку и учет урожая осуществляли вручную при наступлении технической спелости клубней.

Нормы минеральных удобрений под картофель летней посадки рассчитывались на запланированный урожай 40 т/га балансовым методом по М. К. Каюмову и составили $N_{160}P_{140}K_{140}$. Поливы осуществлялись дождевальными машинами ДДА-100ВХ. Влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м. Общая площадь делянки 300 м², учетная – 200 м². Повторность трехкратная.

Основная обработка почвы при изучении элементов технологии овощного гороха проводилась по типу полупара, которая заключалась в лущении стерни в два следа после уборки предшественника на глубину 10–12 см дисковыми ору-

диями (ЛДГ-10, БДТ-7) и последующей вспашкой на глубину 25–27 см навесными плугами (ПЛН-4-35 или ПН-4-35А), агрегатируемыми с тракторами ДТ-75 М. Фосфорные минеральные удобрения вносились по вариантам опытов сеялкой СЗ-3,6 под вспашку. Доза рассчитывалась под планируемую урожайность по М. К. Каюмову. Осенью до наступления холодов проводили одну-две культивации для уничтожения сорняков и выравнивания поверхности поля.

Предпосевная обработка почвы заключалась в ранневесеннем бороновании и предпосевной культивации. Под культивацию вносили азотные удобрения.

Опыт VI. Изучить влияние сроков посева на рост и развитие овощного гороха при орошении.

- 1) 25–30 марта (контроль);
- 2) 10–15 апреля;
- 3) 25–30 апреля;
- 4) 20–25 июля;
- 5) 1–10 августа.

Высевались сорта Авола, Альфа, Скинадо, Адагумский, Беркут. Изучался рост и развитие сортов овощного гороха различных групп спелости при разных сроках посева. Поливы осуществлялись дождевальными машинами ДДА-100ВХ. Влажность почвы поддерживалась 80 % НВ в слое 0,6 м. Нормы минеральных удобрений рассчитывались на запланированный урожай овощного гороха 10 т/га балансовым методом по М. К. Каюмову и составили $N_{50}P_{155}K_0$ + ризоторфин.

Перед посевом семена инокулировали районированным штаммом ризоторфина 261^б. Посев обычный рядовой, сеялками СЗ-3,6 на глубину 5–6 см. Норма высева составила 1 млн всхожих семян на 1 га. Сразу после посева проводили прикатывание кольчато-шпоровыми катками ЗКШ-6 в один след.

Уход за посевами овощного гороха заключался в довсходовом и после всходовом бороновании (БЗСС-1,0) для уничтожения проростков сорняков, а также уничтожении сорняков по вегетирующим растениям гербицидами; в назначении и проведении поливов и в борьбе с вредителями (долгоносики, брухус и тля) и болезнями (аскохитоз и др.).

Поливы проводились двухконсольным дождевальным агрегатом ДДА-100ВХ согласно заданным режимам орошения.

Учет урожая осуществляли при наступлении технической спелости. В 2003–2005 гг. изучались элементы технологии возделывания овощного гороха и сахарной кукурузы.

Общая площадь делянок $30 \text{ м} \times 10 \text{ м} = 300 \text{ м}^2$, учетная 200 м^2 . Повторность трехкратная.

Опыт VII. Изучить влияние режима орошения на рост, развитие и урожайность овощного гороха (сорт Беркут).

Опыт однофакторный, включает в себя 6 вариантов (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Схема опыта VII

Вариант опыта
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)
2) 80 % НВ в слое 0,4 м
3) 70 % НВ в слое 0,4 м
4) 70 % НВ в слое 0,6 м
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, 80 % НВ в слое 0,6 м далее цветения
6) Без орошения

При изучении режима орошения делянки имели ширину 30 м и длину 10 м, кратную захвату дождевальной машины ДДА-100ВХ, и располагались длинной стороной поперек временного оросителя. Общая площадь делянки 300 м^2 , учетная 200 м^2 . Повторность трехкратная.

Опыт VIII. Изучить влияние питательного режима и влагообеспеченности на рост, развитие и урожайность овощного гороха.

Опыт двухфакторный представлен в таблице 3.7.

Нормы минеральных удобрений рассчитывались на запланированный урожай овощного гороха 8, 10 и 12 т/га балансовым методом по М. К. Каюмову.

Поливы осуществлялись дождевальной машиной ДДА-100ВХ. Влажность почвы поддерживалась согласно заданным режимам орошения.

Таблица 3.7 – Схема опыта VIII

Вариант опыта	
Фактор А	Фактор Б
Без удобрений	Без орошения
	80 % НВ в слое 0,6 м
	70 % НВ в слое 0,4 м
N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	Без орошения
	80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)
	70 % НВ в слое 0,4 м
N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	Без орошения
	80 % НВ в слое 0,6 м
	70 % НВ в слое 0,4 м
N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	Без орошения
	80 % НВ в слое 0,6 м
	70 % НВ в слое 0,4 м

Общая площадь делянок $30 \text{ м} \times 10 \text{ м} = 300 \text{ м}^2$, учетная 200 м^2 . Повторность трехкратная.

При изучении элементов технологии возделывания сахарной кукурузы агротехника на опытном участке применялась рекомендованная зональным системам земледелия. Предшественником сахарной кукурузы являлась озимая пшеница.

Основная обработка почвы проводилась в осенний период. Лушение стерни проводили в два следа дисковыми луцильниками ЛДГ-10 на глубину 8–10 см вспашку проводили на глубину 25–27 см агрегатом ДТ-75 М с плугом ПЛН-5-35.

Предпосевная обработка включала в себя ранневесеннее боронование, две предпосевные культивации с выравниванием почвы и прикатыванием после посева. Ранневесеннее боронование проводили средними зубowymi боронами БЗСС-1,0, агрегатируемыми с ДТ-75М. Культивацию проводили трактором ДТ-75М с культиватором КПС-4. По мере отрастания сорной растительности, а также для обеспечения возможности наиболее качественного размещения семян

при посеве на заданную глубину в первой декаде мая проводят вторую (предпосевную) культивацию с боронованием на глубину 8–10 см.

Доза, вносимых минеральных удобрений рассчитывалась на планируемый урожай по М. К. Каюмову.

Норма высева семян сахарной кукурузы – 70 тыс. всхожих семян на 1 га. Способ посева – широкорядный с шириной междурядий – 70 см. Посев проводят сеялками точного высева (СУПН-8 и ее модификациями). Глубина посева 8–10 см.

После посева, до прикатывания, проводили обработку смесью гербицидов Мерлин дозой 0,15 кг/га и Дуал Голд – 1,5 л/га.

Междурядные обработки проводили по мере зарастания поля сорняками и уплотнения почвы одновременно с подкормками культиваторами-растениепитателями КРН-5,6.

Против вредителей проводили двукратную обработку инсектицидом БИ-58 Новый, КЭ.

Поливы проводились двухконсольным дождевальным агрегатом ДДА-100ВХ согласно заданным режимам орошения.

Уборку осуществляли вручную при наступлении технической и полной спелости.

Опыт IX. Изучить влияние сроков посева на рост и развитие сахарной кукурузы при орошении.

- 1) 25 апреля–5 мая (контроль);
- 2) 20–30 мая;
- 3) 5–10 июня;
- 4) 20–25 июня;
- 5) 1–5 июля.

Высевались гибриды Спирит, Утренняя песня, Краснодарский Сахарный 250 СВ, Роялти, Бонус. Изучался рост и развитие гибридов сахарной кукурузы различных групп спелости при разных сроках посева. Поливы осуществлялись дождевальной машиной ДДА-100ВХ. Влажность почвы поддерживалась

80 % НВ в слое 0,6 м. Нормы минеральных удобрений рассчитывались на запланированный урожай початков сахарной кукурузы 22 т/га балансовым методом по М. К. Каюмову.

Общая площадь делянок $30 \text{ м} \times 10 \text{ м} = 300 \text{ м}^2$, учетная 200 м^2 . Повторность трехкратная.

Опыт X. Изучить влияние режима орошения на рост, развитие и урожайность сахарной кукурузы.

Опыт однофакторный, включает в себя 4 варианта (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Схема опыта X

Вариант опыта
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)
2) 80 % НВ в слое 0,4 м
3) 70 % НВ в слое 0,6 м
4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м

При изучении режима орошения делянки имели ширину 30 м и длину 10 м, кратную захвату дождевальной машины ДДА-100ВХ, и располагались длинной стороной поперек временного оросителя. Общая площадь делянки 300 м^2 , учетная – 200 м^2 . Повторность трехкратная.

Опыт XI. Изучить влияние дифференцированных доз минеральных удобрений на продуктивность сахарной кукурузы.

Дозы удобрений рассчитывались по М. К. Каюмову на запланированный урожай сахарной кукурузы 12 т/га и составили на контрольном варианте $N_{180}P_{80}K_0$. На остальных вариантах опыта изучалось снижение доз минеральных удобрений на 20 и 40 % и повышение дозы на 20 %.

Поливы осуществлялись дождевальной машиной ДДА-100 ВХ. Влажность почвы поддерживалась 80 % НВ в слое 0,6 м. Общая площадь делянок $30 \text{ м} \times 10 \text{ м} = 300 \text{ м}^2$, учетная 200 м^2 . Повторность трехкратная.

Исследования по совершенствованию режима орошения и способов полива сорго на зерно проводились в двух полевых опытах в 2012–2014 гг. Посев проводился в первой декаде мая. Высевался районированный сорт зернового сорго Ха-

зине 28. Основная обработка почвы проводилась в осенний период. Лушение стерни проводили в два следа дисковыми лушильниками ЛДГ-10 на глубину 8–10 см. вспашку проводили на глубину 25–27 см агрегатом ДТ-75 М с плугом ПЛН-5-35.

Предпосевная обработка включала в себя ранневесеннее боронование, две предпосевные культивации с выравниванием почвы и прикатыванием после посева. Ранневесеннее боронование проводили средними зубowymi боронами БЗСС-1,0, агрегатируемыми с ДТ-75М. Культивацию проводили трактором ДТ-75М с культиватором КПС-4. По мере отрастания сорной растительности, а также для обеспечения возможности наиболее качественного размещения семян при посеве на заданную глубину в первой декаде мая проводят вторую (предпосевную) культивацию с боронованием на глубину 8–10 см.

Норма высева семян сорго зернового – 270 тыс. чистых и всхожих семян на 1 га. Способ посева – широкорядный с шириной междурядий – 70 см. Посев проводят сеялками точного высева (СУПН-8 и ее модификациями). Глубина посева 8–10 см.

После посева, в фазу 5–6 настоящих листа проводили обработку гербицидом Линтаплант, ВК дозой 1,2 л/га.

Междурядные обработки проводили по мере зарастания поля сорняками и уплотнения почвы культиваторами КРН-5,6.

Полив в опытах осуществлялся дождевальными машинами ДДА-100ВХ. Учет оросительной воды производился водомерным счетчиком ВД-180. Удобрения вносились на планируемую урожайность 10 т/га. Учет урожая вручную при полном созревании.

Опыт XII. Изучить влияние режима орошения на рост, развитие и урожайность сорго зернового.

Вариант 1. Без орошения.

Вариант 2. Поддержание влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ от всходов до начала созревания (контроль, расчетная поливная норма 1 м).

Вариант 3. Полив, уменьшенный на 20 % от расчетной поливной нормы

(0,8 м), в те же сроки, что и на варианте 2.

Вариант 4. Полив, уменьшенный на 40 % от расчетной поливной нормы (0,6 м), в те же сроки, что и на варианте 2.

Вариант 5. Дифференцированный режим орошения по фазам роста: поддержание влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 70 % НВ от всходов до фазы «начало выметывания», далее не ниже 80 % НВ до фазы «начало созревания».

Вариант 6. Дифференцированный режим орошения по фазам роста: поддержание влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 60 % НВ от всходов до начала выметывания, далее не ниже 80 % НВ до фазы «начало созревания».

Размер опытной делянки $30 \text{ м} \times 10 \text{ м} = 300 \text{ м}^2$, учетная площадь – 200 м^2 , повторность трехкратная.

Опыт XIII. Изучить влияние способов полива на рост, развитие и урожайность сорго зернового.

Вариант 1. Без орошения

Вариант 2. Полив дождеванием с поддержанием влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ от всходов до начала созревания (контроль).

Вариант 3. Полив по бороздам с поддержанием влажности почвы в слое 1,0 м не ниже 80 % НВ от всходов до начала созревания.

Вариант 4. Полив по бороздам-щелям с поддержанием влажности почвы в слое 1,0 м не ниже 80 % НВ от всходов до начала созревания.

Вариант 5. Комбинированный полив: полив дождеванием до фазы 10–12 листьев (высота растений 0,4–0,5 м) с поддержанием влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ, далее полив по нарезанным бороздам-щелям с поддержанием влажности почвы в слое 1,0 м не ниже 80 % НВ до начала созревания.

Вариант 6. Внутрипочвенный струйный полив одновременно с посевом и в дальнейшем дождеванием в те же сроки, что и на варианте 2.

Полив осуществлялся дождевальной машиной ДДА-100ВХ и поверхностными способами по тупым бороздам, нарезанным в каждом междурядье КРН-4,2 (КРН-5,6), а через ряд – БЩН-3. Внутрипочвенный струйный полив одновременно с посевом производился по технологии ФГБНУ «РосНИИПМ» (патент РФ

RU 2483516 «Устройство для внутрипочвенного полива семян при посеве», Бюллетень № 16 от 10.06.2013) [272, 329, 337]. Учет израсходованной воды производился при поливе дождеванием водомерным счетчиком, при поливе по бороздам – водосливом Чиполетти. Размер опытной деланки 30×35 м, учетная площадь на всех вариантах – 240 м^2 , повторность трехкратная. Общая площадь под опытом 0,9 га.

Опыт XIV. Изучить влияние различных доз минеральных удобрений на рост, развитие, урожайность и качество зерна зернового сорго.

Вариант 1. Без удобрений.

Вариант 2. Доза удобрений на планируемую урожайность 6,0 т/га зерна (контроль).

Вариант 3. Доза удобрений на планируемую урожайность 8,0 т/га зерна.

Вариант 4. Доза удобрений на планируемую урожайность 10,0 т/га зерна.

Вариант 5. Доза удобрений на планируемую урожайность 12,0 т/га зерна.

Вариант 6. Доза удобрений на планируемую урожайность 14,0 т/га зерна.

Дозы удобрений рассчитывались на планируемую урожайность. Внесение удобрений: фосфорные 50 % от расчетной дозы осенью под вспашку и 50 % весной под первую культивацию с помощью зернотуковой сеялки СЗ-3,6 (или вручную). Полив осуществлялся дождевальной машиной ДДА-100ВХ. Площадь деланок $10 \text{ м} \times 30 \text{ м} = 300 \text{ м}^2$, учетная площадь 200 м^2 , повторность трехкратная.

Предшественниками лука репчатого при проведении исследований в ЗАО «Нива» в 2003–2008 гг. были озимые и яровые зерновые. Для получения высоких урожаев обработка почвы должна быть направлена на максимальное уничтожение сорняков. Основную обработку почвы проводили по типу полупара, которая заключалась в двукратном лущении стерни на глубину 10–12 см дисковыми орудиями (ЛДГ-10, БДТ-7) и последующей вспашкой на глубину 25–27 см навесными плугами (ПЛН-4-35 или ПЛН-5-35), агрегатируемыми с тракторами ДТ-75М или ДТ-175 «Волгарь».

Доза минеральных удобрений рассчитывалась на запланированный урожай по М. К. Каюмову согласно схем опыта. Фосфорные удобрения вносились осенью

под вспашку. Азотные удобрения вносились дробно (50 % осенью, 50 % в качестве подкормок).

Для появления более дружных всходов через 2–3 недели после вспашки проводили двукратную культивацию и планировку полей длиннобазовым планировщиком П-4.

Посев необходимо проводить в самые ранние сроки. Весной, перед посевом, проводили боронование в 2 следа и прикатывание. Сеяли на глубину 2–3 см трехстрочными лентами (60 + 30 + 30) сеялкой «Клён». Норма высева 6–8 кг/га или 1,5–2 млн чистых и всхожих семян на гектар.

Семена перед посевом барботировали воздухом при температуре 20 °С 15–18 часов. После подсушивания семена обрабатывали фунгицидом (ТМТД, СП 4–5 кг/т).

После посева проводили прикатывание кольчато-шпоровыми катками (3 ККШ-6). В фазе 1–2 настоящих листьев для рыхления и борьбы с сорной растительностью посевы бороновали сетчатыми боронами поперек направления посева.

Уходные работы заключались в междурядных культивациях на глубину 6–8 см, через 15–20 дней после обработки гербицидами. Подкормки проводили в фазы 2–3 настоящих листьев и начала образования луковиц.

В период вегетации для борьбы с сорняками использовали гербициды. Против однолетних злаковых и двудольных до всходов культур посева обрабатывали Стомпом, норма расхода препарата 2,5–4,5 л/га. Против многолетних и однолетних злаковых при высоте сорняков 10–15 см применяли Фюзилад-супер, КЭ 2–4 л/га. Расход рабочей жидкости 400 л/га.

Против луковой мухи обрабатывали инсектицидом Креоцид-50, КЭ, норма расхода препарата 0,07–0,1 л/га. Обработку против пероноспороза проводили фунгицидом Акробат МЦ, СП 2 кг/га трехкратно.

Полив производили дождевальными машинами ДДА-100ВХ согласно заданным режимам орошения. За 2–3 недели до уборки поливы прекращали. Уборку производили вручную при созревании 50 % луковиц.

Для решения поставленных задач были заложены следующие опыты:

Опыт XV. Изучить влияние режима орошения на рост, развитие и урожайность лука репчатого.

Опыт однофакторный, включает в себя 4 варианта (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Схема опыта XV

Вариант опыта
1) Не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)
2) Не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м до окончания формирования листового аппарата, далее не ниже 70 % НВ в слое 0,6 м
3) Не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м
4) Без орошения

При изучении режима орошения делянки имели ширину 30 м и длину 10 м, кратную захвату дождевальная машины ДДА-100ВХ, и располагались длинной стороной поперек временного оросителя. Общая площадь делянки 300 м², учетная 200 м². Повторность трехкратная. Высевался сорт лука репчатого Янтарный 29.

Опыт XVI. Изучить влияние питательного режима и влагообеспеченности на рост, развитие и урожайность лука репчатого.

Опыт двухфакторный (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Схема опыта XVI

Вариант опыта	
Фактор А	Фактор Б
1	2
N ₁₀₀ P ₉₀	80 % НВ
	70 % НВ
	Без орошения
N ₁₂₀ P ₁₂₀	80 % НВ
	70 % НВ
	Без орошения
N ₁₄₀ P ₁₅₀	80 % НВ
	70 % НВ
	Без орошения

Продолжение таблицы 3.10

1	2
Без удобрений	80 % НВ
	70 % НВ
	Без орошения

Изучалось влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность лука репчатого при различных режимах орошения. Дозы минеральных удобрений рассчитывались на запланированный урожай товарного лука 30, 40, 50 т/га балансовым методом по М. К. Каюмову. Общая площадь делянки 300 м², учетная – 200 м². Повторность трехкратная.

Основная обработка почвы, при возделывании сидеральных культур, заключалась в следующем – после уборки предшественника проводили лушение стерни в два следа на глубину 8–10 см. Лушение осуществлялось орудиями ЛДГ-10 Б. Следующей технологической операцией была основная обработка почвы, в качестве которой применена отвальная обработка на глубину 25–27 см, осуществляемая навесным плугом ПЛН-4-35 или ПН-4-35А, агрегируемыми с трактором ДТ-75 М. Предпосевная обработка почвы заключалась в ранневесеннем бороновании бороной БЗСС-1,0. Посев проводился сеялкой СЗ-3,6. Скашивание и измельчение сидерата проводилось косилкой измельчителем КИР-1,5. Сидераты заделывались в почву в фазе цветения луцильником ЛДГ-10 Б в агрегате с трактором ДТ-75 М.

Поливы проводились дождевальными машинами ДДА-100ВХ. Влажность почвы поддерживалась выше 80 % НВ в слое 0,6 м.

При проведении полевых опытов были использованы методики Б. А. Доспехова [127, 128], В. Н. Плешакова [276], Т. Н. Кононенко [182] и другие общепринятые методики по постановке и проведению полевых опытов. Для получения достоверных результатов и их объективной оценки на всех вариантах опытов проводились следующие наблюдения и исследования:

1 Водно-физические свойства почвы (плотность, удельная масса, скважность, максимальная гигроскопичность, наименьшую влагоемкость) определяли

по методике, изложенной В. С. Астаповым [36].

2 Плотность сложения почвы определялась методом режущего кольца по Качинскому [261].

3 Удельную плотность определяли пикнометрическим методом [262].

4 Наименьшая влагоемкость определялась методом затопления площадок по методике ЮжНИИГиМ [312].

5 Анализы образцов почвы для агрохимической характеристики участка, выполнялась в эколого-аналитической лаборатории РосНИИПМ, гумус и подвижные формы легкогидролизуемого азота – по Тюрину, подвижный фосфор – по Мачигину, обменный калий фотоколлометрически в углеаммонийной вытяжке – по Протасову [113–115].

6 Динамика влажности почвы определялась термостатно-весовым методом, путем высушивания образцов почвы до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 8–9 часов. Образцы почвы отбирались через каждые 10 дней, а также до и после проведения поливов и выпадения осадков более 10 мм на делянках опыта отбор образцов на влажность проводился через каждые 0,1 м до глубины 1,0 м [300].

7 Поливная норма для увлажнения расчетного слоя почвы определялась по формуле А. Н. Костякова [190]:

$$M = 100 \cdot H \cdot \alpha \cdot (\beta_{\text{нв}} \cdot \beta_{\text{н}}), \quad (3.1)$$

где M – поливная норма, м³/га;

H – слой почвы, см;

α – объемная масса почвы, г/см³;

$\beta_{\text{нв}}$ – наименьшая влагоемкость, % от массы сухой почвы;

$\beta_{\text{н}}$ – влажность почвы перед поливом, % от массы сухой почвы.

8 Использование почвенной влаги при расчете суммарного водопотребления производили в слое 1,5 м по следующей формуле:

$$W = 100 \cdot H \cdot \alpha \cdot (\beta - r), \quad (3.2)$$

где W – суммарное водопотребление, м³/га;

H – слой почвы, м;

α – объемная масса почвы, г/см³;

β – влажность почвы в слое H при посеве, в % от объема абсолютно сухой массы почвы;

r – влажность почвы в слое H при уборке, в % от объема абсолютно сухой массы почвы.

9 Водопотребление посевов сельскохозяйственных культур определяли методом водного баланса с учетом запасов влаги в начале и в конце вегетации, оросительной нормы и осадков за период вегетации по формуле:

$$E = T + \Xi = W_0 + P + M - W, \quad (3.3)$$

где E – суммарное водопотребление, м³/га;

T – транспирация растений, м³/га;

Ξ – испарение с поверхности почвы, м³/га;

W_0 – запас влаги в почве к началу вегетации, м³/га;

P – сумма осадков за вегетационный период, м³/га;

M – оросительная норма, м³/га;

W – остаточный запас влаги в почве в конце вегетации, м³/га.

10 Среднесуточное водопотребление рассчитывалось по формуле:

$$I = E/n, \quad (3.4)$$

где I – среднесуточное водопотребление, м³/га;

E – суммарное водопотребление, м³/га;

n – количество дней в периоде.

11 Коэффициент водопотребления рассчитывали по формуле:

$$K = E/Y, \quad (3.5)$$

где K – коэффициент водопотребления, м³/т;

E – суммарное водопотребление, м³/га;

Y – урожайность, т/га.

12 Учет воды при поливах проводился с помощью водомерных счетчиков ВД-180, установленных на дождевальными машинами ДДА-100ВХ.

13 Фенологические наблюдения проводились на всех опытах путем непо-

средственного наблюдения и замеров. Использовалась методика государственного сортоиспытания [339].

14 Густоту стояния растений определяли на закрепленных участках на каждой делянке в двух местах по диагонали на 10 м², в фазу – полные всходы и при уборке.

15 Учет высоты растений проводили на динамических площадках на 25 растениях в двух местах делянки.

16 Динамику нарастания зеленой массы и накопления сухого вещества определяли по методическим указаниям ВНИИОЗ.

17 Наблюдение за динамикой нарастания клубней и надземной массы проводились по методу А. Г. Лорха [210].

18 Площадь листовой поверхности определяли весовым методом. Для чего обрывали и взвешивали листья из отобранного образца. Отбирали листья средней части растений в количестве 10 шт. и делали квадратные высечки специальным сверлом общей площадью 100 см² и взвешивали. Площадь листьев определяли по формуле:

$$S = (P \cdot S_1 \cdot n) / P_1, \quad (3.6)$$

где S – общая площадь листьев пробы, см²;

P – общая масса листьев, г;

S_1 – площадь одной высечки, см²;

n – количество высечек;

P_1 – масса высечек, г.

19 Фиксирование времени наступления фаз вегетации проводили на закрепленных 25 растениях в двух местах каждой делянки. Начало фазы вегетации наступало при проявлении признака у 10 % растений и полная фаза – у 75 %.

20 Питательный режим почвы определяли по предложенной методике М. К. Каюмова на заданную урожайность. Биохимические анализы проводились в лаборатории ФГБНУ «РосНИИПМ» в соответствии с общепринятыми методиками [164].

21 Учет биологического урожая проводили на 1 м² в 3–5 повторениях

на каждой делянке. По этим метровкам определяли структуру урожая: количество растений на 1 м², массу растений, листьев, стеблей и др.

22 При изучении звеньев севооборота использовалась методика В. Ф. Мойсейченко и др. [127].

23 Математическая обработка результатов исследований проводилась по методике Б. А. Доспехова [127] с использованием ПК.

24 Экономическая эффективность устанавливалась по технологическим картам, сопоставлением затрат на производство, уборку и перевозку дополнительной продукции с ее реализационной стоимостью [231, 232, 365].

25 Энергетическая эффективность вариантов рассчитывалась путем сопоставления количества накопленной биологической энергии с затратами энергии на получение продукции по методике [154, 157, 225, 227–229].

4 ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНЬЕВ ОРОШАЕМЫХ СЕВООБОРОТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Эффективность земледелия в значительной степени зависит от правильного подбора и соотношения возделываемых культур, которые позволяют получить максимальную продуктивность и сохранить плодородие почв.

Севообороты являются основой для всех агрономических мероприятий, в частности системы обработки почвы и системы удобрения, защиты почвы от эрозии, а посевов – от сорняков, вредителей и болезней. Влияние севооборота распространяется как на все стороны жизни растений, так и на все процессы, происходящие в почве.

Как следствие, правильный севооборот оказывает положительное влияние на плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур [332].

При изучении звеньев севооборота по методике В. Ф. Моисейченко и др. [268] определяли продуктивность севооборотных звеньев по таким общепринятым показателям, как выход с 1 га разного вида продукции в абсолютном (зерно, клубни и др.) и относительном (зерновые, кормовые или кормопротеиновые единицы) выражении.

Так же в опытах с севооборотами изучали вопросы изменения содержания отдельных показателей плодородия почвы за период одной или нескольких ротаций звеньев севооборотов. Для решения этой задачи проводились исследования:

- балансовые расчеты основных элементов питания за ротацию изучаемых звеньев севооборотов;
- содержания отдельных элементов питания в корнеобитаемом слое почвы в динамике – в начале и в конце ротации;
- баланса гумуса в почве за ротацию звена севооборотов;
- изменения засоренности посевов за ротацию звена севооборота.

Для решения данных задач нами заложен опыт по изучению влияния звеньев севооборота на продуктивность сельскохозяйственных культур, рациональное

использование водных ресурсов и плодородие почвы, который включает в себя 6 вариантов опыта.

4.1 Продуктивность звеньев орошаемых севооборотов

Для сравнимости продуктивности звеньев орошаемых севооборотов необходимо урожайность сельскохозяйственных культур привести к одному показателю. В настоящее время широко используется такой показатель как зерновые единицы. Коэффициенты перевода представлены в приказе Минсельхоза РФ от 11 января 2013 г. № 6 «Об утверждении коэффициентов перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур» [252].

Исследования проводились в 2009–2014 гг. в звеньях севооборотов из 3 культур (полей). Продуктивность звеньев орошаемого севооборота представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Продуктивность изучаемых звеньев орошаемого севооборота, 2009–2014 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га			Сумма за 2009–2014 гг., т з. е.
	1 год	2 год	3 год	
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	11,3	47,8 + 43,5	43,1	37,4
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	11,3	9,8 + 42,1	42,3	33,6
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	11,3	35,3	40,7	28,2
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	12,3	47,8 + 42,3	42,7	36,4
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	12,3	9,8 + 41,4	41,3	32,7
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	12,3	33,7	39,4	27,0
НСР ₀₅ , т	0,54–0,76			

В первый год ротации звена севооборота сахарная кукуруза возделывалась на зерно и была получена урожайность в среднем 11,3 т/га. У зернового сорго урожайность была выше и составила в среднем 12,3 т/га. Во второй год возделывался картофель летней посадки после сидерата, промежуточной культуры и обработки по типу полупара. Было заделано в почву 47,8 т/га зеленой массы сидерата. В качестве сидеральной культуры использовалась горчица сарептская. В качестве промежуточной культуры использовался овощной горох на зеленый горошек. Его урожайность составила 9,8 т/га. Далее возделывался картофель летней посадки. Его урожайность варьировала от 33,7 до 43,5 т/га в зависимости от варианта опыта. На третий год ротации звена севооборота возделывался лук посевом семенами в грунт. Урожайность его по вариантам опыта была от 27 до 37,4 т/га.

Анализ таблицы 4.1 показал, что наибольшее количество зерновых единиц получено на первом варианте опыта, где в звене севооборота возделывались сахарная кукуруза (поле 1), горчица в качестве сидерата под картофель летней посадки (поле 2) и лук посевом семенами в грунт (поле 3) и составило 37,4 т з. е. На варианте опыта, где в первый год возделывалось сорго зерновое вместо сахарной кукурузы продуктивность звена севооборота снизилась на 1 т з. е. или на 2,7 %.

На втором и пятом варианте опыта, где вместо сидерата возделывался овощной горох, продуктивность составила 33,6 и 32,7 т з. е. соответственно. На вариантах опыта, где во второй год исследований проводилась обработка под картофель летней посадки по типу полупара продуктивность гектара пашни была наименьшей и составила 28,2 и 27,0 т з. е.

Проведенными исследованиями доказана высокая эффективность сидеральных и промежуточных культур при возделывании овощных культур. Преимущество полупара под картофель летней посадки по влиянию на урожайность неоспоримо, но в тоже время необходимо рассматривать его эффективность в звене севооборота.

Из литературных источников известно [332], что некоторые культуры оказывают положительное влияние в качестве предшественника на снижение

процента поражения заболеваниями последующих культур. В результате исследований нами рассмотрена поражаемость заболеваниями картофеля летней посадки и лука в звеньях орошаемых севооборотов, которая представлена в таблицах 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2 – Поражение заболеваниями клубней картофеля летней посадки в звене севооборота, 2009–2014 гг.

Вариант опыта	Пораженные клубни заболеваниями, %	Отклонение от контроля, %
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	11	–
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	13	18,2
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	17	54,5
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	12	9,1
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	14	27,3
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	18	63,6
НСР ₀₅ , %	0,46	

Таблица 4.3 – Поражение заболеваниями растений лука в звене севооборота, 2009–2014 гг.

Вариант опыта	Пораженные луковицы заболеваниями, %	Отклонение от контроля, %
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	13	–
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	14	7,7
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	16	23,1
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	13	0,0
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	15	15,4
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	17	30,8
НСР ₀₅ , %	0,26	

В таблице 4.2 приведены данные о поражении клубней картофеля комплексом болезней, таких как фитофтороз, альтернариоз, различные гнили и другие. Исходя из полученных данных, можно сделать выводы, что на контрольном варианте было наименьшее количество пораженных заболеваниями клубней. Процент пораженности составляет 11 %. Самый высокий показатель поражения заболеваниями клубней картофеля зафиксирован на 6 варианте и составляет 18 %, что на 63,6 % больше контрольного варианта. На вариантах, где в качестве промежуточной культуры использовался овощной горох поражение заболеваниями составило 13 и 14 %, что на 18,2 и 27,3 % больше контрольного варианта.

Основными болезнями лука репчатого в нашей зоне являются пероноспороз, ржавчина, бактериоз, различные плесени, мозаика и другие.

Анализ таблицы 4.3 позволил сделать вывод, что при использовании сидерации под предшествующую культуру поражаемость заболеваниями луковицы была наименьшей. Это связано с тем, что в почве накапливаются микроорганизмы, которые угнетают патогенную микрофлору и благоприятно влияют на качество и поражение заболеваниями растений лука репчатого. При использовании промежуточных посевов (2 и 5 вариант) поражение заболеваниями увеличивалось на 7,7–15,4 %. При полупаровой обработки почвы под предшествующую культуру (3 и 6 варианты) поражение заболеваниями было наибольшим и составило 16–17 %, что на 23,1 и 30,8 % выше, чем на контрольном варианте.

Качество урожая клубней картофеля летней посадки в звене севооборота представлено в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Качество урожая клубней картофеля летней посадки в зависимости от звена севооборота, 2009–2014 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Сухое вещество		Содержание крахмала	
		%	т/га	%	т/га
1	2	3	4	5	6
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	43,5	25,1	10,9	12,8	5,6
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	42,1	24,7	10,4	13,2	5,6

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	35,3	23,2	8,2	12,6	4,4
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	42,3	24,4	10,3	12,7	5,4
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	41,4	23,5	9,7	12,9	5,3
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	33,7	21,3	7,2	11,8	4,0
НСР ₀₅ , т	0,97				

Проведенные исследования показали, что сидерация и посев промежуточных культур оказывают непосредственное влияние на качество клубней картофеля летней посадки. На вариантах опыта, где перед посадкой картофеля возделывался сидерат, была получена наивысшая урожайность – 43,5 т, накоплено больше сухого вещества – 10,9 т и крахмала – 5,6 т с 1 га площади. Несколько ниже были показатели при возделывании промежуточной культуры (вариант 2 и 5). Количество сухого вещества составило 9,7–10,4 т/га и крахмала 5,3–5,6 т/га соответственно.

Анализ таблицы 4.4 позволяет сделать вывод, что использование сидеральных и промежуточных культур способствует большему накоплению сухого вещества в клубнях на 3,5–12,3 %, что соответствует 2,5–3,7 т/га. При этом содержание крахмала увеличивается на 0,9–1,4 %, что составляет 1,3–1,6 т/га.

Нами было исследовано качество лука репчатого на третий год ротации севооборота по таким показателям как содержание сухого вещества и содержание сахара. Результаты исследований приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Качество урожая лука репчатого в зависимости от звена севооборота, 2009–2014 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Сухое вещество		Содержание сахара	
		%	т/га	%	т/га
1	2	3	4	5	6
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	43,1	17,3	7,5	9,8	4,2

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	42,3	16,8	7,1	9,6	4,1
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	40,7	15,3	6,2	7,4	3,0
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	42,7	17,2	7,3	9,7	4,1
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	41,3	16,5	6,8	9,6	4,0
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	39,4	15,2	6,0	7,2	2,8
НСР ₀₅ , т	0,55				

Анализ таблицы 4.5 показал, что на контрольном варианте были получены наибольшая урожайность – 43,1 т/га, накопление сухого вещества и сахара в луковицах составила 17,3 и 9,8 %. Худшие показатели качества лука были получены на 3 и 6 вариантах, где обработка почвы во второй год ротации звена севооборота под картофель летней посадки проводилась по типу полупара.

Одним из немаловажных показателей товарности лука и картофеля является масса одной луковички или клубнеплода и процент выхода товарных клубней и луковиц (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Масса одного клубня картофеля летней посадки и луковички в зависимости от звена севооборота, 2009–2014 гг.

Вариант опыта	Масса одного клубня и луковички, г	% выхода товарных клубней и луковиц
1	2	3
Картофель летней посадки		
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	96,8	81,2
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	89,3	80,8
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	83,2	76,3
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	95,4	81,0

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	87,1	80,5
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	82,3	75,9
Лук репчатый		
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	90,5	83,1
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	89,4	82,7
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	82,3	79,3
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	90,1	82,2
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	88,9	81,4
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	81,9	78,1

В таблице 4.6 приведены данные средней массы клубней картофеля летней посадки и луковиц в различных звеньях севооборотов. Исходя из этих показателей, можно отметить, что наибольшая средняя масса клубней картофеля и луковиц была получена на 1 и 4 вариантах с сидератом. Этот показатель на картофеле соответствует 96,8 г, на луке – 90,5 г. Высокая масса была получена на 2 и 5 вариантах с промежуточными посевами.

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод, что использование сидератов и промежуточных культур благоприятно влияет, как на продуктивность последующих культур, так и на качество и товарные свойства картофеля и лука.

4.2 Засоренность посевов звеньев севооборота

При изучении звеньев севооборота одним из основных показателей является влияния звена севооборота на засорение сорной растительностью. Необходимо получить сведения не только о количестве сорной растительности, но и их видо-

вой состав. Засоренность посевов различными сорняками по годам исследования представлена в таблице 4.7.

Проведенные исследования показали, что на всех вариантах опыта засоренность посевов в звеньях севооборотов была слабая, это говорит о высокой культуре земледелия, используемой в хозяйстве. Из малолетних однодольных сорняков преобладали просо куриное и щетинник, из малолетних двудольных – щирица и марь белая. Среди многолетних сорняков, основными на опытных участках были пырей ползучий, молочай лозный и осот полевой.

Таблица 4.7 – Засоренность посевов различных звеньев севооборота в зависимости от используемого звена севооборота

Вариант опыта	Число сорняков, шт./м ²				Общее количество
	малолетних		многолетних		
	одно-дольных	дву-дольных	одно-дольных	дву-дольных	
1	2	3	4	5	6
До исследований					
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	2,2	2,1	2,1	1,4	7,8
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	2,2	2,2	2,4	1,5	8,3
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	2,3	2,2	2,3	1,3	8,1
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	2,3	2,1	2,4	1,2	8,0
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	2,3	2,0	2,5	1,5	8,3
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	2,2	2,3	2,3	1,4	8,2
1 год					
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	2,7	1,8	2,6	0,7	7,8
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	2,8	1,9	2,5	0,8	8,0
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	2,9	1,8	2,6	0,8	8,1
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	2,9	1,9	2,9	0,8	8,5

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5	6
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	3,1	1,9	2,9	0,7	8,6
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	3,1	2,1	2,8	0,8	8,8
2 год					
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	2,0	1,5	1,7	0,6	5,8
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	2,3	1,8	1,9	1,1	7,1
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	2,9	2,6	2,4	1,9	9,8
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	2,3	1,7	1,9	0,8	6,7
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	2,6	2,1	2,3	1,5	8,5
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	3,4	3,1	2,8	1,7	11,0
3 год					
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	2,1	2,4	1,5	0,4	6,4
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	2,5	2,7	1,7	1,4	8,3
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	4,2	3,7	2,1	1,9	11,9
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	2,6	2,2	2,7	1,1	8,6
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	3,5	2,7	3,4	1,8	11,4
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	5,1	4,1	3,7	2,4	15,3

Следует отметить, что на вариантах опыта, где возделывался сидерат, произошло снижение засорения сорной растительностью. На вариантах опыта, где возделывалась промежуточная культура, количество сорняков находилось на том же уровне или было выше на 20–30 %. На 6 варианте количество сорняков увеличилось практически вдвое, особенно увеличилось количество многолетних сорняков.

Анализ таблицы 4.7 позволяет сделать вывод, что при использовании сидерата и промежуточной культуры в звене орошаемого севооборота происходит снижение засоренности многолетними сорняками.

4.3 Водопотребление растений в звене орошаемого севооборота

Орошаемое земледелие является наиболее водоемкой отраслью и от эффективности использования воды на орошение зависят экономические показатели водного хозяйства в целом. Ростовская область по своим природным условиям является одной из основных и перспективных сельскохозяйственных зон в стране. Около 90 % ее территории относится к засушливой и полусухой зоне, вследствие чего основным путем повышения устойчивости сельскохозяйственного производства является орошение. В условиях недостаточного увлажнения получение высоких и стабильных урожаев овощных культур, как и многих полевых, без орошения получить практически невозможно.

В то же время имеет место нерациональное использование оросительной воды, которое отражается на плодородии орошаемых земель и их экономическом состоянии. Завышенные оросительные нормы, особенно во влажные годы, несовершенство применяемой техники полива и режима орошения приводит к засолению почв и неэффективному использованию оросительной воды. Поэтому определение оптимальных оросительных норм сельскохозяйственных культур и звена севооборота в целом, в современных экономических условиях, является одной из первостепенных задач.

Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур складывается из оросительной нормы, количества выпавших за вегетационный период атмосферных осадков, расхода влаги из почвы и подпитки грунтовых вод. Так как УГВ на полях, где проводились наши исследования, был более 5 м, последний показатель нами не учитывался (таблица 4.8).

Наибольшие показатели суммарного водопотребления получены на вариан-

тах, где возделывалось сорго зерновое и варьировало от 16040 до 17990 м³/га в сумме за 3 года. Это связано с тем, что сорго зерновое потребляет больше влаги на 1 га, чем кукуруза сахарная.

Таблица 4.8 – Суммарное водопотребление звеньев орошаемого севооборота

Вариант опыта	Водопотребление, м ³ /га			Суммарное за 3 года, м ³ /га
	1 год	2 год	3 год	
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	4220	1490 + 4860	5010	15580
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	4220	2140 + 4750	5030	16140
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	4220	4880	5090	14190
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	6010	1430 + 4860	5020	17320
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	6010	2080 + 4850	5050	17990
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	6010	4920	5110	16040

Основой режима орошения является оросительная норма, которая призвана повысить уровень естественной влагообеспеченности, создать оптимальные условия для развития растений и сохранить плодородие почв [263].

Оросительная норма должна восполнять дефицит суммарного водопотребления. Поэтому, зная суммарное водопотребление за период вегетации при оптимальном увлажнении почвы, а также естественное увлажнение, можно рассчитать оросительную норму по формуле С. М. Алпатьева [31]:

$$M = E - P - (W_H - W_K) - K, \quad (4.1)$$

где M – оросительная норма, м³/га;

E – суммарное водопотребление за период вегетации, м³/га;

P – количество полезных осадков, м³/га;

W_H – запас почвенной влаги в корнеобитаемом слое почвы во время посева, м³/га;

W_K – то же, в период уборки урожая;

K – количество воды, используемой растениями за счет грунтовых вод, м³/га.

Оптимальные поливные нормы для основного способа полива дождеванием находятся в пределах от 300 до 500 м³/га. В условиях Ростовской области поливные нормы менее 300 м³/га малоэффективны из-за испарения влаги с поверхности почвы, а нормы, превышающие 450–500 м³/га, образуют поверхностный сток [334].

Оросительные нормы в среднем за 3 года исследований представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Оросительная норма звеньев орошаемого севооборота

Вариант опыта	Оросительная норма, м ³ /га			Суммарное за 3 года, м ³ /га
	1 год	2 год	3 год	
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	2490	560 + 2400	2100	7550
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	2490	1200 + 2400	2100	8190
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	2490	2400	2100	6990
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	2240	560 + 2400	2100	7300
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	2240	1200 + 2400	2100	7940
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	2240	2400	2100	6740

Оросительная норма звена севооборота изменялась по годам исследования и зависела от природно-климатических условий. В среднем за годы исследований она изменялась от 6740 до 8190 м³/га. Для определения более рационального использования воды звеном севооборота необходимо определить коэффициент водопотребления. Так как предлагаемые нами культуры являются разноплановыми, коэффициент водопотребления рассчитан на 1 т з. е. (таблица 4.10).

Наиболее эффективно влага расходовалась на контрольном варианте, где на 1 т з. е. было израсходовано 416,6 м³ воды. Это говорит о том, что с точки зрения водопотребления данное звено севооборота является наиболее рациональным.

Таблица 4.10 – Коэффициент водопотребления на 1 т з. е. звеньев орошаемого севооборота

Вариант опыта	Суммарное водопотребление звена севооборота, м ³ /га	Продуктивность звена севооборота, т/га з. е.	Коэффициент водопотребления, м ³ /т з. е.
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	15580	37,4	416,6
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	16140	33,6	480,4
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	14190	28,2	503,2
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	17320	36,4	475,8
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	17990	32,7	550,2
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	16040	27,0	594,1

4.4 Баланс питательных веществ почвы в звеньях орошаемого севооборота

Севооборот объединяет сельскохозяйственные культуры в научно обоснованном чередовании и оказывает большое влияние на эффективность применяемых удобрений.

В севообороте эффективность удобрений значительно возрастает по сравнению с бессменным возделыванием культур или монокультурой за счет более полного использования питательных веществ разными культурами.

Большое влияние на нормы удобрений под культуры оказывают предшественники, которые оставляют в почве неодинаковые количества пожнивных остатков, по-разному удобряются, оказывают различное влияние на водный и питательный режимы почвы, засоренность полей и т. д.

Система удобрений в севооборотах на орошаемых участках должна быть

только органо-минеральной. Это позволит сохранить стабильность показателей, характеризующих потенциальное плодородие почвы, и обеспечить устойчивые высокие урожаи возделываемых культур.

Система удобрений в севообороте не является постоянной. Под влиянием их систематического использования изменяются агрохимические параметры почвы, в соответствии с этим должны корректироваться дозы и соотношения вносимых туков.

Рассчитанную дозу удобрений следует корректировать в зависимости от запасов питательных веществ на участках, от предшественников и от вида удобрений на предшествующую культуру.

Выявлено, что при систематическом внесении полного минерального удобрения, повышенных доз фосфорных удобрений, а также навоза, происходит заметное увеличение содержания валового и, особенно подвижного фосфора.

В отличие от фосфора, азот при орошении не накапливается в почве в значительных количествах, последствие его выражено менее четко. Положительное действие калия во времени на поливных землях, как правило, возрастает.

Без компенсирования выноса элементов питания с урожаем за счет удобрений и органических веществ наступают обеднение и деградация почв. Однако и чрезмерное их внесение в почву или несбалансированное применение не приводит к адекватному повышению урожая, а порой сопровождается ухудшением плодородия почв. Поэтому важное значение имеет обоснованное определение количества каждого вида удобрения, вносимого в почву, с соблюдением наиболее благоприятного соотношения питательных веществ в удобрениях при лучших сроках и способах внесения [239].

Динамика и баланс питательных веществ звеньев севооборота представлен в таблице 4.11 и приложении Б.

Анализ таблицы 4.11 показал, что на всех вариантах опыта произошло снижение содержания гумуса на 1,1–9,9 т/га. Это говорит о том, что овощные культуры при орошении и интенсивной технологии их возделывания не восполняют дефицит органического вещества в почве.

Таблица 4.11 – Баланс питательных веществ почвы в звеньях севооборота

Вариант опыта	Срок отбора	Наличие питательных веществ			
		Органическое вещество, т/га	N, кг/га	P, кг/га	K, кг/га
1) Сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук (к)	Начало ротации	166,3	75	142	1335
	Конец ротации	165,2	279,2	177,9	1326,2
	Баланс	-1,1	204,2	35,9	-8,9
2) Сахарная кукуруза – овощной горох + картофель летней посадки – лук	Начало ротации	166,3	75	142	1335
	Конец ротации	156,4	211,9	235	1267,2
	Баланс	-9,9	136,9	93	-67,8
3) Сахарная кукуруза – картофель летней посадки – лук	Начало ротации	166,3	75	142	1335
	Конец ротации	157,6	149	155	1267,3
	Баланс	-8,7	74	13	-67,7
4) Сорго зерновое – сидерат + картофель летней посадки – лук	Начало ротации	166,3	75	142	1335
	Конец ротации	165,4	273,6	178,9	1335,2
	Баланс	-0,9	198,6	36,9	0,2
5) Сорго зерновое – овощной горох + картофель летней посадки – лук	Начало ротации	166,3	75	142	1335
	Конец ротации	157,4	205	236	1275
	Баланс	-8,9	130	92	-57,8
6) Сорго зерновое – картофель летней посадки – лук	Начало ротации	166,3	75	142	1335
	Конец ротации	158	142,1	155,8	1279,5
	Баланс	-8,3	67,1	13,8	-55,5

Динамика содержания гумуса в почве представлена на рисунке 4.1.

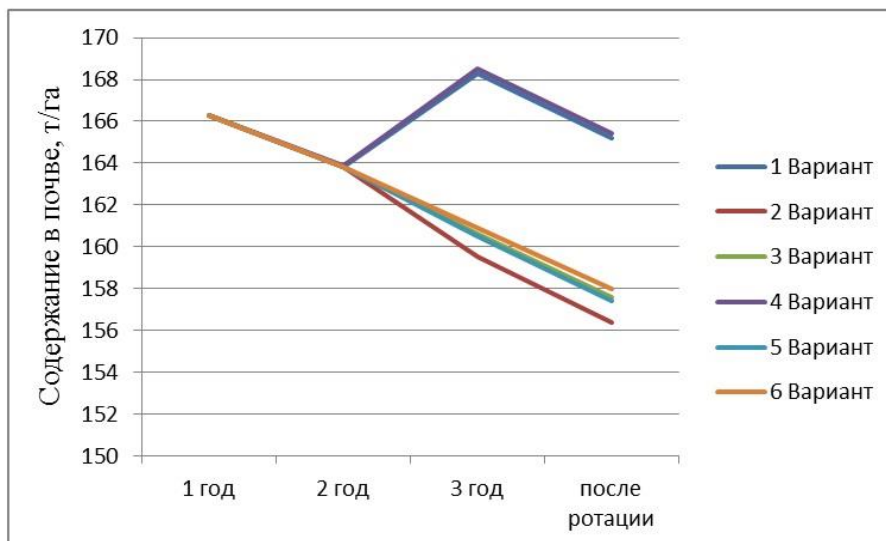


Рисунок 4.1 – Динамика гумуса в звеньях орошаемого севооборота

Содержание азота в почве повысилось на всех вариантах опыта. Это связано с тем, что под овощные культуры вносятся большие дозы минеральных удобрений. Наибольшее накопление азотных удобрений произошло на вариантах опыта, где возделывались сидеральные культуры и составило 198,6 и 204,2 кг/га д. в. Несколько ниже показатели были получены во 2 и 5 вариантах, где возделывался овощной горох в качестве промежуточной культуры. Динамика содержания легкогидролизуемого азота в почве в звеньях орошаемого севооборота представлена на рисунке 4.2.

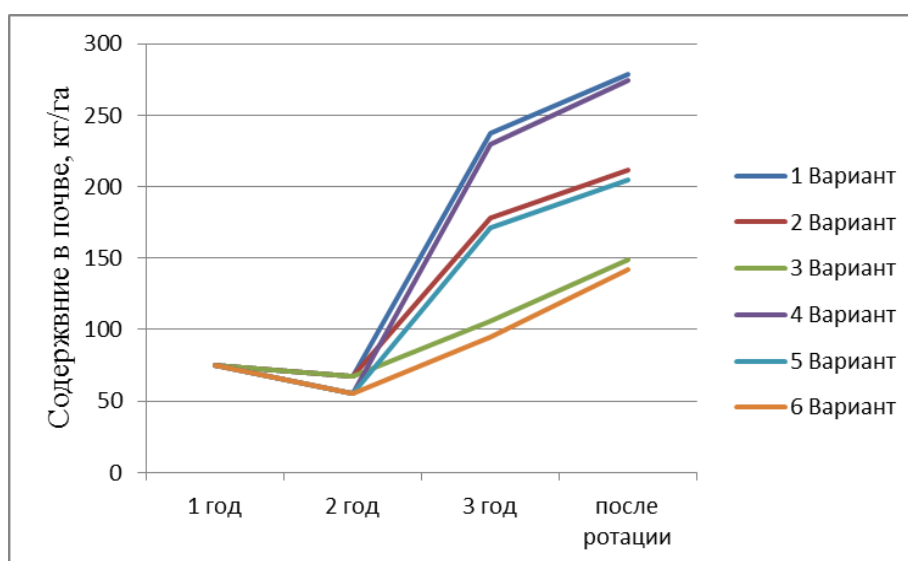


Рисунок 4.2 – Динамика легкогидролизуемого азота в звеньях орошаемого севооборота

Содержание фосфора в почве в звеньях орошаемого севооборота повысилось на всех вариантах опыта. Наибольшие показатели были получены на вариантах опыта, где возделывалась промежуточная культура – овощной горох и составили на втором варианте 93 кг/га и на пятом варианте 92 кг/га, что на 161 и 158 % больше, чем на контрольном варианте. В звене севооборота, где возделывалась сидеральная культура – горчица сарептская содержание подвижного фосфора повысилось на 35,9 и 36,9 кг/га. Динамика подвижного фосфора в звеньях орошаемого севооборота представлена на рисунке 4.3.

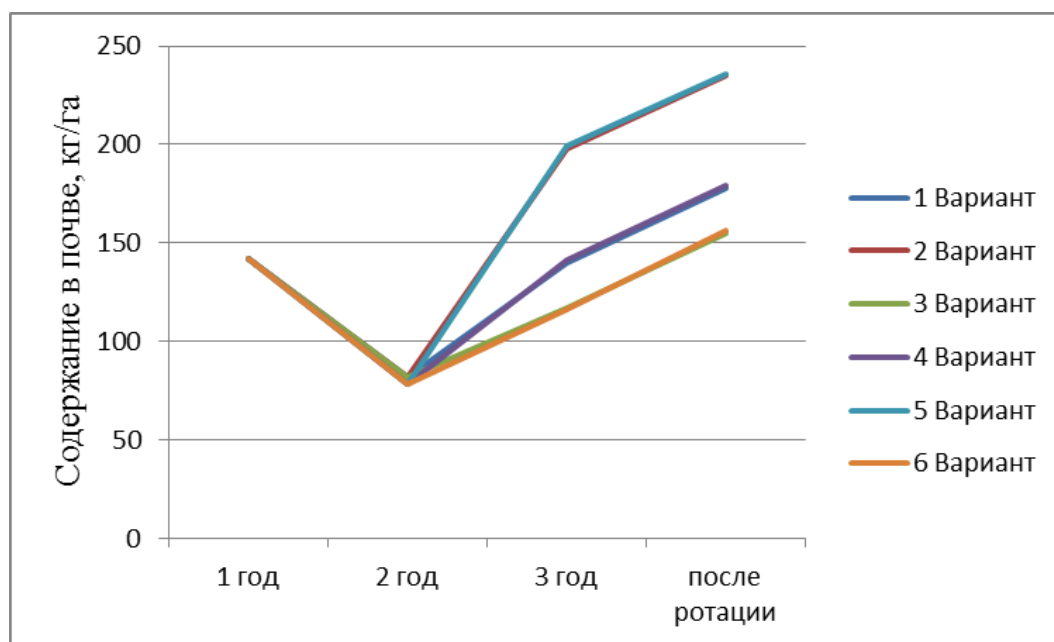


Рисунок 4.3 – Динамика подвижного фосфора в звеньях орошаемого севооборота

Содержание в почве обменного калия было повышенным и при расчете доз минеральных удобрений по М. К. Каюмову не было потребности во внесении калийных удобрений. Восполнение дефицита калия осуществлялось за счет растительных остатков и использования промежуточной или сидеральной культуры. Баланс обменного калия в звеньях орошаемого севооборота показал, что на всех вариантах опыта произошло снижение содержания калия в почве. Поэтому в звеньях орошаемого севооборота необходимо предусмотреть внесение калийных удобрений. Динамика обменного калия в звеньях орошаемого севооборота представлена на рисунке 4.4.

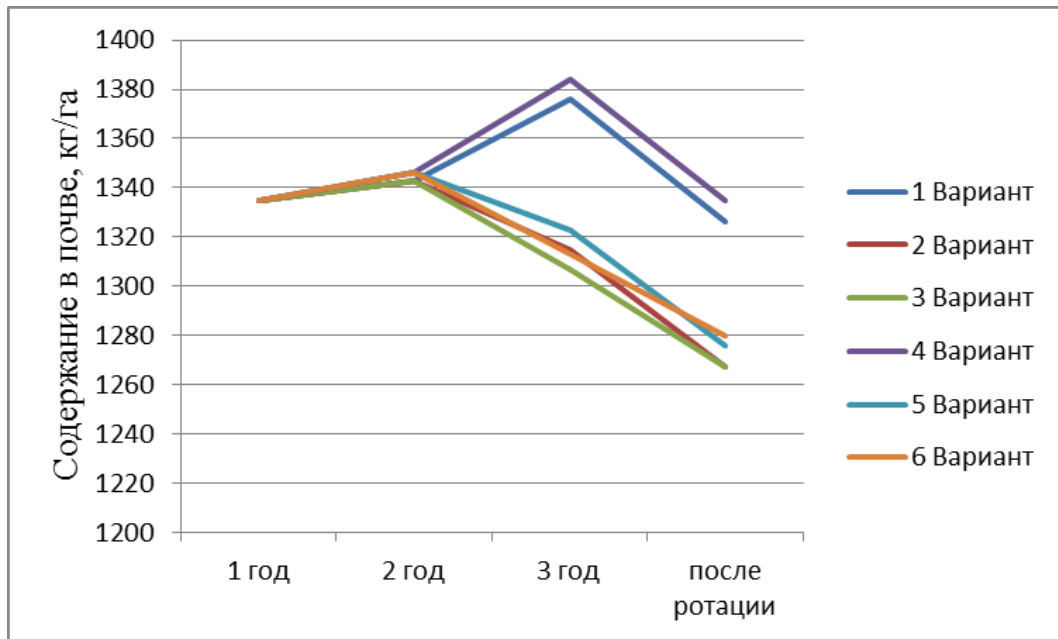


Рисунок 4.4 – Динамика обменного калия в звеньях орошаемого севооборота

Таким образом, в звеньях орошаемого севооборота необходимо использовать промежуточные и сидеральные культуры, так как повышается содержание питательных веществ в почве.

5 ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЛОДОРОДИЕ ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ

Исследования, проведенные рядом авторов показывают, что в настоящее время все больше встает проблема снижения почвенного плодородия, как на богарных, так и на орошаемых землях [124]. Одним из путей восполнения в почве органического вещества является применение зеленых удобрений. Однако, в настоящее время нет достаточно обоснованных исследований о подборе сельскохозяйственных культур, используемых в качестве сидеральных [331].

5.1 Влияние норм высева на продуктивность сидеральных культур при весеннем сроке посева

При возделывании сельскохозяйственных культур необходимо определить оптимальную площадь питания, чтобы растения не угнетали друг друга, не было изреженности, для получения наибольшей продуктивности и не перерасходовать семенной материал. Для этого нами заложен опыт по изучению норм высева различных культур (гречиха, горчица, горох, яровой рапс и люпин), используемых в качестве сидерата. В зависимости от нормы высева изменяется и продолжительность вегетации сельскохозяйственных культур. Результаты наших исследований представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Продолжительность вегетации сидеральных культур в зависимости от нормы высева при весеннем сроке посева, среднее, 2011–2014 гг.[243]

Вариант опыта		Продолжительность вегетации, сут				
Культура (фактор А)	Норма высева (фактор Б)	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя
1	2	3	4	5	6	7
Гречиха	0,5 n	37	38	36	39	37
	0,75 n	36	38	34	38	36
	n (к)	35	36	33	37	35
	1,25 n	35	35	33	36	35

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Люпин	0,5 n	38	40	37	40	39
	0,75 n	37	39	35	39	37
	n (к)	36	37	34	38	36
	1,25 n	35	36	33	37	35
Горчица	0,5 n	40	41	39	42	41
	0,75 n	39	40	37	41	39
	n (к)	38	39	36	40	38
	1,25 n	36	38	34	38	36
Рапс	0,5 n	44	45	43	46	45
	0,75 n	43	44	40	44	43
	n (к)	41	43	39	43	42
	1,25 n	40	41	38	42	40
Горох	0,5 n	36	37	35	38	36
	0,75 n	35	37	33	37	35
	n (к)	34	35	32	36	34
	1,25 n	34	34	32	35	34

При проведении исследований за контроль у всех культур была принята полная норма высева n(к). У гречихи на контрольном варианте вегетационный период до фазы цветения в среднем составил 35 суток. Увеличение нормы высева на 25 % не привело к изменению длины вегетационного периода. При снижении нормы высева на 25–50 % длина вегетационного периода растений гречихи увеличилась на 1–2 дня соответственно.

На участке с люпином на контрольном варианте, длина вегетационного периода составила 36 суток. Разрежение или загущение нормы высева на 25 % привело к соответственному увеличению и уменьшению длины вегетационного периода на 1 сутки. Снижение нормы высева люпина на 50 % привел к увеличению вегетационного периода на 3 дня.

При выращивании горчицы длина вегетационного периода на контрольном

варианте составила 38 суток. Как и на предыдущих вариантах опыта, увеличение и уменьшение нормы высева привело к изменению длины вегетационного периода. Так при уменьшении нормы высева на 25–50 %, длина вегетационного периода увеличилась на 1–3 дня. А при увеличении нормы высева на 25 %, вегетационный период уменьшился на 2 суток.

Самый продолжительный вегетационный период всех выбранных в качестве сидератов культур отмечается у ярового рапса. На контрольном варианте период вегетации составляет 43 дня. При увеличении или уменьшении нормы высева на 25 % период вегетации так же изменяется в большую и меньшую сторону на 2 дня. При разреженном посеве до 50 % вегетационный период на 3 суток длиннее, чем на контрольном варианте.

Наименьшим периодом вегетации среди всех выбранных для опыта растений обладает горох. Наименьший вегетационный период получен на опытных участках с нормой высева 1,25 n и контрольном варианте – 34 дня. При снижении нормы высева длина вегетационного периода увеличивается на 1–2 дня.

Изменение норм высева влияет непосредственно и на показатели продуктивности сельскохозяйственных культур. Динамика изменения высоты растений по фазам роста представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Высота растений сидеральных культур в зависимости от нормы высева при летнем сроке посева, среднее за 2011–2014 гг. [243]

В см

Вариант опыта		Фаза развития растений				
Культура (фактор А)	Норма высева (фактор Б)	3–4 листа	6–7 листьев	8–9 листьев	Бутизация	Начало цветения
1	2	3	4	5	6	7
Гречиха	0,5 n	9,4	23,7	36,4	46	62,3
	0,75 n	9,6	24,1	37	46,8	63,3
	n (к)	10,8	27,1	41,7	52,8	71,3
	1,25 n	8,2	20,7	26,5	32,5	35,1

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6	7
Люпин	0,5 n	8,3	21	26,8	33	35,6
	0,75 n	8,4	21,3	27,2	33,5	36,2
	n (к)	9,2	23,2	29,5	36,4	39,3
	1,25 n	9,8	64,8	88,6	116,9	122,4
Горчица	0,5 n	9,9	65,5	89,5	118,1	124,1
	0,75 n	10,0	66,3	90,5	119,1	125,5
	n (к)	10,5	70,0	94,9	124,6	132,7
	1,25 n	9,0	30,4	49,4	64,3	75,3
Рапс	0,5 n	9,1	30,6	49,8	64,9	76,0
	0,75 n	9,2	31,1	50,7	65,9	77,4
	n (к)	9,8	33,5	54,3	70,8	82,9
	1,25 n	8,3	26,7	36,6	44,5	49,5
Горох	0,5 n	8,4	27	37	45,1	50,2
	0,75 n	8,6	27,3	37,5	45,7	50,8
	n (к)	9,3	29,8	41	49,9	55,4
	1,25 n	9,4	23,7	36,4	46,0	62,3

Из таблицы 5.2 видно, что наибольшая высота растений сидератов у горчицы. На контрольном варианте – при полной норме высева в фазу «начало цветения» средняя высота растений горчицы составляет 125,5 см. При увеличении нормы высева высота растений составляет 127,2 см. При уменьшении нормы высева на 25 % высота растений составила 119 см, а при норме высева 0,5 n высота растений горчицы составила 117,4 см.

За 2011–2014 годы высота растений рапса изменялась с 75,3 см на варианте 0,5 n до 82,9 см на варианте с увеличенной нормой высева на 25 %. Аналогичная ситуация наблюдалась и на других вариантах опыта.

Исходя из таблицы 5.2, видно, что уплотнение посевов приводит к увеличению высоты растений. Это может обуславливаться затененностью растений и нехваткой солнечной энергии. На разреженных посевах отмечено, что каждое от-

дельно взятое растение визуально значительно массивнее и развитие, чем на уплотненных, так как увеличивается площадь питания.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что при норме высева 1,25 n, высота растений значительно отличается от показателей на других вариантах опыта. На варианте 0,5 n отчетливо просматривается уменьшение высоты растений, а так же увеличение периода вегетации. Посев со сниженной нормой на 25 % почти отличается не значительно от контрольного варианта.

Таким образом, при посеве сидеральных культур оптимальной нормой высева на всех вариантах опыта является увеличенная норма на 25 % от рекомендуемых.

Накопление зеленой массы сидеральными культурами начинается с момента появления всходов. С этого момента темпы прироста зеленой массы начинают постоянно возрастать и выявляют тесную связь с увеличивающейся листовой поверхностью до начала цветения, когда необходимо заделывать сидераты. Накопление зеленой массы сидеральными культурами в зависимости от нормы высева представлена в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Накопление зеленой массы сидеральными культурами в зависимости от нормы высева, среднее за 2011–2014 гг. [240, 241, 243]

В т/га

Вариант опыта		Фазы развития растений				
Культура (фактор А)	Норма высева (фактор Б)	3–4 листа	6–7 листьев	8–9 листьев	Бутонизация	Начало цветения
1	2	3	4	5	6	7
Гречиха	0,5 n	4,1	11,1	15,2	18,4	20,6
	0,75 n	4,2	11,3	15,4	18,8	20,9
	n (к)	4,3	11,5	15,7	19,1	21,3
	1,25 n	4,8	13,0	17,7	21,5	24,0
Люпин	0,5 n	3,3	6,7	10,2	13,1	15,0
	0,75 n	3,3	6,8	10,3	13,3	15,1
	n (к)	3,4	6,9	10,5	13,5	15,4
	1,25 n	3,7	7,5	11,4	14,7	16,7

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4	5	6	7
Горчица	0,5 n	4,4	11,6	24,7	32,9	36,3
	0,75 n	4,5	11,8	25,0	33,3	36,8
	n (к)	4,5	11,9	25,3	33,7	37,2
	1,25 n	4,8	12,6	26,7	35,6	39,3
Рапс	0,5 n	4,0	10,3	19,3	24,7	26,5
	0,75 n	4,0	10,4	19,5	25,0	26,7
	n (к)	4,1	10,6	19,8	25,4	27,2
	1,25 n	4,4	11,4	21,2	27,2	29,2
Горох	0,5 n	3,5	8,0	13,9	16,3	18,7
	0,75 n	3,6	8,1	14,1	16,5	19,0
	n (к)	3,6	8,2	14,3	16,7	19,2
	1,25 n	3,9	8,9	15,6	18,2	20,9

Исследованиями установлены данные по накоплению зеленой массы сидеральными культурами в зависимости от нормы высева. Так оптимальная норма высева по накоплению зеленой массы является: для гречихи – 5 млн шт./га, для крестоцветных (рапс, горчица) – 2,5 млн шт./га, для бобовых (горох, люпин) – 1,25 млн шт./га, где были получены наибольшие показатели, превышающие контрольный вариант на 5,7–12,7 % в зависимости от сидерата.

В таблице 5.4 представлены показатели прироста листовой поверхности от нормы высева. Так у гречихи наибольшая площадь листовой поверхности наблюдалась на варианте «1,25 n». В фазе 3–4 листа этот показатель равнялся 3807, что на 429 м²/га больше, чем на контрольном варианте. При разреженном посеве до 25 % в этой же фазе вегетации площадь листовой поверхности составляет 3321 м²/га. Уменьшение нормы высева на 50 % привело к уменьшению площади листовой поверхности относительно контрольного варианта в фазе 3–4 листа на участке гречихи до 3260 м²/га.

Таблица 5.4 – Прирост площади листовой поверхности сидеральных культур в зависимости от нормы высева, среднее за 2011–2014 гг. [240, 241, 243]

В м²/га

Вариант опыта		Фазы развития растений				
Культура (фактор А)	Норма высева (фактор Б)	3–4 листа	6–7 листьев	8–9 листьев	Бутонизация	Начало цветения
Гречиха	0,5 н	3260	9456	15986	20664	22766
	0,75 н	3321	9632	16284	21050	23190
	н (к)	3378	9799	16566	21414	23592
	1,25 н	3807	11044	18669	24134	26587
Люпин	0,5 н	2792	5913	13231	17533	19554
	0,75 н	2984	6319	14141	18738	20898
	н (к)	3141	6652	14885	19724	21998
	1,25 н	3411	7224	16164	21421	23890
Горчица	0,5 н	3032	6616	15511	19639	21501
	0,75 н	3159	6891	16157	20457	22397
	н (к)	3325	7254	17008	21534	23576
	1,25 н	3515	7667	17977	22760	24920
Рапс	0,5 н	2857	6307	12064	16010	18335
	0,75 н	2978	6576	12576	16692	19114
	н (к)	3123	6896	13190	17505	20046
	1,25 н	3348	7393	14139	18765	21488
Горох	0,5 н	3194	7002	12669	16878	19827
	0,75 н	3305	7245	13109	17464	20514
	н (к)	3452	7567	13692	18241	21427
	1,25 н	3766	8256	14938	19901	23377

Одновременно с заделкой зеленой массы почва обогащается и корневыми остатками, которые также содержат питательные вещества. Для расчета питательных веществ в почве необходимо знать количество сухого вещества, поступившего в почву с сидеральными культурами, которое представлено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Показатели продуктивности растений сидератов в зависимости от нормы высева, 2011–2014 гг. [240, 241, 243]

Вариант опыта		Показатель продуктивности, т/га			
Культура (фактор А)	Норма высева (фактор Б)	Зеленая масса	Корневые остатки	Масса растений, заделанных в почву	Сухое вещество, заделанное в почву
Гречиха	0,5 n	20,6	6,9	27,5	6,3
	0,75 n	20,9	7,1	28,0	6,4
	n (к)	21,3	7,2	28,5	6,6
	1,25 n	24,0	8,1	32,1	7,4
Люпин	0,5 n	15,0	4,1	19,1	4,4
	0,75 n	15,1	4,1	19,3	4,4
	n (к)	15,4	4,2	19,6	4,5
	1,25 n	16,7	4,6	21,3	4,9
Горчица	0,5 n	36,3	11,5	47,8	11,0
	0,75 n	36,8	11,7	48,5	11,1
	n (к)	37,2	11,8	49,0	11,3
	1,25 n	39,3	12,5	51,8	11,9
Рапс	0,5 n	26,5	8,3	34,7	8,0
	0,75 n	26,7	8,4	35,1	8,1
	n (к)	27,2	8,5	35,7	8,2
	1,25 n	29,2	9,1	38,3	8,8
Горох	0,5 n	18,7	6,5	25,2	5,8
	0,75 n	19,0	6,6	25,6	5,9
	n (к)	19,2	6,7	25,9	6,0
	1,25 n	20,9	7,3	28,3	6,5

Проведенные исследования показали, что наибольшее количество сухого вещества было получено при норме высева 1,25 n на всех вариантах опыта. Среди культур наибольшие показатели отмечены, где в качестве сидерата использовалась горчица. Количество сухого вещества, заделанного в почву, составило от 11,0 до 11,9 т/га в зависимости от нормы высева.

5.2 Влияние сидератов на показатели плодородия черноземов обыкновенных

В современных условиях сельскохозяйственного производства, наряду с проблемой увеличения объемов производимой продукции, важными задачами являются сохранение благоприятных экологических условий, а также экономия минеральных и энергетических ресурсов. Одним из путей разрешения этой проблемы является использование сидератов.

Для усовершенствования технологии возделывания сидеральных культур, необходимо учитывать ряд биологических особенностей культур, их реакцию на целый комплекс внешних факторов, которые в дальнейшем влияют на величину и качество урожая и сроки его получения. Для успешного возделывания сидератов на орошаемых землях необходимо установить их влияние на агрохимические свойства почв.

Динамика накопления зеленой массы сидеральными культурами в среднем за 2011–2014 годы представлена в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Динамика изменения зеленой массы сидеральных культур, среднее за 2011–2014 гг.

Вариант опыта	Фазы развития растений				
	3–4 листа	6–7 листьев	8–9 листьев	Бутонизация	Начало цветения
Гречиха	4,3	11,5	15,7	19,1	20,5
Люпин	3,4	6,9	10,5	13,5	14,0
Горчица	4,5	11,9	25,3	33,7	35,2
Рапс	4,1	10,6	19,8	25,4	25,4
Горох	3,6	8,2	14,3	16,7	17,9

В т/га

Для изучения влияния сидеральных культур на агрохимические свойства почвы были произведены исследования по изучению накопления питательных веществ в почве. Отбор проводился в начале, середине вегетации и через месяц после заделки растений-сидератов. Полученные нами данные приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Влияние сидератов на агрохимические свойства почвы [243, 245]

Культура	Слой почвы, см	N, мг/кг			P ₂ O ₅ , мг/кг			K ₂ O, мг/кг		
		Начало вегетации	Середина вегетации	После заделки	Начало вегетации	Середина вегетации	После заделки	Начало вегетации	Середина вегетации	После заделки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гречи-ха	0–20	22,4	11,5	32,6	28,7	16,0	40,4	452	354	508
	20–40	16,2	9,2	28,5	16,9	7,8	36,7	387	359	426
	40–60	11,7	8,9	13,4	11,2	5,8	17,7	323	284	368
	60–80	6,4	5,2	7,1	9,2	5,4	11,0	246	221	261
	80–100	5,5	5,1	6,2	7,4	5,8	8,3	217	196	238
Люпин	0–20	21,6	12,9	36,2	31,4	15,3	46,8	443	391	485
	20–40	15,5	9,7	27,4	22,9	8,7	37,8	322	275	368
	40–60	11,2	7,6	15,3	11,7	6,8	17,3	248	216	283
	60–80	6,7	6,1	7,0	6,5	4,4	8,3	252	223	274
	80–100	5,7	5,6	5,7	6,1	5,7	6,5	291	257	321
Горчи-ца	0–20	20,9	10,7	33,7	26,6	19,4	38,1	376	324	425
	20–40	17,3	8,6	25,4	14,9	8,7	32,7	281	235	323
	40–60	11,3	3,6	14,1	7,6	5,2	8,8	219	183	238
	60–80	5,9	5,6	6,3	6,5	5,4	7,3	202	187	236
	80–100	6,3	5,4	6,8	5,2	4,1	5,8	189	164	208

Продолжение таблицы 5.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рапс	0–20	20,6	7,8	32,7	32,6	12,3	46,2	381	354	425
	20–40	18,4	6,0	29,6	19,7	9,1	42,4	259	234	302
	40–60	7,5	5,3	9,8	9,3	6,0	10,7	218	192	249
	60–80	6,7	4,6	8,3	6,5	5,5	8,1	213	186	224
	80–100	4,3	3,5	5,6	6,9	4,7	8,4	210	170	232
Горох	0–20	22,1	14,6	38,6	27,6	12,7	38,4	433	387	479
	20–40	17,9	9,2	31,2	15,6	6,8	30,6	316	278	353
	40–60	10,0	7,7	11,6	17,4	5,8	22,7	289	236	311
	60–80	6,7	6,6	8,6	6,3	5,4	8,6	265	237	293
	80–100	6,2	5,5	7,1	5,7	5,1	6,4	229	194	246

Все возделываемые культуры-сидераты способствовали обогащению почв питательными элементами. Содержание их в почве увеличилось на 11–14 % на всех вариантах опыта.

В течение четырехлетних исследований анализ собранных данных показывает, что с самого начала вегетации наиболее продуктивными являлись растения горчицы, общая зеленая масса которых в фазе 3–4 листа в среднем составила 4,5 т/га. В этот же период средняя зеленая масса растений составляла: у гречихи 4,3 т/га, что на 0,2 т/га больше средней зеленой массы растений рапса. В этот же период в среднем зеленая масса растений гороха и люпина составляла 3,6–3,4 т/га соответственно. Такая динамика наблюдалась на всем протяжении роста и развития сидеральных культур. В итоге в фазу «начало цветения», непосредственно перед заделкой в почву сидеральных культур, анализ отбора растительных образцов показал, что за 4 года средняя масса зеленых растений горчицы составила 35,2 т/га. Растения с участков, на которых произрастал рапс, обладают показателем в 25,4 т/га. Средняя зеленая масса растений гречихи в фазе «начало цветения» составила 20,5 т/га. Наименьшими значениями зеленой массы обладают горох и люпин, средняя масса которых составила 17,9 и 14,0 т/га соответственно.

Графические показатели динамики зеленой массы сидеральных культур в среднем за 2011–2014 годы представлены на рисунке 5.1.

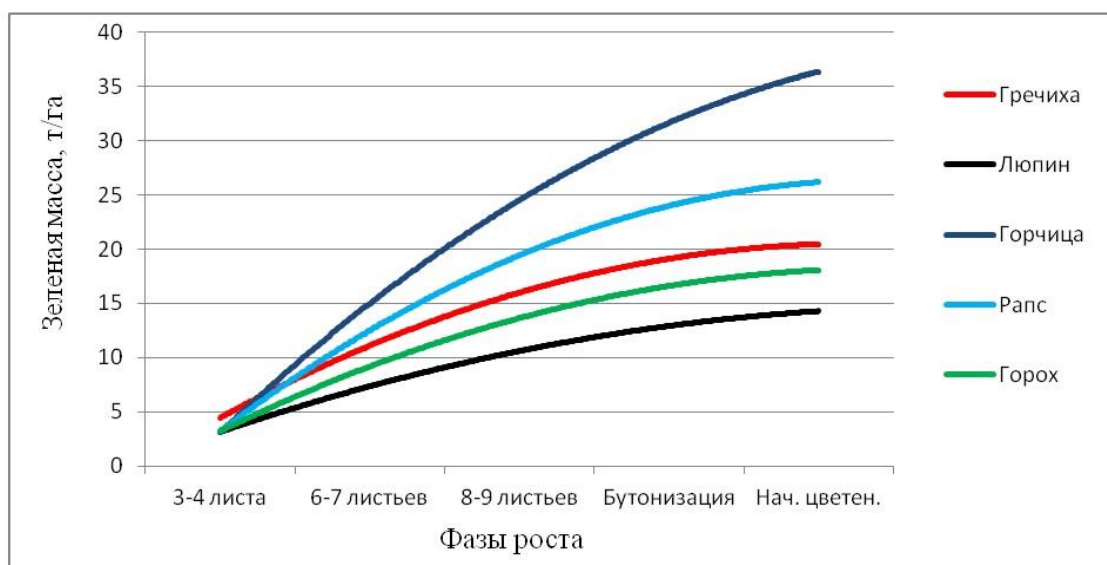


Рисунок 5.1 – Динамика накопления зеленой массы сидеральных культур в среднем за 2011–2014 гг.

В таблице 5.8 представлены уравнения регрессии и достоверность аппроксимации накопления зеленой массы растениями сидеральных культур в среднем за 2011–2014 годы.

Таблица 5.8 – Уравнение регрессии и достоверность аппроксимации динамики накопления зеленой массы растениями сидеральных культур, 2011–2014 гг.

Вариант опыта	Уравнение регрессии	Достоверность аппроксимации
Гречиха	$y = -0,8857x^2 + 9,3143x - 3,98$	$R^2 = 0,99$
Люпин	$y = -0,4714x^2 + 5,6086x - 1,98$	$R^2 = 0,99$
Горчица	$y = -1,2x^2 + 15,52x - 11,24$	$R^2 = 0,98$
Рапс	$y = -1,1857x^2 + 12,854x - 8,46$	$R^2 = 0,98$
Горох	$y = -0,75x^2 + 8,21x - 4,24$	$R^2 = 0,98$

Динамика нитратного азота в почве в зависимости от сидеральной культуры за 2011–2014 годы представлена на рисунке 5.2.

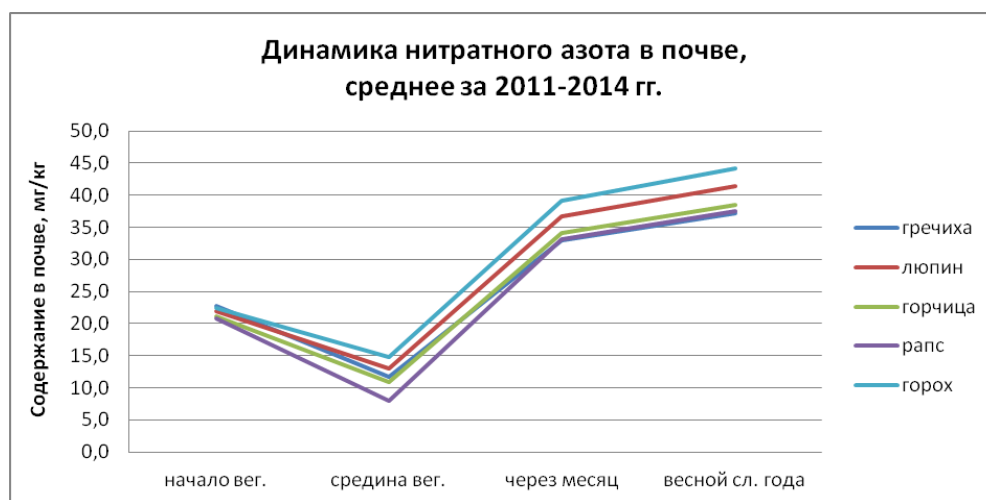


Рисунок 5.2 – Динамика нитратного азота в почве, среднее за 2011–2014 гг.

Анализ рисунка 5.2 показывает, какое влияние на содержание нитратного азота оказывают различные культуры, выбранные в качестве сидеральных. Так в начале вегетации на всех опытных участках значения содержания нитратного азота колебались в диапазоне 20–25 мг/кг. Отбор почвенных образцов в середине вегетации позволил установить, что на участках рапса в этот период содержание нитратного азота было наименьшим среди остальных культур, выбранных в качестве сидеральных. Кривые, отображающие содержание нитратного азота на

участках, где произрастали горчица и гречиха практически сливаются, и в период «средина вегетации» имеют показатель 12–13 мг/кг соответственно. Анализ образцов почвы, отобранных через месяц после заделки сидеральных культур, показал, что содержание нитратного азота является наибольшим на участке, где произрастал горох и достигает 40 мг/кг почвы. Так же значительно отличаются показатели содержания нитратного азота в почве на участках с люпином. Среднее значение этой величины 37 мг/кг. Содержание нитратного азота в почве на участках с горчицей рапсом и гречихой является меньшим, чем у бобовых, и значение величин колеблется в диапазоне 33–35 мг/кг.

Химический анализ почвы показал, что на участках, где произрастали горох и люпин содержание нитратного азота составляет 44–42 мг/кг. Эти показатели являются наибольшими. Содержание нитратного азота на участках гречихи, рапса, горчицы колеблется в диапазоне 35–40 мг/кг, что на 40 % больше чем годом ранее перед посевом сидеральных культур.

Динамика подвижного фосфора в почве в зависимости от сидеральной культуры за 2011–2014 гг. представлена на рисунке 5.3.

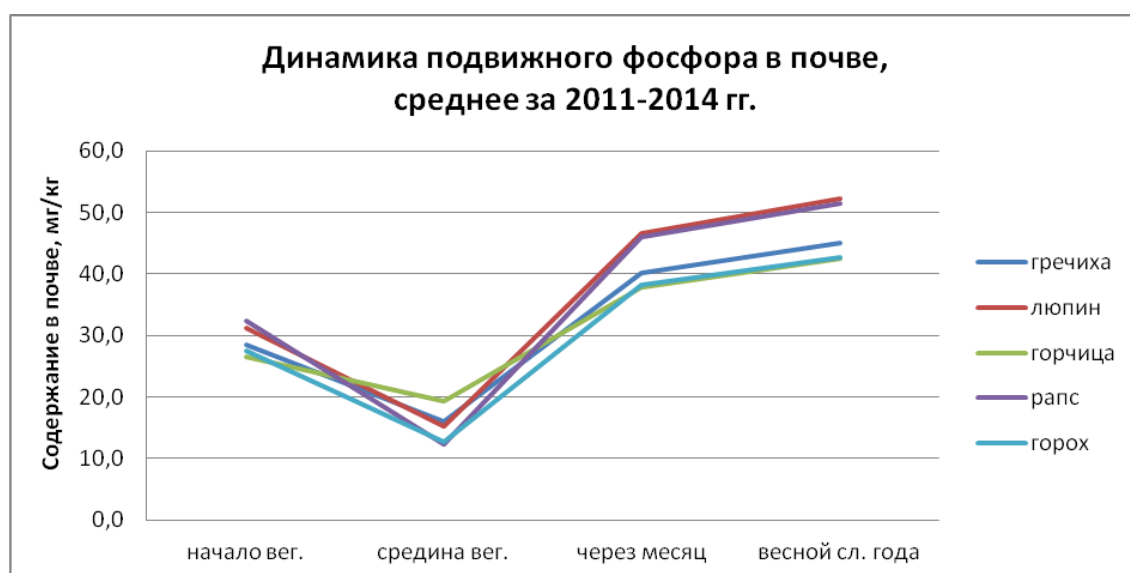


Рисунок 5.3 – Динамика содержания подвижного фосфора в почве, среднее за 2011–2014 гг.

Наблюдения за динамикой подвижного фосфора в почве в 2011–2014 гг. позволили установить, что сидеральные культуры требовательны к наличию в почве подвижного фосфора, и способны накапливать это вещество в растениях и

делать его доступным для последующих культур. Так закономерное уменьшение подвижного фосфора в почве в середине вегетации позволило выявить, что из выбранных сидеральных культур наиболее требовательными являются горох и рапс. Содержание питательного вещества в почве уменьшилось в этот период до 11 мг/кг. Однако, как через месяц после заделки в почву растений рапса, так и следующей весной наблюдалось повышение содержания подвижного фосфора более чем на 20 мг/кг почвы. Так же высокие показатели зафиксированы на участках, где произрастал люпин. Весной следующего года содержание подвижного фосфора превышало 50 мг/кг питательного вещества в почве. На участках с сидеральными культурами горчица, гречиха, горох так же наблюдалось увеличение подвижного фосфора после их заделки во все года исследований в среднем до 40–45 мг/кг.

Динамика обменного калия в почве в зависимости от сидеральной культуры, среднее за 2011–2014 гг. представлена на рисунке 5.4.

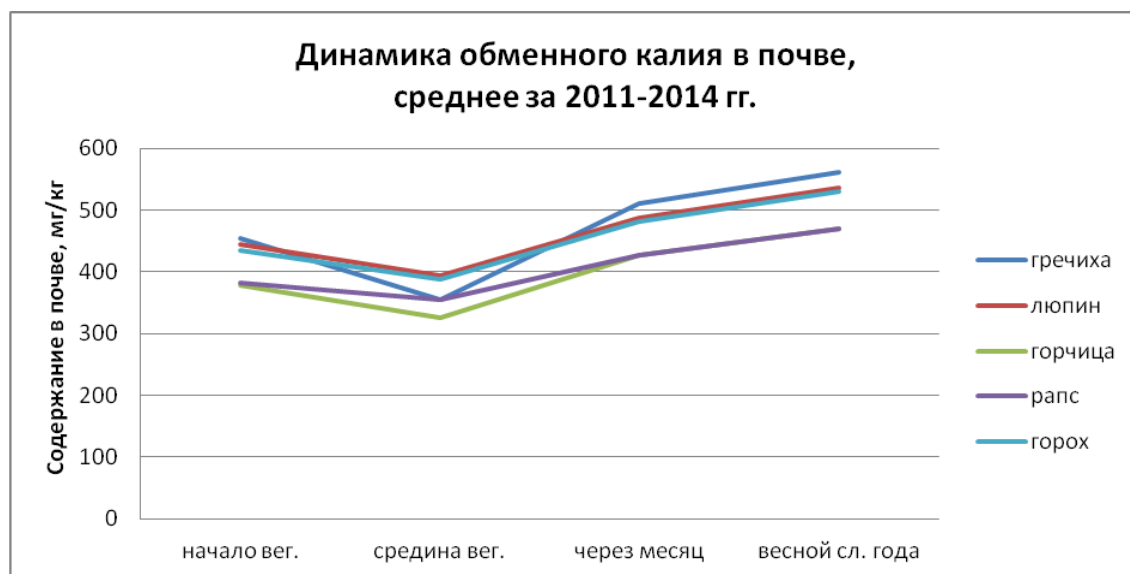


Рисунок 5.4 – Динамика содержания обменного калия в почве, среднее за 2011–2014 гг.

В начале вегетации сидеральных культур на опытных участках наличие в почве обменного калия во все года исследования колебалось от 380 до 450 мг/кг. Самой требовательной к наличию этого питательного вещества в почве оказалась гречиха. Однако после заделки растений в почву содержание обменного калия увеличилось на 17–18 % и оказалось наибольшим среди сидеральных культур.

На участках после горчицы, с учетом того, что на них были наименьшие показатели этого вещества, произошло увеличение до 480 мг/кг обменного калия, что соответствует 16–17 %. Весной следующего года на остальных вариантах сидеральных культур так же зафиксировано значительное увеличение содержания обменного калия в почве. В среднем этот показатель составляет 14 %.

Из показателей динамики питательных веществ следует, что по мере роста, развития и нарастания биомассы сидеральных культур, содержание NPK в почве уменьшалось, но заделка сидеральных культур способствовала обогащению почв обменным калием на 14–17 %, подвижным фосфором – на 16–19 %, нитратным азотом – на 15–18 % в сравнении с наличием их в почве на время «начало вегетации». Заметное увеличение количества питательных веществ в почве по NPK происходило в слое 0–40 см.

Таким образом, использование сидеральных культур является дополнительным источником органического вещества, повышающего количество питательных веществ в почве. Наиболее продуктивной культурой при использовании в качестве сидерата является горчица, так как при ее использовании обогащение почвы нитратным азотом увеличилось на 15 %, подвижным фосфором на 19 %, обменным калием на 16 %.

5.3 Влияние влагообеспеченности на продуктивность горчицы сарептской различного срока посева

Территория Ростовской области относится к зоне недостаточного увлажнения, где осадки выпадают неравномерно в течение периода вегетации. Для пополнения дефицита влажности необходимо орошение. Определение оптимальных норм орошения, в современных экономических условиях, является одной из первостепенных задач.

Для определения рациональных и поливных норм нами был заложен опыт по изучению режима орошения горчицы сарептской различного срока посева.

В таблице 5.9 приводится поливная и оросительная норма в среднем за годы исследований горчицы сарептской различного срока посева.

Таблица 5.9 – Режим орошения горчицы сарептской различного срока посева, 2011–2014 гг. [85]

Вариант опыта		Поливная норма, м ³ /га	Количество (кратность) поливов	Оросительная норма, м ³ /га
Срок посева (фактор А)	Режим орошения (фактор Б)			
Весенний	80 % НВ	420	1,3	560
	70 % НВ	540	0,7	360
	60 % НВ	660	0,3	220
	Без орошения	–	–	–
Летний	80 % НВ	420	1,3	560
	70 % НВ	540	0,7	360
	60 % НВ	660	0,3	220
	Без орошения	–	–	–
Осенний	80 % НВ	420	2,0	840
	70 % НВ	540	1,0	533
	60 % НВ	660	0,7	440
	Без орошения	–	–	–

Анализ таблицы 5.9 показал, что наибольшая оросительная норма была получена при осеннем сроке посева, это связано с тем, что в летний период произошла большая потеря влаги, и требовалось пополнить ее за счет орошения. Оросительная норма при этом составила 840 м³/га. На варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м. на остальных вариантах она была ниже и составила 533 и 440 м³/га.

В связи с тем, что в 2011 и 2012 гг. в конце весны и начале лета выпало большое количество осадков, кратность поливов в среднем за 2011–2014 гг. на некоторых вариантах опыта составила 0,3 и 0,7.

Режим орошения оказывает непосредственное влияние на продолжительность вегетационного периода и выживаемость растений. Результаты полевых исследований по продолжительности вегетационного периода и выживаемости рас-

тений горчицы сарептской различного срока посева приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Влияние режима орошения на продолжительность вегетационного периода и выживаемость растений горчицы сарептской различного срока посева, 2011–2014 гг. [85]

Вариант опыта		Продолжительность вегетации, сут	Количество растений при уборке, тыс. шт./га	Выживаемость, %
Срок посева (фактор А)	Режим орошения (фактор Б)			
Весенний	80 % НВ	39	118	59
	70 % НВ	38	117	58,5
	60 % НВ	38	115	57,5
	Без орошения	36	110	55
Летний	80 % НВ	37	116	58
	70 % НВ	36	114	57
	60 % НВ	36	112	56
	Без орошения	34	105	52,5
Осенний	80 % НВ	40	120	60
	70 % НВ	39	117	58,5
	60 % НВ	38	115	57,5
	Без орошения	36	112	56

Из таблицы 5.10 видно, что наибольшая продолжительность вегетации была на варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ при всех сроках посева и составила от 37 до 40 дней.

Наиболее благоприятные условия, созданные на этом варианте, повлияли и на выживаемости растений. Выживаемость составила 58–60 %.

Динамика изменения высоты растений и среднесуточный прирост горчицы сарептской различного срока посева приведенные в таблице 5.11, показывают, что растения горчицы сарептской развивались интенсивно на всех вариантах опыта. Наибольшая высота растений была на варианте, с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м, и составила от 115,4 до 120,3 см. Наибольший суточный прирост был получен при летнем сроке посева на орошаемых вариантах в фазу бутонизации. Это связано с повышенной солнечной активностью в этот период.

Таблица 5.11 – Высота растений и среднесуточный прирост растений горчицы сарептской различного срока посева, 2011–2014 гг. [85]

Вариант опыта		Фазы развития растений				
		3–4 листа	6–7 ли- стьев	8–9 ли- стьев	Бутониза- ция	Начало цветения
Срок посева (фактор А)	Режим орошения (фактор Б)					
Высота растений, см						
Весенний	80 % НВ	9,6	25,4	59,8	84,7	120,3
	70 % НВ	9,5	25,4	58,7	81,3	112,3
	60 % НВ	9,5	23,2	56,2	76,1	110,1
	Без орошения	9,5	22,7	51,4	68,1	97,3
Летний	80 % НВ	8,6	24,3	56,3	82,1	115,4
	70 % НВ	8,6	24,1	55,1	80,7	110,3
	60 % НВ	8,5	23,8	52,1	76,3	106,1
	Без орошения	8,5	21,2	47,4	63,2	93,2
Осенний	80 % НВ	9,4	25,3	60,1	85,3	118,2
	70 % НВ	9,3	25,2	59,3	82,1	112,7
	60 % НВ	9,3	24,3	57,1	77,6	110,4
	Без орошения	9,4	22,7	52,4	70,1	100,2
Суточный прирост, см/сут						
Весенний	80 % НВ	1,6	2,6	4,3	6,2	2,5
	70 % НВ	1,6	2,7	3,0	5,7	2,4
	60 % НВ	1,6	2,3	3,0	5,0	2,2
	Без орошения	1,6	2,2	2,6	4,2	2,1
Летний	80 % НВ	1,4	2,6	2,9	6,5	2,4
	70 % НВ	1,4	2,6	2,8	6,4	2,1
	60 % НВ	1,4	2,6	2,6	6,1	2,1
	Без орошения	1,4	2,1	2,4	4,0	2,1
Осенний	80 % НВ	1,6	2,7	3,2	6,3	2,4
	70 % НВ	1,6	2,7	3,1	5,7	2,2
	60 % НВ	1,6	2,5	3,0	5,1	2,2
	Без орошения	1,6	2,2	2,7	4,4	2,2

Нами установлена зависимость динамики изменения высоты растений горчицы сарептской в зависимости от периода вегетации, которая представлена на рисунке 5.5.

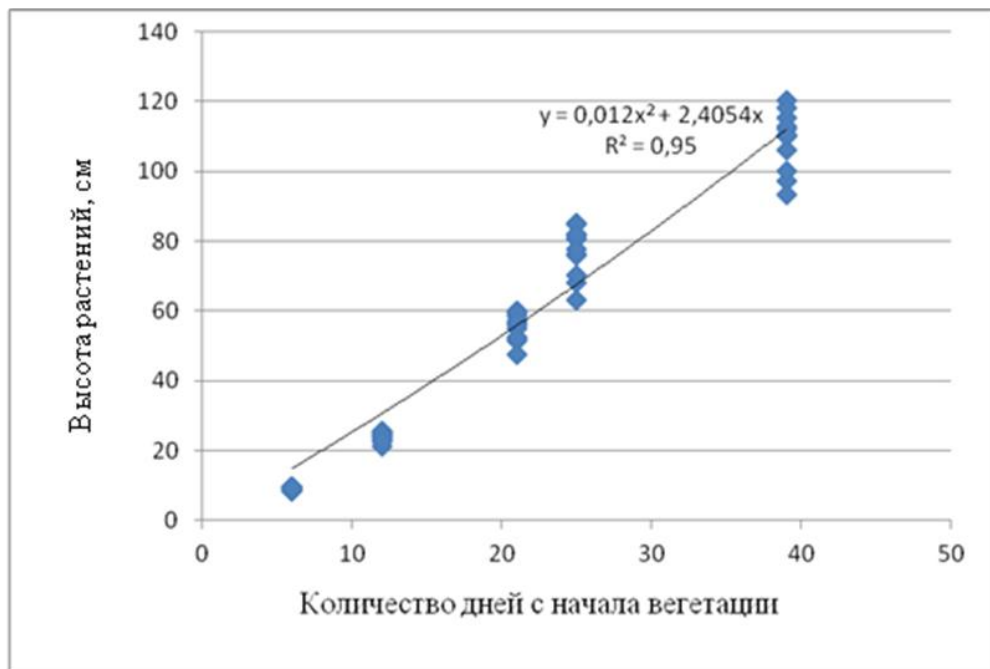


Рисунок 5.5 – Динамика изменения высоты растений горчицы сарептской, 2011–2014 гг.

Из рисунка 5.5 видно, что полученное уравнение регрессии показывает высокую тесноту связи, так как коэффициент аппроксимации составляет $R^2 = 0,95$.

Наблюдения за темпами прироста листовой поверхности показали значительное ее повышение на всех вариантах в период 8–9 листьев – бутонизация (таблица 5.12). Максимальное значение площади листовой поверхности получено на варианте где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ при осеннем сроке посева. Это говорит о том, что в этот период создаются наиболее благоприятные условия для роста и развития растений.

При снижении нижнего порога влажности на 10–20 % происходит снижение индекса площади листовой поверхности на 7–10 %. На варианте без орошения площадь листовой поверхности была наименьшей и составила 19,06–19,76 тыс. м²/га в зависимости от срока посева.

Исследования показали, что на варианте без орошения, наряду с уменьшением площади листовой поверхности, недостаток влаги в почве сказывается и

на темпах прироста листовой поверхности, которые были на 15–30 % ниже, чем на орошаемых вариантах.

Таблица 5.12 – Динамика нарастания и темпы прироста листовой поверхности растений горчицы сарептской различного срока посева, 2011–2014 гг. [85]

В тыс. м²/га

Вариант опыта		Фаза развития растений				
		3–4 листа	6–7 ли- стьев	8–9 ли- стьев	Бутониза- ция	Начало цветения
Срок посева (фактор А)	Режим орошения (фактор Б)	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
Площадь листовой поверхности						
Весенний	80 % НВ	3325	7254	13392	15718	23576
	70 % НВ	3317	7232	13109	15386	23079
	60 % НВ	3321	7117	12795	15017	22525
	Без орошения	3354	6898	11093	13020	19529
Летний	80 % НВ	3255	7117	13071	15341	23010
	70 % НВ	3246	7086	12795	15017	22525
	60 % НВ	3251	7012	12488	14657	21984
	Без орошения	3254	6876	10827	12707	19060
Осенний	80 % НВ	3321	7225	13553	15907	23859
	70 % НВ	3317	7203	13267	15571	23355
	60 % НВ	3322	7188	12948	15197	22795
	Без орошения	3354	6982	11226	13176	19763
Суточный прирост						
Весенний	80 % НВ	554,2	654,8	767,3	581,5	561,3
	70 % НВ	552,8	652,5	534,3	569,3	549,5
	60 % НВ	553,5	632,7	516,2	555,5	536,3
	Без орошения	559,0	590,7	381,4	481,8	464,9
Летний	80 % НВ	542,5	643,7	541,3	567,5	547,8
	70 % НВ	541,0	640,0	519,0	555,5	536,3
	60 % НВ	541,8	626,8	497,8	542,3	523,4
	Без орошения	542,3	603,7	359,2	470,0	453,8

Продолжение таблицы 5.12

1	2	3	4	5	6	7
Осенний	80 % НВ	553,5	650,7	575,3	588,5	568,0
	70 % НВ	552,8	647,7	551,3	576,0	556,0
	60 % НВ	553,7	644,3	523,6	562,3	542,7
	Без орошения	559,0	604,7	385,8	487,5	470,5

На рисунке 5.6 установлена закономерность прироста площади листовой поверхности растениями горчицы сарептской в зависимости от периода вегетации.

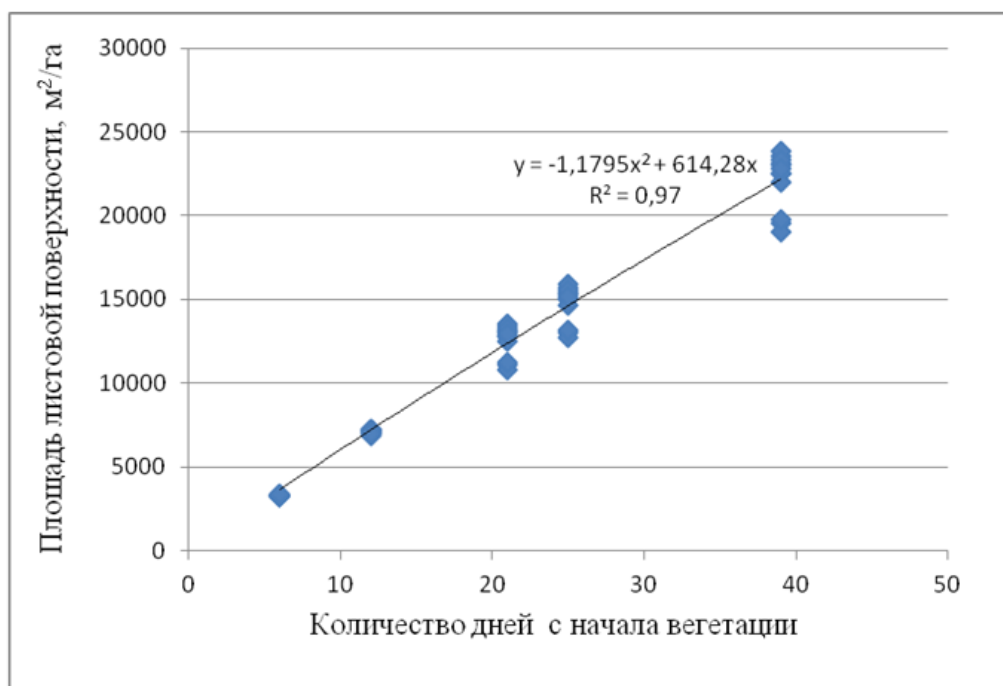


Рисунок 5.6 – Динамика прироста площади листовой поверхности растениями горчицы сарептской, 2011–2014 гг.

Полученное уравнение регрессии имеет вид $y = -1,1795x^2 + 614,28x$ с высоким коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,97$.

Накопление зеленой массы в растениях горчицы сарептской происходит с появлением всходов. С этого момента и до заделки сидерата в почву темпы накопления зеленой массы начинают постоянно возрастать и их пик приходится на начало цветения (таблица 5.13).

Таблица 5.13 – Динамика и темпы накопления зеленой массы растений горчицы сарептской различного срока посева, 2011–2014 гг. [85]

Вариант опыта		Фаза развития растений				
		3–4 ли- ста	6–7 ли- стьев	8–9 ли- стьев	Бутони- зация	Начало цветения
Срок посева (фактор А)	Режим оро- шения (фактор Б)					
Накопление зеленой массы, т/га						
Весенний	80 % НВ	4,5	11,8	25,0	33,3	36,8
	70 % НВ	4,5	11,2	24,3	31,2	35,4
	60 % НВ	4,5	11	23,1	30,1	33,9
	Без орошения	4,5	10,2	19,3	27,2	30,1
Летний	80 % НВ	4,3	11,6	24,1	31,2	34,3
	70 % НВ	4,3	11,2	23,1	30,1	33,0
	60 % НВ	4,3	10,4	22,0	27,3	30,2
	Без орошения	4,3	9,3	18,7	25,4	27,4
Осенний	80 % НВ	4,4	11,7	25,3	33,5	38,2
	70 % НВ	4,4	11,7	24,6	32,1	36,3
	60 % НВ	4,4	11,5	22,7	30,2	33,9
	Без орошения	4,4	10,8	20,1	28,4	32,1
Темпы накопления зеленой массы, т/га						
Весенний	80 % НВ	0,8	1,2	1,7	2,1	0,3
	70 % НВ	0,8	1,1	1,2	1,7	0,3
	60 % НВ	0,8	1,1	1,1	1,8	0,3
	Без орошения	0,8	1,0	0,8	2,0	0,2
Летний	80 % НВ	0,7	1,2	1,1	1,8	0,2
	70 % НВ	0,7	1,2	1,1	1,8	0,2
	60 % НВ	0,7	1,0	1,1	1,3	0,2
	Без орошения	0,7	0,8	0,9	1,7	0,1
Осенний	80 % НВ	0,7	1,2	1,2	2,1	0,3
	70 % НВ	0,7	1,2	1,2	1,9	0,3
	60 % НВ	0,7	1,2	1,0	1,9	0,3
	Без орошения	0,7	1,1	0,8	2,1	0,3

Анализ таблицы 5.13 показал, что наибольшая продуктивность горчицы сарептской была получена при осеннем сроке посева. При поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ продуктивность 1 гектара составила от 34,3 т/га при летнем сроке посева до 38,2 т/га при осеннем. Темпы накопления зеленой массы, начиная от всходов, постоянно увеличивались на всех вариантах опыта до фазы бутонизации. Затем произошло резкое их снижение в фазу цветения.

В результате исследований нами установлена закономерность динамики изменения темпов накопления зеленой массы растений горчицы различного срока посева в течение вегетационного периода (рисунок 5.7).

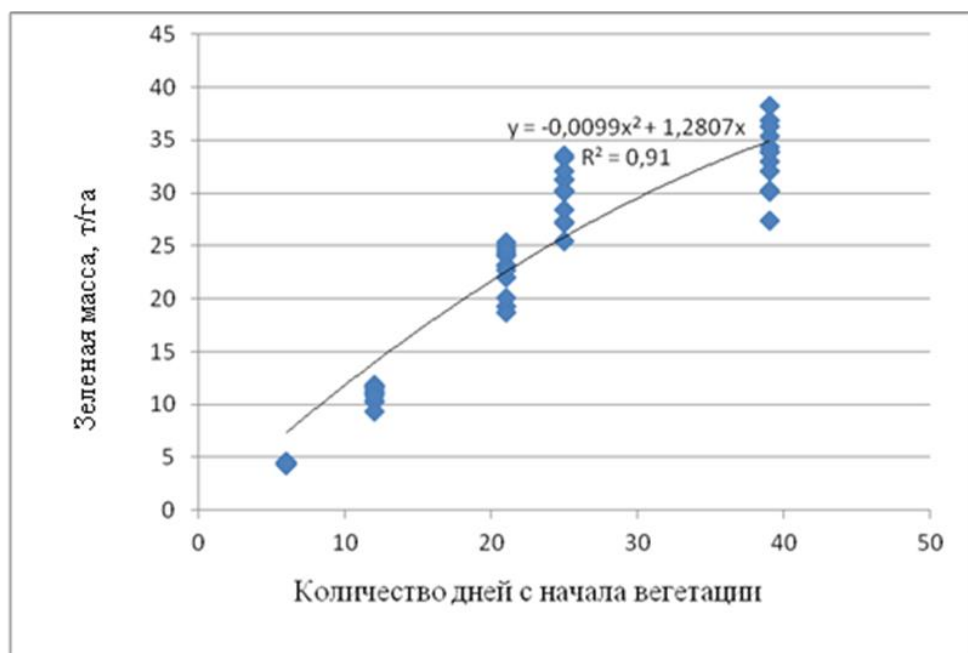


Рисунок 5.7 – Динамика накопления зеленой массы растениями горчицы сарептской, 2011–2014 гг.

Анализ рисунка 5.7 показал, что темпы накопления зеленой массы растениями горчицы выражаются зависимостью $y = -0,0099x^2 + 1,2807x$, при этом коэффициент аппроксимации составляет $R^2 = 0,91$.

Одной из задач исследований являлось – установить количество сухого вещества заделанного в почву в качестве сидерата. Помимо надземной массы массы в почве так же остаются корневые остатки, которые также влияют на свойства почвы. Общая вегетативная масса растений равна сумме надземной зеленой массы и корневых остатков. Показатели продуктивности растений горчицы сарептской различного срока посева представлены в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Показатели продуктивности растений горчицы сарептской различного срока посева, 2011–2014 гг. [85]

Срок посева	Вариант опыта	Показатель продуктивности, т/га			
		Зеленая масса	Корневые остатки	Масса зеленых растений, заделанных в почву	Сухое вещество, заделанное в почву
Весенний	80 % НВ	36,3	11,5	47,8	11,0
	70 % НВ	35,4	11,2	46,6	10,7
	60 % НВ	33,9	10,7	44,6	10,3
	Без орошения	30,1	9,5	39,6	9,1
Летний	80 % НВ	34,3	10,9	45,2	10,4
	70 % НВ	33,0	10,5	43,5	10,0
	60 % НВ	30,2	9,6	39,8	9,2
	Без орошения	27,4	8,7	36,1	8,3
Осенний	80 % НВ	38,2	12,1	50,3	11,6
	70 % НВ	36,3	11,5	47,8	11,0
	60 % НВ	33,9	10,7	44,6	10,3
	Без орошения	32,1	10,2	42,3	9,7

Наши исследования показали, что при возделывании горчицы сарептской различного срока посева в качестве сидерата в почву заделывается от 8,3–9,7 т/га на неорошаемых участках до 9,2–11,6 т/га сухого вещества, при орошении. Наибольшее количество сухого вещества было получено при осеннем сроке посева, что говорит о целесообразности применения горчицы в качестве сидерата в осенний период под яровые культуры.

Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур складывается из оросительной нормы, количества выпавших за вегетационный период атмосферных осадков, расхода влаги из почвы и подпитки грунтовых вод. Так как УГВ на полях, где проводились наши исследования, был более 5 м, последний показатель нами не учитывался (таблица 5.15). Среднесуточное водопотребление по фазам роста горчицы сарептской различного срока посева представлено в таблице 5.16.

Таблица 5.15 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления горчицы сарептской различного срока посева, 2011–2014 гг. [85]

Срок посева	Вариант опыта	Оросительная норма, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Использовано из почвы, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Количество зеленой массы, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Весенний	80 % НВ	560	850	77	1487	36,8	40,4
	70 % НВ	360	850	287	1497	35,4	42,3
	60 % НВ	220	850	364	1434	33,9	42,3
	Без орошения	0	850	456	1306	30,1	43,4
Летний	80 % НВ	560	807	53	1420	34,3	40,4
	70 % НВ	360	807	166	1333	33,0	40,4
	60 % НВ	220	807	196	1223	30,2	40,5
	Без орошения	0	807	486	1293	27,4	47,2
Осенний	80 % НВ	840	647	179	1666	38,2	40,6
	70 % НВ	533	647	316	1496	36,3	41,2
	60 % НВ	440	647	310	1397	33,9	41,2
	Без орошения	0	647	769	1416	32,1	44,1

Таблица 5.16 – Среднесуточное водопотребление по фазам роста горчицы сарептской различного срока посева, 2011–2014 гг. [85]

Срок посева	Вариант опыта	Фаза роста растений									
		3–4 листа		6–7 листьев		8–9 листьев		Бутонизация		Начало цветения	
		м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%
Весенний	80 % НВ	221,6	14,9	258,7	17,4	278,1	18,7	346,5	23,3	382,2	25,7
	70 % НВ	239,5	16,0	262,0	17,5	278,4	18,6	347,3	23,2	369,8	24,7
	60 % НВ	238,0	16,6	256,7	17,9	266,7	18,6	331,3	23,1	341,3	23,8
	Без орошения	249,4	19,1	236,4	18,1	242,9	18,6	288,6	22,1	288,6	22,1
Летний	80 % НВ	208,7	14,7	262,7	18,5	268,4	18,9	338,0	23,8	342,2	24,1
	70 % НВ	200,0	15,0	249,3	18,7	251,9	18,9	315,9	23,7	315,9	23,7
	60 % НВ	204,2	16,7	225,0	18,4	229,9	18,8	287,4	23,5	276,4	22,6
	Без орошения	235,3	18,2	236,6	18,3	243,1	18,8	302,6	23,4	275,4	21,3
Осенний	80 % НВ	264,9	15,9	298,2	17,9	298,2	17,9	368,2	22,1	436,5	26,2
	70 % НВ	266,3	17,8	267,8	17,9	266,3	17,8	323,1	21,6	372,5	24,9
	60 % НВ	285,0	20,4	244,5	17,5	248,7	17,8	289,2	20,7	329,7	23,6
	Без орошения	294,5	20,8	245,0	17,3	250,6	17,7	298,8	21,1	327,1	23,1

Как видно из таблицы 5.15, основную долю элементами суммарного водопотребления составили атмосферные осадки (от 647 до 850 м³/га). Наименьшая продуктивность использования влаги отмечена на варианте без орошения – 43,4–47,2 м³/т. Несколько лучше этот показатель оказался на вариантах при снижении порога увлажнения до 60–70 % НВ – 40,4–42,3 м³/т. Однако наиболее рационально вода расходовалась при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м, где коэффициент водопотребления варьировал от 40,4 м³/т при весеннем и летнем сроке посева до 40,6 на осеннем.

Анализ таблицы 5.16 показал, что среднесуточное водопотребление возрастало от всходов и до заделки сидерата в почву. Более 45 % потребленной влаги приходится на фазы бутонизации и начала цветения, это говорит о том, что этот период является для растений горчицы сарептской критическим.

Нами установлена закономерность изменения среднесуточного водопотребления в течение вегетационного периода (рисунок 5.8).

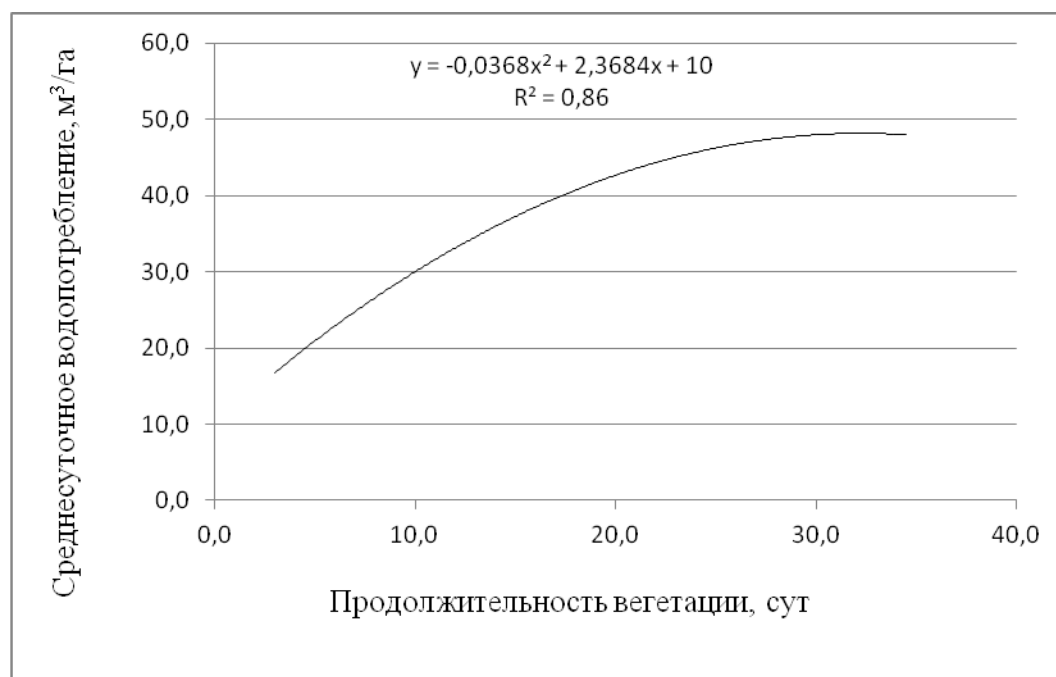


Рисунок 5.8 – Среднесуточное водопотребление растений горчицы сарептской, 2011–2014 гг.

Данная зависимость определяется полиномом второй степени, показанном на рисунке, коэффициент аппроксимации при этом равен 0,86.

При возделывании горчицы сарептской различного срока посева в качестве

сидерата, наиболее благоприятный режим орошения создается при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ В слое 0,6 м, где были получены наибольшие показатели продуктивности.

Таким образом, использование сидеральных культур является дополнительным источником органического вещества, повышающего плодородие почв. Наибольшая продуктивность накопления биомассы по данным полевых исследований оказалась у горчицы сарептской сорт Донская 8. За вегетационный период в среднем она накопила 48,1 т/га биологического вещества. Из этого следует, что для орошаемых черноземов Ростовской области для сидеральной культуры наиболее подходит использование горчицы сарептской.

6 ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ЛЕТНЕЙ ПОСАДКИ

Получение высокого урожая картофеля является одной из основных задач сельскохозяйственного производства. Но в связи с тяжелым финансовым положением в сельскохозяйственных предприятиях технологии возделывания могут упрощаться путем выключения некоторых элементов. Порой жертвуют наиболее энергоемкими и требующими затрат элементами технологии возделывания. В том числе внесение не полных доз удобрения, не своевременные обработки культуры от болезней и вредителей. Встречается так же необоснованная замена внесения лимитирующих элементов питания на избыточные только с целью сокращения финансовых затрат. Непосредственно как пример такой деятельности – это внесение вместо комплекса макро- и микроудобрений какого-либо одного лимитирующего элемента питания в почву, ошибочно полагая что его концентрация может заменить остальные элементы питания. В свою очередь это может привести к переизбытку этого вещества, что негативно влияет на товарные качества, лежкость и наличие полезных питательных элементов в самих клубнях. Если в почве переизбыток азотных удобрений, то это может привести к накоплению в клубнях нитратов.

Одним из путей решения данной проблемы является использование культур-сидератов, способных концентрировать элементы питания в пахотном слое почвы и улучшать агрофизические свойства почвы.

6.1 Влияние сидеральных культур на рост и развитие картофеля летней посадки

Различный уровень минерального питания влияет на рост и развитие растений. Наши исследования показали, что продолжительность основных межфазных периодов картофеля летней посадки и вегетационный период в зависимости от используемого сидерата (таблица 6.1), так в начале вегетации развитие растений картофеля было равномерным на всех вариантах опыта, межфазный период «посадка – всходы» составлял 22 дня.

Таблица 6.1 – Продолжительность основных межфазных периодов картофеля летней посадки в зависимости от сидерата, ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района Ростовской области, 2011–2014 гг. [85, 240–242]
В сутках

Вариант опыта	Периоды роста и развития						Всходы – техническая спелость
	Посадка – всходы	Всходы – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – прекращение роста ботвы	Прекращение роста ботвы – увядание ботвы	Увядание ботвы – техническая спелость	
Гречиха	22	27	8	19	24	7	107
Люпин	22	27	8	22	23	7	109
Горчица	22	28	9	20	25	8	112
Рапс	22	27	9	20	22	6	106
Горох	22	27	8	22	25	6	111
Без сидерата (к)	22	25	7	20	22	5	101

Межфазный период «всходы – бутонизация» на вариантах с использованием сидерата отличался не значительно, но в 6 варианте, где сидеральные культуры не возделывались он сократился на 2–3 дня. Наибольшая продолжительность периода до достижения фазы «бутонизация» зафиксировано в 3 варианте, где культурой сидератом являлась горчица – 28 суток.

В период «бутонизация – цветение» в варианте, где предшественником являлись горчица и рапс, достижение фазы цветение составляет 9 суток, в вариантах, где в качестве сидерата использовались гречиха, люпин и горох – 8 суток, на контрольном варианте – 7 суток.

Сроки наступления фазы «прекращение роста ботвы» в вариантах 2 и 5, где предшественником являлись горох и люпин составляли 22 дня, гречихи – 19 суток. На контрольном варианте, а также на участках с предшественниками горчица и рапс межфазный период составил 20 суток.

Период «прекращение роста ботвы – увядание ботвы» на делянках с предшественником горчица и горох составляет 25 суток, что на 1 сутки больше, чем на делянке гречихи, на 2 суток, чем на делянке люпина. На делянке, где предше-

ственным являлся рапс, а так же на контрольном варианте межфазный период составляет 22 дня.

Сроки наступления фазы «техническая спелость» в межфазный период «увядание ботвы – техническая спелость» в вариантах, где предшественником являлась горчица составляет 8 суток; гречиха, люпин – 7 суток, рапс, горох – 6 суток. На контрольном варианте – 5 суток.

Продолжительность вегетационного периода картофеля летней посадки на всех вариантах опыта колеблется от 101 до 112 суток. В частности, в вариантах, где предшественником была горчица вегетационный период картофеля составляет 112 суток, на делянке после гороха – 111 суток. На делянке, где предшественником был люпин вегетационный период картофеля составляет 109 суток, что на 2 суток больше, чем после гречихи и на 3 суток – рапса. На контрольном варианте длительность вегетационного периода составляет 101 сутки.

При проведении исследований площадь листовой поверхности определялась в динамике в течение всего периода вегетации картофеля летней посадки по основным фазам роста. Полученные результаты представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Динамика нарастания площади листовой поверхности и картофеля летней посадки по фазам вегетации, 2011–2014 гг. [85, 240–242]

В м²/га

Вариант опыта	Период развития				
	Всходы	Бутонизация	Цветение	Прекращение прироста ботвы	Увядание ботвы
Гречиха	3318	20807	42265	42560	20804
Люпин	3674	23036	46793	47120	23033
Горчица	3950	24770	50315	50667	24767
Рапс	3358	21055	42768	43067	21052
Горох	3753	23532	47799	48134	23529
Без сидерата (к)	3121	19568	39749	40027	19566

Данные приведенные в таблице 6.2 и на рисунке 6.1 показывают, что с самого начала развития растений картофеля летней посадки площадь листовой по-

верхности различаются по вариантам опыта. Так в фазе «всходы» наибольшая площадь листовой поверхности наблюдалась на варианте «горчица» и составляла 3950 м²/га. Немного меньше на вариантах «горох», «люпин» – 3753 м²/га, 3674 м²/га соответственно. Площадь листовой поверхности на варианте «рапс» составляет 3358 м²/га, на варианте «гречиха» – 3318 м²/га. На контрольном варианте площадь листовой поверхности картофеля летней посадки была наименьшей – 3121 м²/га.

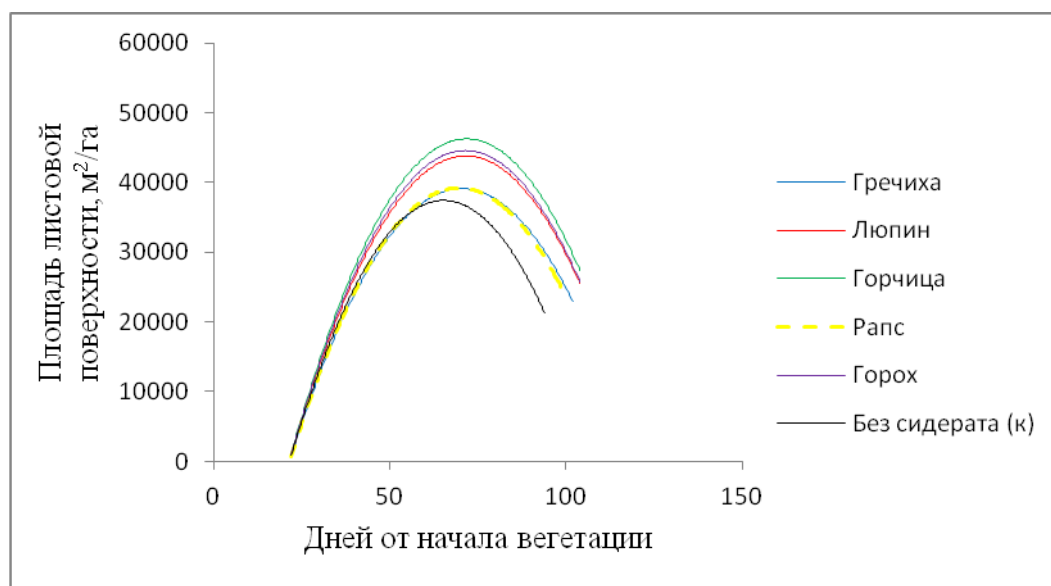


Рисунок 6.1 – Нарастание площади листовой поверхности картофеля летней посадки от всходов в зависимости от сидерата, 2011–2014 гг.

В период бутонизации наибольшая площадь листовой поверхности отмечена на участке, где предшественником являлась горчица – 24770 м²/га. Наименьшая на варианте «без сидерата» – 19568 м²/га. Высокие показатели площади листовой поверхности растений картофеля летней посадки так же зафиксированы на вариантах «горох», «люпин» и составляют 23532 м²/га, и 23036 м²/га соответственно. Меньше на участке с предшественником рапс – 21055 м²/га, и гречиха – 20807 м²/га.

В фазы «цветение» и «прекращение роста ботвы» площадь листовой поверхности картофеля летней посадки наибольшей оставалась на варианте «горчица» и составляла 50315 и 50667 м²/га соответственно. За весь вегетационный период наибольшая площадь листовой поверхности на участке с предшественником «горох» отмечена 48134 м²/га, с предшественником «люпин» – 47120 м²/га. В фазе

«прекращение роста ботвы» площадь листовой поверхности картофеля на опытном участке рапса составляет 43067 м²/га, гречихи – 42560 м²/га. На контрольном варианте площадь листовой поверхности картофеля составляет в фазу «цветение» 39749 м²/га, в фазу «прекращение роста ботвы» 40027 м²/га, что является наименьшим по всем вариантам опыта.

На варианте «без сидерата» темпы прироста листовой поверхности на всем протяжении опытов отстают от остальных и в конце вегетации составляют 40027 м²/га. Это на 25 % меньше, чем на варианте «горчица», где прирост листовой поверхности достигает 50667 м²/га и является самым продуктивным по всем вариантам опыта. Так же большая площадь листовой поверхности зафиксирована на участках гороха и люпина. На остальных вариантах опыта прирост листовой поверхности, в сравнении с контрольным вариантом, являются высокими.

Таким образом, площадь листовой поверхности оказалась выше контрольного варианта при использовании сидеральных культур на всех вариантах опыта.

В таблице 6.3 представлены уравнения регрессии и достоверность аппроксимации для всех вариантов опыта.

Таблица 6.3 – Уравнение регрессии и достоверность аппроксимации динамики нарастания площади листовой поверхности картофеля летней посадки по фазам вегетации, 2011–2014 гг.

Вариант опыта	Уравнение регрессии	Достоверность аппроксимации
Гречиха	$y = -16,291x^2 + 2295x - 41714$	$R^2 = 0,83$
Люпин	$y = -17,438x^2 + 2496,8x - 45570$	$R^2 = 0,84$
Горчица	$y = -18,255x^2 + 2620,7x - 47808$	$R^2 = 0,84$
Рапс	$y = -16,937x^2 + 2358,7x - 42916$	$R^2 = 0,83$
Горох	$y = -17,816x^2 + 2545,6x - 46356$	$R^2 = 0,84$
Без сидерата (к)	$y = -19,564x^2 + 2552,7x - 45844$	$R^2 = 0,85$

Как видно из таблицы 6.4 основной прирост листовой поверхности по всем вариантам опыта возрастает с фазы «бутонизация» до фазы «цветение». Наибольшим во все фазы вегетации картофеля был прирост площади листовой поверхности, где в качестве сидерата использовался горох. На остальных опыт-

ных участках прирост площади листовой поверхности был близок к контрольному варианту.

Таблица 6.4 – Прирост площади листовой поверхности картофеля летней посадки по фазам вегетации, 2011–2014 гг. [85, 240–242]

В м²/га в сутки

Вариант опыта	Период развития				
	Всходы	Бутонизация	Цветение	Прекращение прироста ботвы	Увядание ботвы
Гречиха	151	648	2682	16	–907
Люпин	167	717	2970	15	–1047
Горчица	180	744	2838	18	–1036
Рапс	153	655	2413	15	–1001
Горох	171	733	3033	15	–984
Без сидерата (к)	142	658	2883	14	–930

6.2 Влияние сидеральных культур на урожайность картофеля летней посадки

Нами было изучено влияние различных сидеральных культур на рост, развитие, урожайность и качество клубней картофеля летней посадки. Динамика прироста массы клубней картофеля летней посадки в зависимости от сидерата представлена в таблице 6.5.

Исследования показали, что прирост массы клубней на всех вариантах опыта начинается с фазы «бутонизация». Более интенсивно прирост клубней происходит в фазу «бутонизация – цветение». В дальнейшем темп роста снижается, но продолжается до фазы «техническая спелость». В фазу «бутонизация» наибольший прирост массы клубней картофеля был зафиксирован на делянке, сидератом на котором были горчица и люпин, он составляет 23,4–23,2 т соответственно. Высокие показатели получены на варианте «рапс» – 22,7 т. На делянке после гороха и гречихи показатели прироста массы клубней находились почти на одном уровне и составляли 21,6–21,3 т соответственно.

Таблица 6.5 – Динамика прироста массы клубней картофеля летней посадки в зависимости от сидерата, 2011–2014 гг., т/га

Вариант опыта	Период развития				
	Бутонизация	Цветение	Прекращение прироста ботвы	Увядание ботвы	Техническая спелость
Гречиха	21,3	27,3	32,6	37,2	38,3
Люпин	23,2	28,3	33,8	39,3	41,8
Горчица	23,4	29,1	34,1	39,8	43,5
Рапс	22,7	27,4	33,0	38,7	39,8
Горох	21,6	28,9	33,9	39,6	42,6
Без сидерата (к)	18,7	25,9	30,2	34,2	35,3

Во время цветения картофеля наибольший прирост массы клубней был отмечен на участке, где в качестве сидерата использовалась горчица. Он составил 29,1 т. На вариантах «горох» и «люпин» этот показатель так же оставался большим – 28,9–28,3 т соответственно. Наименьшими показателями из испытываемых культур обладали рапс с урожайностью 27,4 т, и гречиха – 27,3 т. Контрольный вариант оказался самым малопродуктивным, и масса клубней составила – 25,9 т.

Во время уборки урожая на делянках горчицы урожайность картофеля составила 43,5 т, на делянке гороха – 46,2 т, люпина – 41,8 т, рапса – 39,8 т, гречихи – 38,3 т, на контрольном варианте – 35,3 т.

На рисунке 6.2 видно, что нарастание массы клубней картофеля летней посадки является наибольшим при использовании в качестве сидерата горчицы. Урожай клубней картофеля составил 43,5 т/га. Так же высокую урожайность получили в вариантах, где сидератами являлись бобовые – горох и люпин. В фазу техническая спелость урожайность клубней картофеля составила 42,6–41,8 т/га. Наименьший урожай был получен на контрольном варианте и составил 35,3 т/га. Немного больше урожайность была получена на участке, где произрастала гречиха – 38,3 т/га. На варианте «рапс» урожайность клубней картофеля летней посадки составила 39,8 т/га.

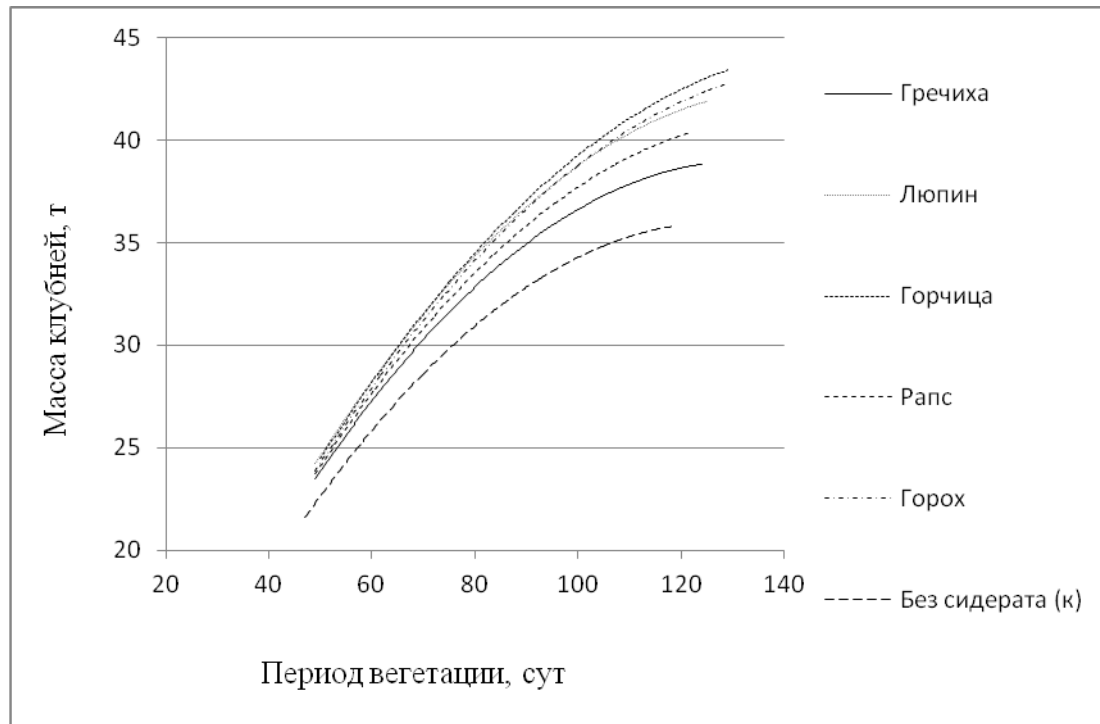


Рисунок 6.2 – Прирост массы клубней картофеля летней посадки в зависимости от сидерата, 2011–2014 гг.

В таблице 6.6 представлены уравнения регрессии и достоверность аппроксимации для всех вариантов опыта.

Таблица 6.6 – Уравнение регрессии и достоверность аппроксимации динамики нарастания массы клубней, 2011–2014 гг.

Вариант опыта	Уравнение регрессии	Достоверность аппроксимации
Гречиха	$y = -0,0022x^2 + 0,5871x$	$R^2 = 0,97$
Люпин	$y = -0,0021x^2 + 0,5963x$	$R^2 = 0,99$
Горчица	$y = -0,0019x^2 + 0,5857x$	$R^2 = 0,98$
Рапс	$y = -0,0021x^2 + 0,5869x$	$R^2 = 0,98$
Горох	$y = -0,0019x^2 + 0,5818x$	$R^2 = 0,96$
Без сидерата (κ)	$y = -0,0022x^2 + 0,5624x$	$R^2 = 0,93$

Ранее было рассмотрено влияние сидератов на высоту растений, нарастание площади листьев и урожай сухого вещества картофеля летней посадки. Эти показатели роста и развития в целом взаимосвязаны и в совокупности определяют продуктивность картофеля летней посадки в зависимости от сидерата (таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Урожайность картофеля летней посадки в зависимости от сидерата, 2011–2014 гг. [85, 240–242]

Вариант опыта	Средняя урожайность, т/га	Прибавка урожая к контролю	
		т/га	%
Гречиха	38,3	3,0	8,6
Люпин	41,8	6,5	18,4
Горчица	43,5	8,2	23,3
Рапс	39,8	4,5	12,7
Горох	42,6	7,3	20,8
Без сидерата (к)	35,3	–	–
НСР ₀₅ , т/га	0,97–1,17		
НСР ₀₅ , %	2,3–2,9		

Математическая обработка данных показала, что за время проведения исследований разница в урожае между вариантами была достоверной, что подтверждается превышением наименьшей существенной разницы (НСР).

На величину суммарного водопотребления оказывают влияние атмосферные осадки, выпадающие в период вегетации, оросительная норма и расход почвенной влаги.

Водопотребление картофеля летней посадки в течение вегетации, как и у других сельскохозяйственных культур, неодинаково. Для определения оптимального режима орошения важно знать критические фазы, суммарный расход воды растениями в основные фазы роста и среднесуточное потребление влаги.

Водопотребление и коэффициент водопотребления картофеля летней посадки в зависимости от сидерата представлен в таблице 6.8.

Анализ таблицы 6.8 показал, что основная доля израсходованной влаги приходится на оросительную норму и составляет в зависимости от варианта опыта 47,2–49,4 %. Наиболее продуктивно влага расходовалась на варианте, где в качестве сидерата использовалась горчица, коэффициент водопотребления составил 112,2 м³/т. Самый высокий коэффициент водопотребления был получен на контрольном варианте (без сидерата) – 144,0 м³/т. Суммарное водопотребление в зависимости от варианта опыта изменялось от 4862 до 5084 м³/га.

Таблица 6.8 – Водопотребление и коэффициент водопотребления картофеля летней посадки в зависимости от сидерата, 2011–2014 гг. [85, 240–242]

Вариант опыта	Осадки		Оросительная норма		Использование воды из почвы		Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%			
Гречиха	2209	45,4	2400	49,4	253	5,2	4862	38,3	126,9
Люпин	2209	45,3	2400	49,2	265	5,4	4874	41,8	116,6
Горчица	2209	45,3	2400	49,2	270	5,5	4879	43,5	112,2
Рапс	2209	45,4	2400	49,3	257	5,3	4866	39,8	122,3
Горох	2209	45,3	2400	49,2	266	5,5	4875	42,6	114,4
Без сидерата (к)	2209	43,5	2400	47,2	475	9,3	5084	35,3	144,0

Таким образом использование сидеральных культур позволяет не только улучшить свойство почв, но и получить более высокий урожай картофеля летней посадки при экономном расходовании воды.

6.3 Влияние сидеральных культур на качество урожая картофеля летней посадки

При возделывании сидеральных культур в почве накапливаются микроорганизмы, которые благоприятно влияют на качество и поражение заболеваниями клубней картофеля. Качество урожая клубней картофеля летней посадки в зависимости от сидерата представлено в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Качество урожая клубней картофеля летней посадки в зависимости от сидерата, 2011–2014 гг. [246]

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Сухое вещество		Содержание крахмала	
		%	т/га	%	т/га
Гречиха	38,3	22,8	8,7	11,8	4,5
Люпин	41,8	24,7	10,3	13,2	5,5
Горчица	43,5	24,4	10,6	12,6	5,5
Рапс	39,8	24,3	9,7	12,4	4,9
Горох	42,6	25,1	10,7	13,5	5,8
Без сидерата (к)	35,3	21,3	7,5	11,0	3,9

Анализ таблицы 6.9 позволяет сделать вывод, что использование сидеральных культур способствует большему накоплению сухого вещества в клубнях на 1,5–3,8 %, что соответствует дополнительному сбору 2,5–3,2 т/га. При этом и содержание крахмала увеличивается на 0,8–2,5 %, что составляет – 0,6–1,9 т/га.

Развитие микрофлоры в период вегетации и при разложении сидератов способствует снижению заболеваемости картофеля, так как угнетаются патогенные микроорганизмы. Поражение заболеваниями клубней картофеля летней посадки в зависимости от сидерата представлены в таблице 6.10.

Таблица 6.10 – Поражение заболеваниями клубней картофеля летней посадки в зависимости от сидерата, 2011–2014 гг. [246]

Вариант опыта	Поражение заболеваниями, %	Отклонение от контроля, %
Гречиха	14	–22,2
Люпин	13	–27,8
Горчица	11	–38,9
Рапс	16	–11,1
Горох	13	–27,8
Без сидерата (к)	18	–
НСР ₀₅	0,95	

В таблице 6.10 приведены данные пораженных клубней картофеля комплексом болезней. В частности, таких как фитофтороз, альтернариоз, различные гнили и другое. Исходя из полученных данных, можно сделать выводы, что на контрольном варианте было наибольшее количество пораженных заболеваниями клубней. Процент пораженности составляет 18 %. Самый низкий показатель поражения заболеваниями клубней картофеля зафиксирован на варианте «горчица» и составляет 11 %, что на 38,9 % меньше контрольного варианта. Одинаковый процент поражения заболеваниями на вариантах с бобовыми – 13 %, что на 27,8 % меньше, чем на контрольном варианте. На варианте «гречиха» поражение заболеваниями составляет 14 %, что на 22,2 % меньше контрольного варианта. Поражения заболеваниями клубней картофеля на варианте «рапс» – 16 %, это на 11,1 % меньше контроля.

Одним из важных показателей товарности клубней картофеля является средняя масса 1 клубня, которая представлена в таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Масса одного клубня картофеля летней посадки в зависимости от сидерата, 2011–2014 гг. [246]

Вариант опыта	Масса одного клубня, г	Отклонение от контроля, %
1	2	3
Гречиха	83,2	29,0
Люпин	85,6	32,7
Горчица	96,8	50,1

Продолжение таблицы 6.11

1	2	3
Рапс	71,4	10,7
Горох	89,3	38,4
Без сидерата (к)	64,5	–

В таблице 6.11 приведены данные средней массы клубней картофеля летней посадки в зависимости от сидерата. Исходя из этих показателей можно отметить, что наибольшая средняя масса клубней картофеля была получена на опытном делянке, где произрастала горчица. Этот показатель соответствует 96,8 г, что на 50,1 % превышает контроль. Высокие показатели получены на вариантах с бобовыми сидератами и на гречихе. Увеличение массы клубня колеблется от 38,4 до 29 %, что соответствует 89,3 г клубня на опытном участке гороха, 85,6 – люпина, 83,2 – гречихи. На опытном участке, где произрастал рапс средняя масса клубня составляет 71,4 г, что на 10,7 % больше контрольного варианта. В итоге по всем вариантам опыта зафиксировано увеличение средней массы клубня по сравнению с контрольным вариантом.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что использование сидеральных культур в опыте снижает пораженность заболеваниями клубней картофеля, повышает урожайность и ведет к улучшению их товарных качеств.

6.4 Баланс питательных веществ при возделывании картофеля летней посадки после сидеральных культур

Для изучения влияния сидеральных культур на агрохимические свойства почвы было исследовано накопление питательных веществ в почве. Отбор почвенных образцов проводился до посева сидеральных культур, после их заделки в почву, перед посадкой картофеля, перед его уборкой, а так же после уборки картофеля. Динамика содержания питательных веществ в почве при возделывании картофеля летней посадки после использования сидеральных культур представлено в таблице 6.12 и приложении В.

Таблица 6.12 – Баланс питательных веществ в почве при возделывании картофеля летней посадки после сидеральных культур, слой 0–30 см

Показатель	Наличие в почве весной	Заделано в почву с сидератами	Внесено с удобрениями	Наличие в почве перед летней посадкой картофеля	Вынос с урожаем картофеля	Наличие в пожнивных остатках картофеля	Наличие в почве после уборки картофеля	Баланс веществ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гречиха								
Органическое вещество (гумус), т/га	163,8	4,8	–	168,6	3,7	0,7	165,6	1,9
Нитратный азот, кг/га	67	71	150	288	153	32,1	167,1	100,1
Подвижный фосфор, кг/га	82	13	170	265	169	21,4	117,4	35,4
Обменный калий, кг/га	1263	26	85	1374	153	23,1	1244,1	–18,9
Люпин								
Органическое вещество (гумус), т/га	163,8	3,2	–	167	3,5	0,65	164,2	0,4
Нитратный азот, кг/га	67	96	150	313	167	32,7	178,7	111,7
Подвижный фосфор, кг/га	82	26	170	278	184	21,8	115,8	33,8
Обменный калий, кг/га	1263	66	85	1414	167	23,5	1270,5	7,5

Продолжение таблицы 6.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горчица								
Органическое вещество (гумус), т/га	163,8	7,8	–	171,6	4,1	0,8	168,3	4,5
Нитратный азот, кг/га	67	161	150	378	174	33,4	237,4	170,4
Подвижный фосфор, кг/га	82	57	170	309	191	22,2	140,2	58,2
Обменный калий, кг/га	1263	98	85	1446	174	24,1	1296,1	33,1
Рапс								
Органическое вещество (гумус), т/га	163,8	5,7	–	169,5	3,7	0,7	166,5	2,7
Нитратный азот, кг/га	67	107	150	324	159	32,4	197,4	130,4
Подвижный фосфор, кг/га	82	23	170	275	175	21,3	121,3	39,3
Обменный калий, кг/га	1263	218	85	1566	159	23,1	1430,1	167,1
Горох								
Органическое вещество (гумус), т/га	163,8	4,2	–	168	3,4	0,6	165,2	1,4
Нитратный азот, кг/га	67	116	150	333	141	29,7	221,7	154,7
Подвижный фосфор, кг/га	82	28	170	280	155	20,3	145,3	63,3
Обменный калий, кг/га	1263	91	85	1439	141	22,1	1320,1	57,1

Графическое отображение данных, представленных в таблице 6.12, наглядно продемонстрировано на рисунках 6.3–6.6.

Динамика органического вещества в почве после использования сидеральных культур представлена на рисунке 6.3.

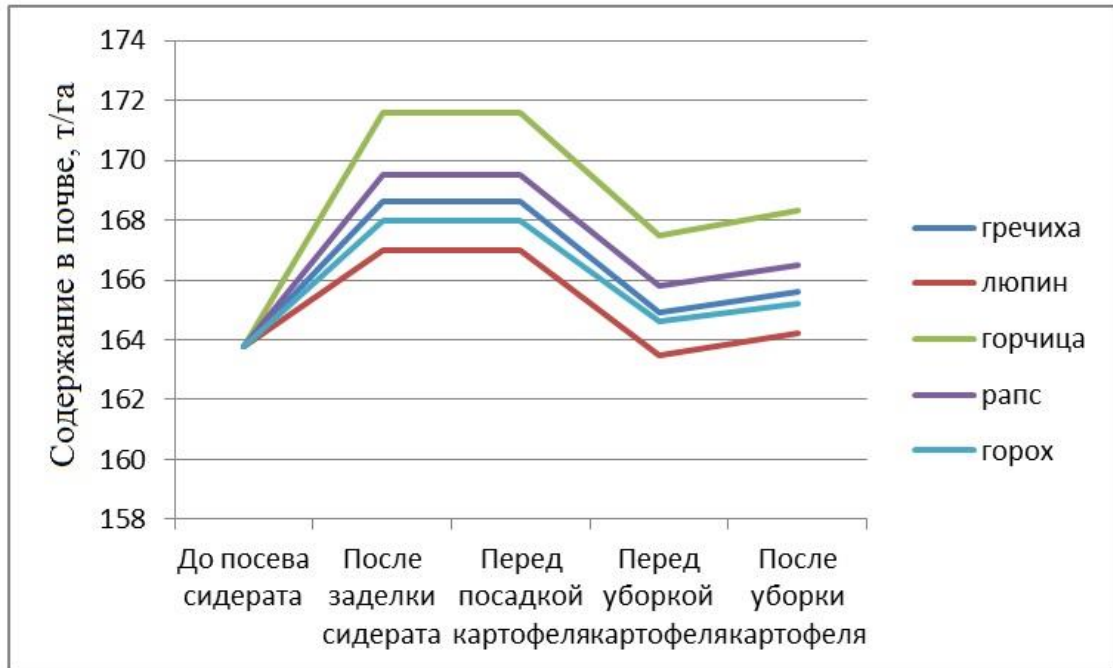


Рисунок 6.3 – Динамика органического вещества в почве, т/га

Анализ рисунка 6.3 показывает, что на опытных участках количество органического вещества в слое 0–30 см не превышало 164 т/га. В зависимости от использованной сидеральной культуры количество органического вещества в почве увеличилось на 3–7 т/га. В период от заделки сидератов до посадки картофеля на опытных участках, где произрастала горчица, количество органического вещества в почве не изменялось и находилось на уровне превышающем 171 т/га. Меньшими показателями наличия органического вещества в почве обладали опытные участки, где произрастали рапс, гречиха и горох. Здесь количество органического вещества в почве было 169,5; 168,6; 168 т/га соответственно. Меньше всего органического вещества было накоплено на участке с люпином – 167 т/га. Уменьшение органического вещества в почве после уборки картофеля составил 3,5–4,1 т/га. После уборки картофеля с учетом оставшейся ботвы наличие органического вещества в почве на участке, где произрастала горчица составило 168,3 т/га. Этот показатель является наибольшим среди всех опытных участков.

На делянках после рапса, гречихи и гороха органического вещества в почве осталось 166,5; 165,6; 165,2 т/га соответственно. Наименьшие показатели наличия органического вещества в почве зафиксированы на опытном участке, где произрастал люпин и соответствуют 164,2 т/га.

Динамика нитратного азота в почве представлена на рисунке 6.4.

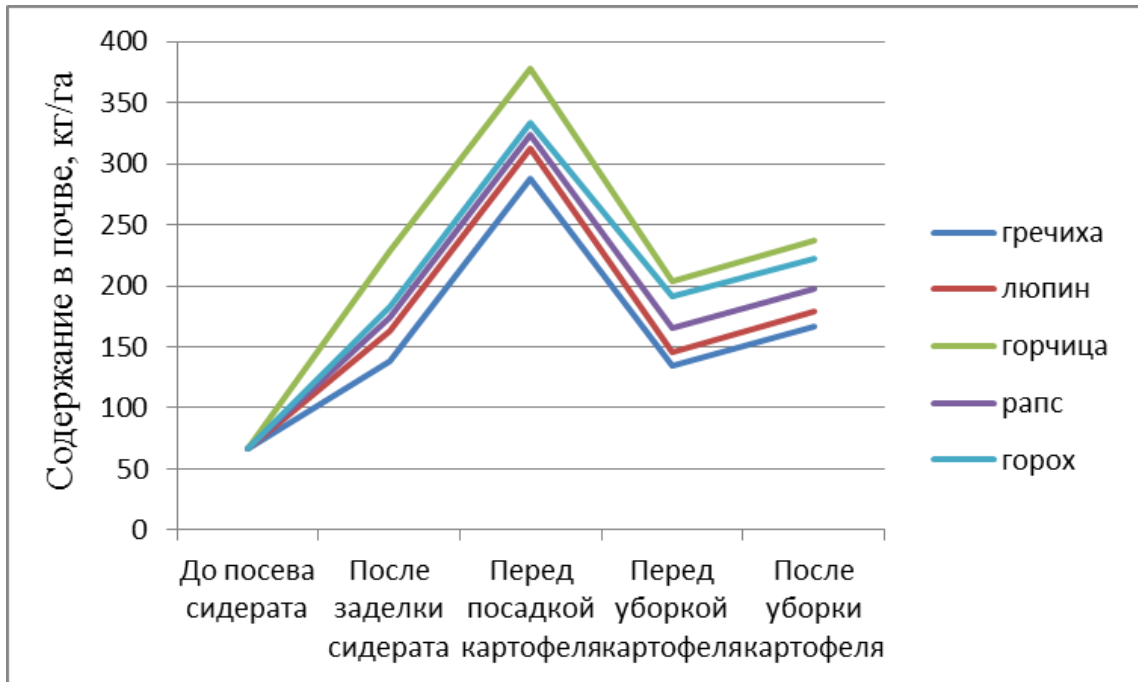


Рисунок 6.4 – Динамика нитратного азота в почве, кг/га

Анализ рисунка 6.4 показывает, что до посева сидеральных культур наличие в почве нитратного азота на всех опытных участках являлось одинаковым. Основное поступление в почву нитратного азота произошло в период после заделки сидеральных культур в почву и до посадки картофеля. Это обусловлено поступлением в почву зеленой массы, корневых остатков сидеральных культур и минеральных удобрений. Основную роль пополнения питательным веществом играет внесение удобрений. Однако анализ почвенных образцов, отобранных перед посадкой картофеля, показывает, что на различных опытных участках разнятся и показатели наличия нитратного азота. Так на делянке, где в качестве сидеральной культуры выступала горчица, содержание нитратного азота было наибольшим среди всех вариантов. Его количество достигало 378 кг/га. Наименьшие показатели были на варианте после гречихи – 288 кг/га. Наличие нитратного азота в почве на вариантах, где в качестве сидеральных культур использовались горох, рапс, и

люпин колебалось от 333 кг/га – после горохе до 313 кг/га – после люпина. После заделки растений рапса нитратного азота в почве содержалось 324 кг/га. Почвенный анализ, произведенный перед уборкой картофеля, показал, что наличие нитратного азота в почве понизилось на 141–174 кг/га, что обусловлено потреблением растениями картофеля в период вегетации. Таким образом, с учетом оставшейся на месте роста ботвы растений картофеля, после уборки урожая на варианте после использования в качестве сидеральной культуры горчицы содержание в почве нитратного азота составило 237,4 кг/га, что в 3,5 раза больше, чем весной до посева сидеральных культур. Наименьший показатель получен на участке после гречихи и составляет 167,1 кг/га, что в 2,5 раза больше, чем весной до посева сидеральных культур. На вариантах с использованием в качестве сидеральных культур гороха, рапса и люпина содержание нитратного азота в почве после уборки картофеля является высоким и превышает показатели содержания весной до посева сидератов на этих же участках в 3,3–2,7 раза.

Динамика подвижного фосфора в почве представлена на рисунке 6.5.

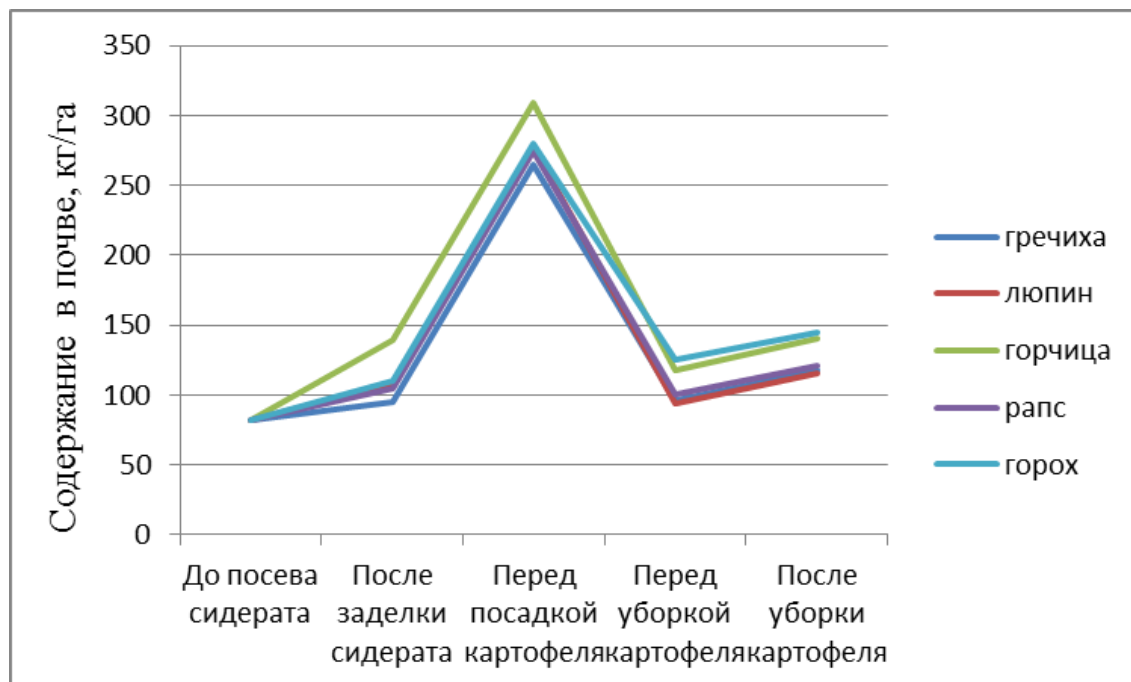


Рисунок 6.5 – Динамика подвижного фосфора в почве, кг/га

Анализ рисунка 6.5 показал, что весной до посева сидеральных культур на опытных участках содержание подвижного фосфора в почве составляло 82 кг/га. После заделки сидеральных культур в зависимости от опытного участка

содержание в почве подвижного фосфора увеличилось на 13–52 кг/га. Перед посадкой картофеля была внесена полная доза минеральных удобрений, рассчитанная на планируемую урожайность картофеля 40 т/га. Этим обуславливается максимальное значение кривых графика динамики подвижного фосфора на опытных участках с использованием различных сидеральных культур. Уменьшение количества подвижного фосфора в почве связано с использованием его для формирования урожая. В зависимости от опытного участка вынос с урожаем составил 155–191 кг/га д. в. подвижного фосфора.

Динамика обменного калия в почве представлена на рисунке 6.6.

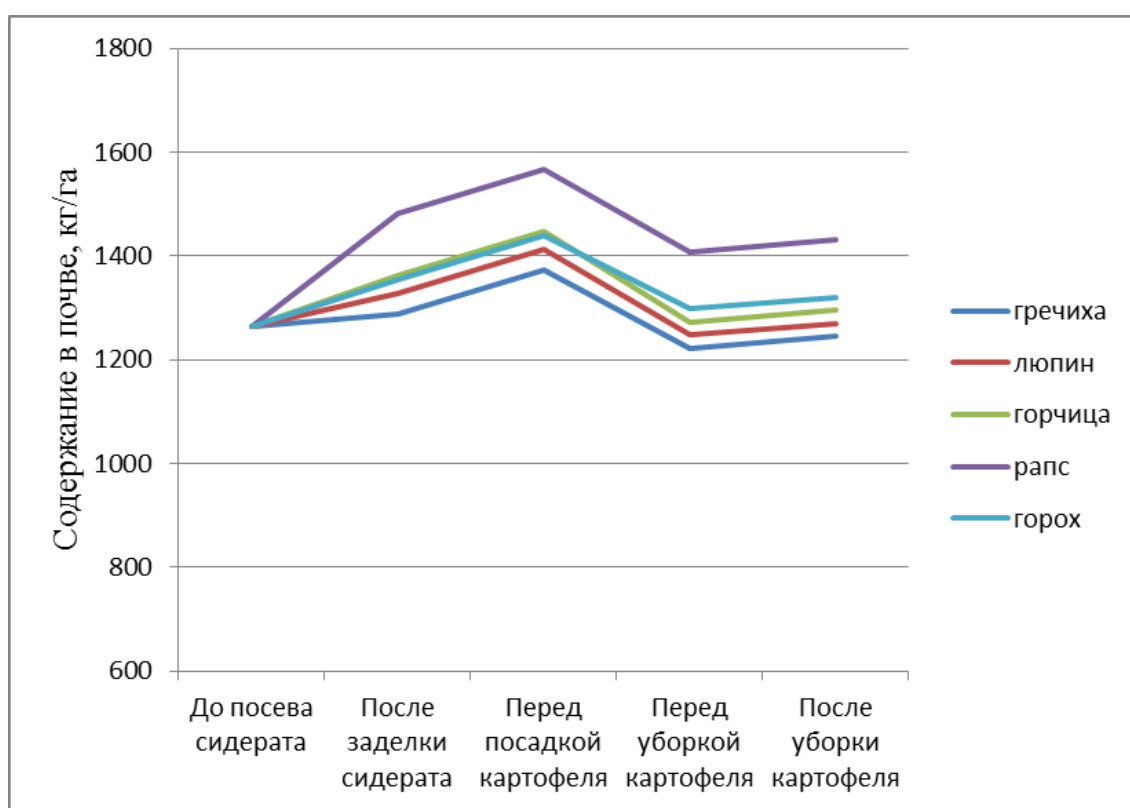


Рисунок 6.6 – Динамика обменного калия в почве, кг/га

Анализ рисунка 6.6 показал, что весной до посева сидеральных культур на опытном участке содержание обменного калия в почве составляло 1263 кг/га. После заделки сидеральных культур, а так же внесения полной дозы минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность картофеля 40 т/га, содержание в почве обменного калия увеличилось на 9–14 %. На участке после рапса – 24 %. Этим показателям соответствуют максимальные отметки кривых графика динамики обменного калия. Убывание значения кривых до периода перед

проведением уборки урожая картофеля связано с использованием питательных веществ для формирования урожая. В зависимости от варианта вынос с урожаем клубней картофеля составил 141–174 кг/га д. в. Наибольшее наличие в почве обменного калия зафиксировано на варианте после рапса – 1430,1 кг/га. Меньше на участках после гороха и горчицы – 1320,1; 1296,1 кг/га соответственно. Наименьшими показателями наличия обменного калия обладали почвенные образцы, отобранные на гречихе – 1244,1 кг/га и люпине – 1270,1 кг/га

В итоге можно сказать, что при возделывании картофеля летней посадки после использования сидеральных культур, баланс питательных веществ в почве изменяется неоднозначно. Так при определении органического вещества в почве наибольшие показатели были получены на вариантах, где в качестве сидеральных культур были использованы горчица и рапс. Наибольшими показателями баланса нитратного азота обладали почвы, отобранные на участках горчицы и гороха. Определив количество подвижного фосфора в почве после уборки урожая картофеля, установили, что наибольшими показателями обладают образцы, отобранные на вариантах, где сидеральными культурами являлись горох и горчица. При расчете баланса обменного калия получили отрицательные значения на варианте после гречихи. Наибольшие положительные значения получены на участках после рапса и гороха.

**7 ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**7.1 Особенности возделывания овощного гороха и сахарной кукурузы
для овощного конвейера в зонах консервного производства**

7.1.1 Продуктивность овощного гороха различного срока посева

Одной из особенностей сырья овощного гороха (зерен зеленого горошка) для консервной промышленности является быстрое изменение его потребительских свойств – перезревание, которое сопровождается снижением сахаристости и огрубением зерен. Они особенно быстро проходят в условиях сухой и жаркой погоды. Эта особенность сырья вызывает необходимость разработки четкой технологии его выращивания, подбора лучших сортов и сроков посева, организации оперативного процесса уборки и переработки, при которых будет обеспечено равномерное созревание гороха в течение сезона переработки и своевременное использование собранного урожая.

Наши наблюдения показали, что длина вегетационного периода зависит в основном от обеспеченности теплом. Период вегетации до технической спелости в зависимости от срока посева в среднем за 2003–2005 гг. изменялся у раннеспелых сортов с 54–55 до 60–61 дней, у среднеспелого сорта Адагумский от 71 до 74 дней и позднеспелого сорта Беркут от 79 до 85 дней (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Продолжительность вегетации до технической спелости овощного гороха при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

В сутках

Сорт	Срок посева				
	I (25–30 марта) (к)	II (10–15 апреля)	III (25–30 апреля)	IV (20–25 июля)	V (1–10 августа)
1	2	3	4	5	6
Авола (к)	59	58	57	59	54
Альфа	59	58	56	59	55

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3	4	5	6
Скинадо	64	62	61	64	61
Адагумский	74	72	71	74	71
Беркут	85	83	81	85	79

Из приведенных данных видно, что при более поздних сроках посева период вегетации укорачивается на несколько дней, но при летнем сроке посева он увеличивается. Это связано с тем, что поздней весной и летом температура окружающей среды увеличивается, тем самым, сокращая период вегетации, а осенью, когда происходит созревание пятого срока посева, длина светового дня и температура имеют тенденции к снижению и, как правило, уменьшается период вегетации.

Как отмечалось ранее, летний срок посева позволяет продлить сезонную работу перерабатывающих заводов, так как ранние заморозки в середине сентября прекращают вегетацию теплолюбивых культур: томата, перца, баклажан, огурцов, а овощной горох выдерживает заморозки до минус 3–5 °С и продолжает вегетацию до глубокой осени.

Получение высоких урожаев овощного гороха при высоком качестве продукта зависит от правильного определения сроков уборки. Сроки уборки производственных посевов приходится согласовывать с возможностями обмолота созревающего гороха, графиком сдачи сырья и переработки его консервным заводом. В связи с этим уборку отдельного участка следует начинать несколько раньше оптимального срока, чтобы закончить ее за 3–4 дня, не допустив перезревания бобов в последние дни уборки.

В таблице 7.2 представлена продолжительность нахождения овощного гороха в оптимальной фазе технической спелости при различных сроках посева.

Из данных таблицы 7.2 видно, что наиболее долго в фазе технической спелости, отвечающей стандартам по качеству, находится сорт Беркут, 6–9 дней. В зависимости от срока посева этот период изменяется от 6 суток при III сроке посева до 8–9 суток при посевах в I, II и IV, V сроках. При втором сроке посева,

когда температура окружающей среды выше всего – период уборки у различных сортов находится в пределах 4–6 дней. Раннеспелые сорта овощного гороха меньше всего находятся в фазе технической спелости – 4–6 дней.

Таблица 7.2 – Продолжительность уборки овощного гороха при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Сорт	Срок посева				
	I (25–30 марта) (к)	II (10–15 апреля)	III (25–30 апреля)	IV (20–25 июля)	V (1–10 августа)
Авола (к)	4	4	4	5	5
Альфа	5	4	5	6	5
Скинадо	5	4	5	5	5
Адагумский	5	4	5	6	6
Беркут	8	6	8	9	8

Изучение биологических особенностей сортов овощного гороха, следует учитывать при подборе сортов, а также при выборе наиболее благоприятных сроков посева.

Немаловажное значение для определения оптимальных сроков посева различных сортов овощного гороха для условий Ростовской области имеет масса сухого вещества растений, полученная при различных сроках посева. Данные по количеству сухого вещества приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Количество сухого вещества овощного гороха технической спелости при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Сорт	Срок посева				
	I (25–30 марта) (к)	II (10–15 апреля)	III (25–30 апреля)	IV (20–25 июля)	V (1–10 августа)
Авола (к)	6,33	6,03	5,62	5,11	5,08
Альфа	6,43	6,13	5,72	5,11	5,02
Скинадо	8,58	8,07	7,66	6,84	6,53
Адагумский	8,48	7,97	7,56	6,74	6,47
Беркут	8,58	8,17	7,66	6,84	6,65

Наши исследования показали, что наибольшее количество сухого вещества растений было получено на первом сроке посева и составило у сортов Авола, Альфа, Скинадо, Адагумский и Беркут – 6,3; 6,5; 8,6, 8,5 и 8,6 т/га соответственно. Наименьший показатель был на варианте V при летнем сроке посева.

У сортов с более высокой урожайностью морфологические показатели отличаются, так высота растений зависит, прежде всего, от генетически заложенных морфологических особенностей сорта, а также от агроклиматических условий, питательного и водного режимов и от многих других факторов.

Наши исследования показали, что у овощного гороха высота растений отличается не только по сортам, но и по срокам посева. Более благоприятные условия произрастания складывались на первом сроке посева, где растения всех сортов были выше (таблица 7.4). У сорта Беркут она составила 96,8 см, что на 64 % больше, чем у сорта Авола.

Таблица 7.4 – Высота растений овощного гороха при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Сорт	Срок посева				
	I (25–30 марта) (к)	II (10–15 апреля)	III (25–30 апреля)	IV (20–25 июля)	V (1–10 августа)
Авола (к)	57,1	52,7	50,4	46,9	45,2
Альфа	58,3	53,8	51,5	47,8	47,2
Скинадо	77,4	71,4	68,3	63,5	62,7
Адагумский	89,3	82,5	78,9	73,3	72,1
Беркут	96,8	89,4	85,5	79,4	78,3

На урожайность овощного гороха при различных сроках посева непосредственное влияние оказывала и площадь листовой поверхности, она изменялась пропорционально урожайности (таблица 7.5).

Так в зависимости от срока посева она изменялась у сорта Авола от 18,6 до 22,9 тыс. м²/га. У сорта Альфа она составила от 18,7 до 23,2 тыс. м²/га. У сорта Скинадо она была несколько выше – от 21,4 до 26,9 тыс. м²/га. Самой большой площадью листовой поверхности была у сортов Адагумский и Беркут и составила от 20,9 до 26,0 и от 21,7 до 27,2 тыс. м²/га соответственно.

Таблица 7.5 – Площадь листовой поверхности овощного гороха при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

В тыс. м²/га

Сорт	Срок посева				
	I (25–30 марта) (к)	II (10–15 апреля)	III (25–30 апреля)	IV (20–25 июля)	V (1–10 августа)
Авола (к)	22,9	21,1	20,2	18,8	18,6
Альфа	23,2	21,4	20,5	19,0	18,7
Скинадо	26,9	24,8	23,7	22,0	21,4
Адагумский	26,0	24,0	22,9	21,3	20,9
Беркут	27,2	25,1	24,0	22,3	21,7

В условиях Ростовской области без орошения нельзя получить высокие урожаи овощного гороха. Как правило, при различных сроках посева дефицит влаги различен. Например, на третий, четвертый и пятый сроки посева оказывает большое влияние не только недостаток влаги в почве, но и низкая влажность воздуха, поэтому происходит снижение урожайности овощного гороха, но при соблюдении оптимального режима орошения снижение урожайности незначительно (таблица 7.6).

Таблица 7.6 – Урожайность овощного гороха при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

В т/га

Сорт	Срок посева				
	I (25–30 марта) (к)	II (10–15 апреля)	III (25–30 апреля)	IV (20–25 июля)	V (1–10 августа)
Авола	7,0	6,6	6,4	5,8	5,4
Альфа	7,1	6,8	6,5	5,9	5,4
Скинадо	9,0	8,8	8,4	7,8	6,7
Адагумский	8,8	8,5	8,1	7,5	6,5
Беркут	9,4	9,0	8,6	7,8	7,2
НСР ₀₅ , т	0,27				

Из данных таблицы 7.6 видно, что наибольшая урожайность зерен была получена на первом сроке посева у позднеспелого сорта овощного гороха Беркут, она составила 9,4 т/га. Наименьшая урожайность у сорта Авола и Альфа на пятом сроке посева – 5,4 т/га.

С каждым последующим сроком посева имелась тенденция к снижению урожайности на 9–17 %.

Немаловажное значение при возделывании овощного гороха на зеленый горошек имеет и динамика накопления сухого вещества. В таблице 7.7 представлена динамика накопления сухого вещества сортов Авола и Беркут на втором и пятом сроке посева. Данные показывают, что у обоих сортов темпы накопления сухого вещества больше на V сроке посева. На 21-й день вегетации на V сроке посева у сорта Авола сухих веществ было больше на 27,3 г/м², а у сорта Беркут – на 25,9 г/м².

Таблица 7.7 – Динамика и темпы накопления сухого вещества растений овощного гороха при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Сорт	Срок посева	Дней от начала вегетации					Полная спелость
		21	42	54	63	74	
Накопление сухого вещества, г/м ²							
Авола	I	101,3	233,3	594,7	–	–	633,4
Авола	V	128,0	245,0	484,0	–	–	507,5
Беркут	I	85,3	209,4	391,6	611,1	798,9	858,4
Беркут	V	111,2	226,5	337,4	503,7	651,7	665,2
Темпы накопления сухого вещества, г/м ² /сут							
Авола	I	4,8	6,3	30,1	–	–	–
Авола	V	6,1	5,6	19,9	–	–	–
Беркут	I	4,1	5,9	15,2	24,4	17,1	–
Беркут	V	5,3	5,5	9,2	18,5	13,5	–

Эта закономерность сохраняется до 42-го дня вегетации, но в дальнейшем на V сроке посева условия произрастания ухудшаются, и на I сроке посева растения имеют больше темпы прироста. На 54-й день у сорта Авола на I сроке посева растения имели 594,7 г/м² сухого вещества, а на V сроке посева всего 484,0 г/м². Тоже и у сорта Беркут на 74-й день вегетации, где на I сроке посева было 798,9 г/м², против 651,7 г/м², т. е. на 23 % больше, чем на V сроке посева.

Одним из показателей условий произрастания растений является высота растений гороха (таблица 7.8).

Таблица 7.8 – Динамика изменения высоты растений овощного гороха при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Сорт	Срок посева	Дней от начала вегетации					Полная спелость
		21	42	54	63	74	
Высота растений, см							
Авола	I	14,7	23,4	49,4	–	–	57,1
Авола	V	17,6	24,5	44,9	–	–	46,9
Беркут	I	18,1	26,4	41,2	68,5	89,1	96,8
Беркут	V	20,2	28,9	40,4	64,7	77,4	79,4
Суточный прирост, см/сут							
Авола	I	0,7	0,4	2,2	–	–	–
Авола	V	0,8	0,3	1,7	–	–	–
Беркут	I	0,9	0,4	1,2	3,0	1,9	–
Беркут	V	1,0	0,4	1,0	2,7	1,2	–

Анализируя данные таблицы 7.8 видно, что в начальные периоды на пятом сроке посева у обоих сортов показатели высоты растений были больше, чем на первом. Но далее его темпы снизились и на 54-й день высота растений на

А ром сроке, а уже превосходила остальные сроки посева. В конце вегетации высота растений на первом сроке посева составила 96,8 и 57,1 см у сортов Беркут и Авола соответственно, что на 21–22 % больше, чем у первого срока посева.

Для более полного изучения морфологии сортов овощного гороха при различных сроках посева нами была изучена динамика нарастания листовой поверхности, которая представлена в таблице 7.9.

Таблица 7.9 – Динамика нарастания площади листовой поверхности овощного гороха при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Сорт	Срок посева	Дней от начала вегетации					Полная спелость
		21	42	54	63	74	
1	2	3	4	5	6	7	8
Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га							
Авола	I	3,5	7,5	21,5	–	–	22,9
Авола	V	4,3	8,0	18,0	–	–	18,8

Продолжение таблицы 7.9

1	2	3	4	5	6	7	8
Беркут	I	3,7	8,3	14,5	20,8	26,0	27,2
Беркут	V	4,7	8,8	11,8	14,6	20,6	22,3
Суточный прирост, тыс. м ² /га							
Авола	I	0,2	0,2	1,2	–	–	–
Авола	V	0,2	0,2	0,8	–	–	–
Беркут	I	0,2	0,2	0,5	0,7	0,5	–
Беркут	V	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	–

Из данных таблицы 7.9 можно сделать следующий вывод: динамика нарастания листовой поверхности зависит от срока посева. При летнем сроке посева площадь листовой поверхности овощного гороха в начальные фазы роста значительно опережает растения посеянные весной. Так, на 21-й день после начала вегетации она составила у сорта Беркут на пятом сроке посева 4,7 тыс. м²/га, что на 27 % больше, чем на первом сроке посева. Аналогичная ситуация наблюдается и у сорта Авола. Но к технической спелости темпы прироста листовой поверхности на втором сроке посева увеличиваются, и площадь ее становится на 16–18 % больше, чем на пятом сроке посева. Это связано с тем, что на пятом сроке посева происходит снижение температуры и замедляется прирост листовой поверхности.

В жарком и засушливом климате Ростовской области важное значение на орошаемых землях имеет эффективное использование оросительной воды, которое характеризуется суммарным водопотреблением и коэффициентом водопотребления. Водопотребление сортов овощного гороха представлено в таблице 7.10.

Таблица 7.10 – Водопотребление сортов овощного гороха разного срока посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Сорт	Срок посева	Использование влаги из почвы, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Авола	I	68	772	840	1680	7,0	240,0
Авола	V	57	663	840	1560	5,4	288,9
Беркут	I	112	795	980	1887	9,4	200,7
Беркут	V	13	760	980	1753	7,2	243,5

Исследованиями было установлено, что суммарное водопотребление увеличивается с удлинением вегетационного периода с 1680 м³/га у сорта Авола до 1887 м³/га у сорта Беркут. Коэффициент водопотребления при этом уменьшается с 240,0 м³/т у раннеспелых сортов и до 200,7 м³/т у позднеспелых при первом сроке посева. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что при летнем сроке посева происходит снижение суммарного водопотребления на 7–7,1 %, но при этом влага расходуется менее продуктивно, коэффициент водопотребления увеличивается до 243,2–288,9 м³/т.

Таким образом, видно, что длина вегетационного периода зависит от сорта и обеспеченности теплом, при более поздних сроках посева он укорачивается. Для получения стабильных урожаев овощного гороха высокого качества уборку его необходимо начинать несколько раньше оптимального срока, чтобы закончить ее за 3–4 дня. Урожайность, высота растений, количество сухого вещества, площадь листовой поверхности овощного гороха при более поздних сроках посева снижаются из-за воздушной засухи и дефицита влаги, поэтому необходимо соблюдать оптимальный режим орошения.

7.1.2 Режим орошения овощного гороха

Для проведения исследований по изучению режима орошения овощного гороха был заложен опыт, который включил в себя шесть вариантов, которые позволили установить влияние влагообеспеченности на рост и развитие овощного гороха.

Динамика влажности почвы характеризует закономерности изменения влагозапасов в почве в зависимости от погодных условий и режима орошения. В ранневесенний период до и после посева влажность почвы во все годы исследований была выше 90 % НВ, что обеспечивало получение дружных всходов при естественных влагозапасах.

На вариантах без орошения влажность почвы в течение вегетации имела

большую амплитуду колебаний и зависела от количества выпадающих осадков. В некоторых случаях наблюдалось снижение влажности почвы до 60 %, что было близко к мертвому запасу влаги. Нередко это совпадало с критическим периодом развития, что приводило к снижению продуктивности растений.

На орошаемых вариантах влажность почвы поддерживалась согласно заданного порога увлажнения. За годы исследований заданные режимы орошения были выдержаны. Влажность почвы не опускалась ниже планируемого порога. Водный режим почвы в каждом конкретном году формировался под влиянием погодных условий (таблица 7.11).

Таблица 7.11 – Режим орошения овощного гороха

Год	Вариант опыта	Поливная норма, м ³ /га	Количество поливов	Оросительная норма, м ³ /га
1	2	3	4	5
2003	1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	3	1260
	2) 80 % НВ в слое 0,4 м	300	5	1500
	3) 70 % НВ в слое 0,4 м	420	2	840
	4) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	1	660
	5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	300 420	2 1	1020
	6) Без орошения	–	–	–
2004	1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	2	840
	2) 80 % НВ в слое 0,4 м	300	3	900
	3) 70 % НВ в слое 0,4 м	420	1	420
	4) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	1	660
	5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	300 420	2 –	600
	6) Без орошения	–	–	–
2005	1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	2	420
	2) 80 % НВ в слое 0,4 м	300	4	1200
	3) 70 % НВ в слое 0,4 м	420	2	840
	4) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	1	660
	5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	300 420	2 1	1020
	6) Без орошения	–	–	–

Продолжение таблицы 7.11

1	2	3	4	5
В среднем	1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	2,3	980
	2) 80 % НВ в слое 0,4 м	300	4	1200
	3) 70 % НВ в слое 0,4 м	420	1,7	700
	4) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	1	660
	5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	300 420	2,7	880
	6) Без орошения	–	–	–

Количество поливов по годам на вариантах варьировало от 1 до 5. В сухом 2003 году ($ГТК = 0,5$) по различным вариантам было проведено от 1 до 5 поливов, поливными нормами от 300 до 660 м³/га. Наибольшее количество поливов было проведено на варианте, где влажность почвы в слое 0,4 м поддерживалась не ниже 80 % от НВ, наименьшее количество поливов – на варианте с влажностью почвы в слое 0,6 м не ниже 70 %.

На момент посева в 2003 году влажность почвы составила 90–91 % от НВ. Для поддержания заданного уровня влажности на контрольном варианте (80 % НВ в слое 0,6 м) потребовалось провести три полива нормой 420 м³/га. В конце вегетации влажность почвы составила 89,1 % НВ. На втором варианте режима орошения (80 % НВ в слое 0,4 м) было проведено пять поливов нормой 300 м³/га, влажность почвы в конце вегетации овощного гороха составила 86,3 % от НВ. На третьем варианте (70 % НВ в слое 0,4 м) нами проведено два полива поливной нормой 420 м³/га, и влажность почвы составила 68,1 % НВ.

Наименьшее количество поливов (один) проведено на четвертом варианте режима орошения нормой 660 м³/га. На режиме орошения, где влажность почвы поддерживалась 80 % НВ в слое 0,4 м до фазы цветения и 80 % НВ в слое 0,6 м после цветения, нами было проведено два полива нормами 300 и 420 м³/га соответственно. Влажность почвы на этом режиме орошения составила к моменту уборки овощного гороха 78,3 %.

На варианте без орошения по мере развития растений влажность почвы снижалась и поддерживалась за счет выпадения осадков, которых за период веге-

тации овощного гороха выпало ниже среднемноголетней нормы на 47,7 %.

Период вегетации овощного гороха в 2004 год характеризовался как влажный, ГТК по Селянинову составил 1,1. На варианте с влажностью почвы 80 % от НВ в слое 0,4 м было произведено три полива поливной нормой 300 м³/га, а на варианте с влажностью почвы в слое 0,6 м не ниже 70 % потребовался всего один полив нормой 660 м³/га.

В 2004 году осадков выпало больше, но выпадали они неравномерно, поэтому для поддержания заданного порога увлажнения были проведены поливы. На момент посева влажность почвы составила 91–92 % от НВ.

Наибольшее количество поливов (три) нами было проведено на варианте 80 % НВ в слое 0,4 м поливной нормой 300 м³/га. На вариантах 70 % НВ в слое 0,4 м и 70 % НВ в слое 0,6 м был проведен только один полив нормами 420 и 660 м³/га соответственно. На варианте без орошения влажность почвы снизилась за период вегетации овощного гороха до 71,4 %.

Условия увлажнения вегетационного периода овощного гороха в 2005 году характеризуются как средние, ГТК составил 0,9. Четыре полива было произведено на варианте 2 (80 % от НВ в слое 0,4 м), оросительная норма составила 1200 м³/га. Наименьшая оросительная норма была на варианте 4 (70 % НВ в слое 0,6 м), где был проведен один полив нормой 660 м³/га.

Начало поливного сезона приходилось на вторую половину апреля – начало мая, а последние поливы проводились в конце мая, в июне, которые смогли обеспечить необходимый уровень влажности почвы до конца вегетации. На динамику влажности почвы и режимы орошения овощного гороха оказали влияние выпавшие за период вегетации осадки и поливы.

В 2005 году осадков выпало немного меньше, чем 2004 году. Влажность перед посевом составила 90–91 %. Наибольшее количество поливов было проведено на варианте 2 (80 % НВ в слое 0,4 м) поливной нормой 300 м³/га. Влажность почвы во время уборки составила 86,6 %. Один полив был проведен на варианте 4 (70 % НВ в слое 0,6 м) поливной нормой 660 м³/га. Влажность почвы перед уборкой составила 80,4 % от НВ.

В среднем за годы исследований оросительная норма на контрольном варианте (80 % НВ в слое 0,6 м) составила 980 м³/га. На втором варианте (80 % НВ в слое 0,4 м) – была выше на 220 м³/га. На третьем варианте (70 % НВ в слое 0,4 м) оросительная норма составила 700 м³/га, на варианте 4 (70 % НВ в слое 0,6 м) она была наименьшей и составила 660 м³/га. На варианте с влажностью почвы 80 % НВ в слое 0,4 м до фазы цветения и далее в слое 0,6 м после цветения оросительная норма составила 880 м³/га. Кратность поливов была больше на варианте 2, где слой промачивания составил 0,4 м. С увеличением расчетного слоя до 0,6 м кратность поливов варьировала от 1 на варианте 4 до 2–3 на контроле.

Исследования показали, что орошение оказывает значительное влияние на все процессы жизнедеятельности растений. Увеличивается высота растений, возрастают темпы нарастания листовой поверхности и накопления сухих веществ, увеличивается длина вегетации и изменяется ход биохимических реакций, и в конечном итоге изменяется количество и качество урожая. Нами проводились наблюдения за ростом и развитием овощного гороха до технической и полной спелости.

Посев овощного гороха на опытных участках проводился в оптимальные агротехнические сроки. В зависимости от температурного режима и наличия влаги в почве, всходы появлялись на десятый–пятнадцатый день. Орошение способствовало получению дружных всходов и их сохранению к концу вегетации. Выживаемость растений на орошаемых участках составила 94,6 %, против 62,8 % на варианте без орошения (приложение Г).

Фенологические наблюдения показали, что до начала налива бобов на всех вариантах фазы роста и развития проходят одновременно. В период налива бобов, в зависимости от степени влагообеспеченности, происходит дифференциация сроков созревания.

Наблюдения показали, что среднеспелый сорт Беркут, районированный в области, достигал технической спелости на варианте без орошения за 81 день, а в орошаемых вариантах с поддержанием влажности почвы в расчетных слоях (0,4 и 0,6 м) выше 70 и 80 % НВ создавались более благоприятные условия, и ве-

гетационный период увеличивался в среднем на 4–5 дней, созревание наступало за 85–86 дней (приложение Д).

По годам, в зависимости от погодных условий и режима орошения, наблюдались некоторые отклонения по длине вегетации. Так, в сухом 2003 году, где за период вегетации выпало 44,4 мм осадков, а средняя относительная влажность воздуха составила 63 %, овощной горох созревал на 8–10 дней раньше по сравнению со среднемноголетними данными. В год с выпадением обильных осадков (2004 г.), когда влажность почвы на всех вариантах не опускалась ниже 70 % НВ, созревание наступало почти одновременно с разницей в 2–3 дня.

Таким образом, орошение увеличивает период вегетации в среднем на 3–6 дней и в среднезасушливые годы способствует получению дружных всходов и увеличивает процент выживаемости растений.

Наблюдения показали, что овощной горох (сорт Беркут) в начале вегетации, от всходов до ветвления, развивает в первую очередь корневую систему, а надземная часть увеличивает высоту медленно. В этот период влагообеспеченность существенного влияния на высоту растений не оказывает (таблица 7.12, рисунок 7.1).

Таблица 7.12 – Динамика линейного роста и темпы прироста овощного гороха в зависимости от режима орошения, в среднем за 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Дней с начала вегетации					Полная спелость
	24	38	54	63	74	
1	2	3	4	5	6	7
Высота растений, см						
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	16,8	25,8	38,4	67,3	87,5	90,5
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	17,3	30,2	43,4	70,4	90,1	93,2
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	14,4	22,6	35,1	58	75,1	77,7
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	14,1	22	35,2	54,8	73,6	76,1
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	17,1	28	43,4	67,3	87,4	92,4
6) Без орошения	14	21,6	31,2	56,9	73,1	75,5

Продолжение таблицы 7.12

1	2	3	4	5	6	7
Суточный прирост, см/сут						
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	0,4	0,6	0,8	3,2	1,8	0,3
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	0,4	0,6	0,8	3,0	1,8	0,3
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	0,3	0,4	0,8	2,5	1,6	0,2
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	0,3	0,4	0,8	2,2	1,7	0,2
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	0,4	0,5	1,0	2,7	1,8	0,5
6) Без орошения	0,3	0,4	0,6	2,9	1,5	0,2

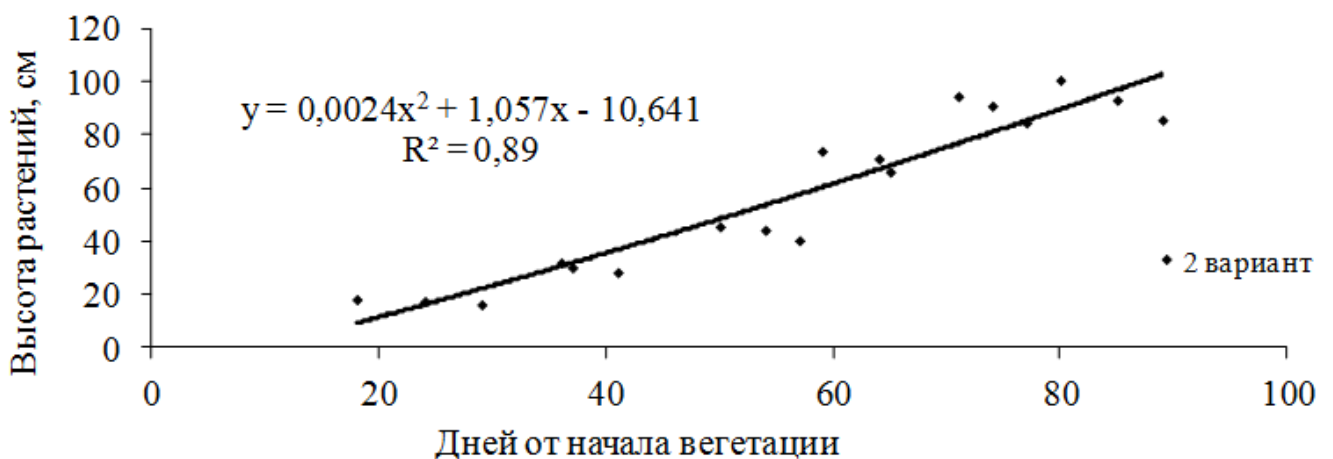


Рисунок 7.1 – Динамика нарастания площади листовой поверхности

С фазы цветения у среднеспелого сорта Беркут темпы роста быстро увеличиваются. Так, овощной горох с 38 по 54-й день вегетации увеличивал высоту на варианте без орошения с 21,6 до 31,2 см, а при орошении с 22–28 до 35–43 см, в среднем за 2003–2005 гг. К концу цветения, которое наступает в среднем на 53–54-й день вегетации, темпы роста уменьшались, и рост прекращался.

На вариантах, где влажность почвы поддерживалась выше 80 % от НВ, увеличивалась продолжительность периода роста растений по сравнению с вариантом без орошения. Здесь максимальную высоту растения овощного гороха имели к концу цветения – 90–93 см в вариантах 1 и 2, где влажность почвы поддерживалась выше 80 % НВ против 75,5 см на варианте без орошения.

Таким образом, при поддержании влажности почвы в течение вегетации

не ниже 80 % НВ создаются более благоприятные условия для увеличения линейного роста и продолжительности периода роста овощного гороха.

При снижении предполивного порога влажности почвы до 70 % НВ в слое 0,6 м рост овощного гороха снижался соответственно на 10–14 см по сравнению с контролем.

Наблюдения за развитием и темпами нарастания листовой поверхности показали значительное повышение их темпов прироста во всех вариантах с фазы бутонизации. Максимальная площадь листовой поверхности с 1 га площади посевов – 26,1 тыс. м²/га, достигается на контроле с порогом влажности 80 % НВ в слое 0,4 м (таблица 7.13).

Таблица 7.13 – Динамика нарастания и темпы прироста листовой поверхности овощного гороха в зависимости от режима орошения, в среднем за 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Дней от начала вегетации				Техническая спелость
	24	38	54	63	
Среднее за 2003–2005 гг., тыс. м ² /га					
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	8,2	12,1	17,6	24,3	25,4
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	8,4	12,5	18,1	24,9	26,1
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	7,1	10,6	15,9	22,1	23,1
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	7,2	10,6	15,7	21,7	22,7
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	8,4	12,3	18	24,8	25,9
6) Без орошения	6,6	9,8	14,5	20,4	21,3
Суточный прирост, тыс. м ² /га					
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	0,28	0,34	0,61	0,10	–
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	0,29	0,35	0,62	0,11	–
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	0,25	0,33	0,56	0,09	–
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	0,24	0,32	0,55	0,09	–
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	0,28	0,36	0,62	0,10	–
6) Без орошения	0,23	0,29	0,54	0,08	–

При этом снижение нижнего порога влажности почвы до 70 % НВ приводит к уменьшению индекса на 12 %, а при снижении влажности до 60 % от НВ (без орошения) – на 20 %.

Исследования показали, что на варианте без орошения, наряду с уменьшением прироста листовой поверхности при снижении влажности почвы до 60 % НВ, недостаток влаги в почве приводит к преждевременному пожелтению и опаданию листьев. Динамика прироста листовой поверхности от условий влагообеспеченности для варианта 80 % НВ в слое 0,4 м приводится на рисунке 7.2.

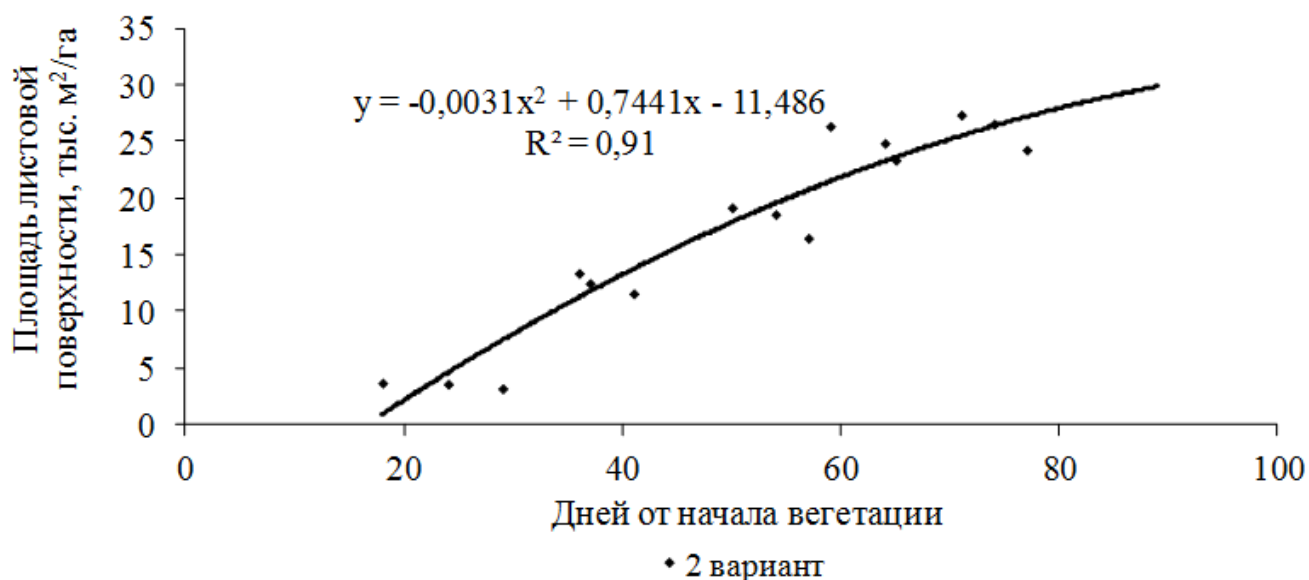


Рисунок 7.2 – Динамика прироста площади листовой поверхности

На варианте без орошения темпы прироста листовой поверхности постоянно отстают от орошаемых вариантов, а площадь листовой поверхности составил в среднем 21,3 тыс. м²/га, то есть в 1,2 раза меньше, чем на орошаемых вариантах.

Таким образом, орошение позволяет поддерживать заданную влажность почвы и создает оптимальные условия для развития листовой поверхности, которая на варианте 2 (80 % НВ в слое 0,4 м) имела наибольшее значение и составила 26,1 тыс. м²/га. Снижение влагообеспеченности приводит к уменьшению листовой поверхности.

Накопление сухих веществ начинается с момента появления семядолей на поверхности почвы. С этого момента темпы прироста сухого вещества начинают постоянно возрастать и выявляют тесную связь с увеличивающейся листо-

вой поверхностью до самого конца цветения, когда заканчивается рост листьев.

В дальнейшем накопление сухих веществ идет за счет формирования и налива бобов, куда стекаются все синтезированные вещества (таблица 7.14).

Таблица 7.14 – Динамика и темпы накопления сухих веществ в зависимости от режима орошения, в среднем за 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Дней от начала вегетации					Полная спелость
	24	38	54	63	74	
Накопление сухого вещества, г/м ²						
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	96,4	215,2	410,0	636,1	794,9	830
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	103,8	231,7	441,5	684,7	855,8	893,6
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	72,9	162,9	310,3	481,4	601,7	628,2
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	66,3	148,1	282,1	437,5	546,9	571,1
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	99,1	221,2	421,5	653,9	817,3	853,4
6) Без орошения	57,6	128,7	245,1	380,2	475,3	496,3
Темпы накопления сухого вещества, г/м ² в сутки						
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	4,0	8,5	12,2	25,1	14,4	3,2
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	4,3	9,1	13,1	27,0	15,6	3,4
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	3,0	6,4	9,2	19,0	10,9	2,4
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	2,8	5,8	8,4	17,3	9,9	2,2
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	4,1	8,7	12,5	25,8	14,9	3,3
6) Без орошения	2,4	5,1	7,3	15,0	8,6	1,9

Динамика накопления сухих веществ показывает, что максимальный суточный прирост, растения имели при достаточном орошении в течение всей вегетации (80 % НВ в слое 0,4 м). На 74-й день вегетации здесь было накоплено 855,8 г/м² сухих веществ или 85,6 ц/га против 49,6 ц/га на варианте без орошения. При снижении влажности почвы до 70 % НВ процесс накопления сухих веществ был замедлен. Так, на вариантах 3 и 4 растения снизили свою продуктивность до 40 %, и к концу вегетации накопили биологический урожай на 40–45 % мень-

ше, а на варианте без орошения на 80 % меньше по сравнению с контролем (80 % НВ в слое 0,6 м). Полученное уравнение регрессии по данным варианта 2 (80 % НВ в слое 0,4 м) приводятся на рисунке 7.3.

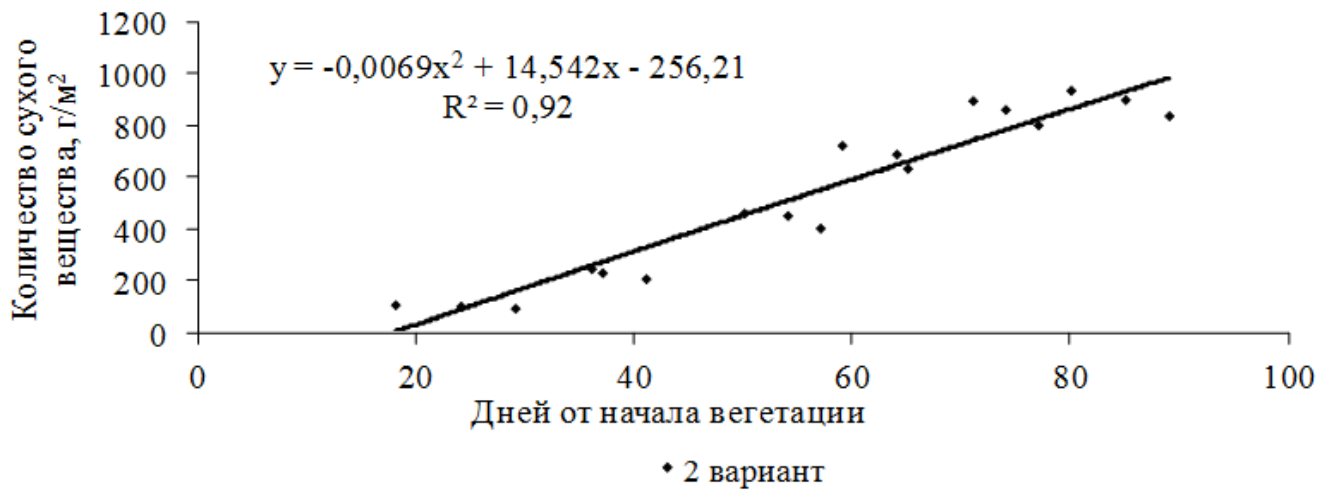


Рисунок 7.3 – Динамика накопления сухих веществ

Таким образом, наибольшее накопление сухих веществ 855,8 г/м наблюдается при поддержании влажности почвы в течение вегетации не ниже 80 % НВ в слое почвы 0,4 м.

Ранее было рассмотрено влияние режимов орошения на высоту растений, нарастание площади листьев и урожай сухого вещества овощного гороха. Эти показатели роста и развития в целом взаимосвязаны и в совокупности определяют продуктивность овощного гороха при различных условиях влагообеспеченности (таблица 7.15).

Таблица 7.15 – Урожайность зерен овощного гороха в зависимости от режима орошения, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Отклонения от контроля		Прибавка от орошения	
		±	%	т/га	%
1	2	3	4	5	6
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	8,8			4,6	109,5
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	9,8	+1,0	11	5,6	133,3
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	7,4	-1,4	16	3,2	76,2
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	7,0	-1,8	21	2,8	66,7

Продолжение таблицы 7.15

1	2	3	4	5	6
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м после цветения	9,1	+0,3	3	4,9	116,7
6) Без орошения	4,2	–	–	–	–
НСР ₀₅	0,48–0,63				

Анализ данных показывает на существенное влияние величины оросительной нормы и расчетной глубины промачивания на влагообеспеченности растений и урожайность овощного гороха. Наиболее благоприятными условиями для роста и развития растений и формирования урожая создались на варианте 2 с влажностью почвы 80 % НВ в слое 0,4 м, где урожайность в среднем за 2003–2005 гг. была наиболее высокой и составила 9,8 т/га, что на 11,4 % выше, чем на контроле (80 % НВ в слое 0,6 м) и на 133,3 % выше, чем на варианте без орошения. Снижение влажности почвы до 70 % НВ в слое 0,4 м или в слое 0,6 м приводит к снижению урожайности на 15,9 и 20,5 % соответственно. На варианте 5 с влажностью почвы 80 % НВ до цветения в слое 0,4 м и 80 % НВ в слое 0,6 м после цветения существенных отличий от контрольного варианта не наблюдалось.

На урожайность овощного гороха оказывали влияние и климатические условия года. На варианте без орошения, где запасы влаги пополнялись только за счет осадков, во влажном 2004 году урожайность была самой высокой и составила 4,7 т/га, что на 27 % больше, чем в 2003 году и на 13,5 % выше, чем в 2005 году.

На орошаемых вариантах урожайность в 2004 году также была заметно выше, чем в 2003 и 2005 гг.

За годы исследований оросительная норма варьировала от 840 до 1260 м³/га на контрольном варианте, от 900 до 1500 м³/га на варианте 2 (80% НВ в слое 0,4 м), от 420 до 840 м³/га на варианте 3 (70 % НВ в слое 0,4 м), от 660 до 840 м³/га на варианте 4 (70 % НВ в слое 0,6 м) и от 600 до 1020 м³/га на варианте 5 с (80 % НВ в слое 0,4 м до цветения и 80 % НВ в слое 0,6 м после цветения), что оказало существенное влияние на суммарное водопотребление овощного гороха (таблица 7.16).

Таблица 7.16 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления овощного гороха

Вариант опыта	Оросительная норма, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Использование воды из почвы, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (к)	980	795	212	1987	8,8	225,8
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	1200	795	147	2142	9,8	218,6
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	700	795	286	1781	7,4	240,7
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	795	291	1746	7,0	249,5
5) 80 % НВ в слое 0–0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	880	795	387	2062	9,1	226,6
б) Без орошения	–	795	541	1336	4,2	318,1

На величину суммарного водопотребления оказывают влияние атмосферные осадки, выпадающие в период вегетации, оросительная норма и расход почвенной влаги. В зависимости от перечисленных факторов, суммарное водопотребление изменялось от 1758 до 2028 м³/га на контрольном варианте, от 2011 до 2319 м³/га на варианте 2 (80 % НВ в слое 0,4 м), от 1678 до 1920 м³/га на варианте 3 (70 % НВ в слое 0,4 м), от 1650 до 1825 м³/га на варианте 4 (70 % НВ в слое 0,6 м) и от 1896 до 2036 м³/га на варианте 5 (80 % НВ в слое 0,4 м до цветения и 80 % НВ в слое 0,6 м после цветения). На варианте без орошения суммарное водопотребление варьировало от 1248 до 1479 м³/га.

Суммарное водопотребление на вариантах опыта было различным ввиду различных условий влагообеспеченности в течение вегетации овощного гороха. Основную долю суммарного водопотребления 38–56 % составляет оросительная норма. Осадки составляют от 45 % на варианте 4, до 37 % – на варианте 2.

В среднем за три года исследований наибольшее суммарное водопотребление было на варианте 2 (80 % НВ в слое 0,4 м) и составила 2142 м³/га, что

на 255 м³/га больше, чем на контроле. Но на этом варианте получена более высокая урожайность 9,8 т/га, и коэффициент водопотребления составил 218,6 м³/т.

На контрольном варианте водопотребление в среднем составило за 2003–2005 гг. 1987 м³/га при урожайности 8,8 т/га и коэффициент водопотребления – 225,8 м³/т (таблица 7.16).

На варианте без орошения коэффициент водопотребления был значительно выше, на 48,3 %, чем на орошаемых вариантах, а суммарное водопотребление из-за недостатка влаги было соответственно ниже на 30 %, чем на контроле.

На варианте 5 (80 % НВ в слое 0,4 м до цветения и 80 % НВ в слое 0,6 м после цветения) суммарное водопотребление в среднем за три года составило 2062 м³/га, и коэффициент водопотребления здесь равнялся 226,6 м³/т.

На вариантах со снижением влажности почвы до 70 % НВ в слое 0,4 м и 70 % НВ в слое 0,6 м суммарное водопотребление было меньше 1781 и 1746 м³/га, но коэффициент водопотребления возрос до 240,7 и 249,5 м³/т соответственно, за счет снижения урожайности.

Анализируя данные по суммарному водопотреблению, можно сделать вывод, что на урожайность овощного гороха оказывают влияние не только количественные показатели оросительной нормы, но и условия увлажнения года, и продолжительность периодов вегетации.

Водопотребление овощного гороха в течение вегетации неодинаково. Для определения оптимального режима орошения важно знать критические фазы, суммарный расход воды растениями в основные фазы роста и среднесуточное потребление влаги (таблица 7.17).

В начале вегетации, в фазы всходы – ветвление водопотребление ниже и составляет 10,3–12,9 % от суммарного потребления воды, что составляет 10–12 м³/га в сутки. В фазы ветвление – цветение расходуется 14,5–18,7 % влаги, а в фазы цветение – налив бобов – 12,5–20,7 % суммарного водопотребления (рисунок 7.4).

Таблица 7.17 – Водопотребление овощного гороха по фазам роста в зависимости от режима орошения, в среднем за 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Период роста									
	Всходы – ветвление		Ветвление – цветение		Цветение – налив бобов		Налив бобов – созревание		Всходы – созревание	
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%
1) 80 % НВ в слое 0,6 м	201,9	10,7	352,9	18,7	343,4	18,2	988,8	52,4	1887	100
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	242,0	11,3	389,8	18,2	409,1	19,1	1101,0	51,4	2142	100
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	183,4	10,3	331,3	18,6	361,5	20,3	904,7	50,8	1781	100
4) 70 % НВ в слое 0,6 м	183,3	10,5	253,2	14,5	361,4	20,7	948,1	54,3	1746	100
5) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, 80 % НВ в слое 0,6 м	219,7	11,2	359,0	18,3	357,1	18,2	1026,1	52,3	1962	100
6) Без орошения	172,3	12,9	208,4	15,6	167,0	12,5	788,2	59	1336	100

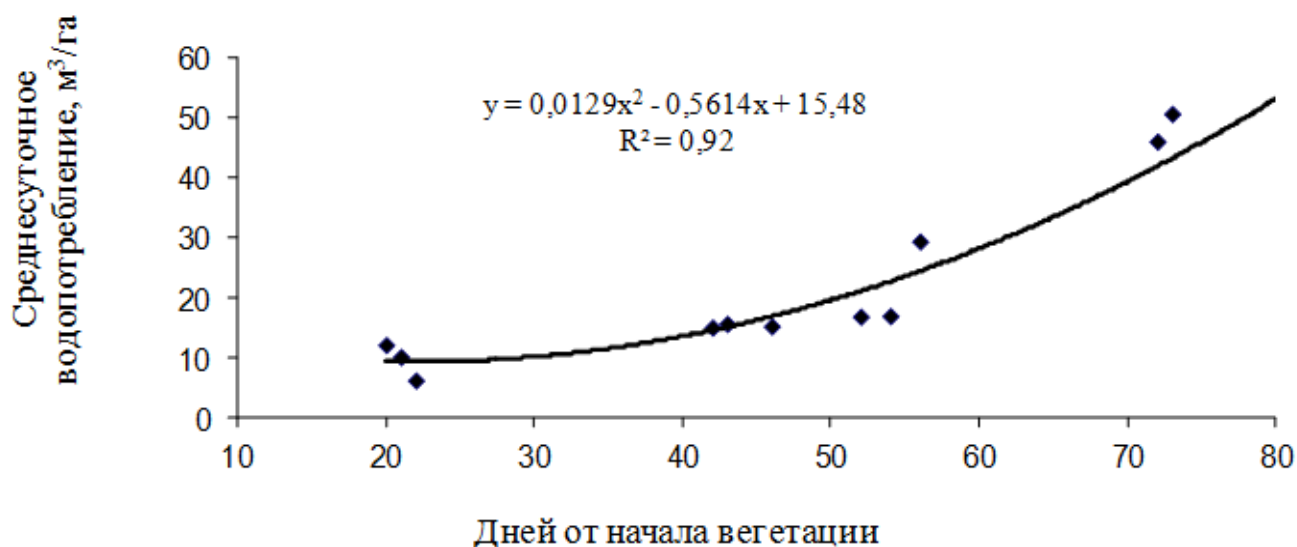


Рисунок 7.4 – Динамика изменения среднесуточного водопотребления овощного гороха, 2003–2005 гг.

Из анализа данных видно, что среднесуточное водопотребление максимально в фазы налива бобов – созревания, как на контрольном варианте, так и на других вариантах, и составляет 35–40 м³/га в сутки. На этот период приходится 50–59 % суммарного водопотребления.

Таким образом, наиболее оптимальным режимом орошения является вариант с поддержанием влажности почвы в слое 0,4 м не ниже 80 % НВ, где была получена наибольшая урожайность, в среднем за три года исследований она составила 9,8 т/га. Суммарное водопотребление овощного гороха составляет при орошении 1746–2142 м³/га, а без орошения около 1330 м³/га. Более экономно влага используется на варианте 2, где на создание 1 т урожая овощного гороха расходуется 218,6 м³/т воды против 318,1 м³/га на варианте без орошения.

7.1.3 Продуктивность овощного гороха в зависимости от доз минеральных удобрений при различной влагообеспеченности

В засушливых условиях юга России обеспеченность растений влагой и питательными веществами является основным фактором, определяющим темпы роста и накопление сухого вещества в зависимости от доз удобрений и условий

увлажнения, изменяется динамика накопления массы сухого вещества в течение вегетационного периода.

Динамика изменения высоты растений овощного гороха в течение вегетационного периода в среднем за 2003–2005 гг. приводятся в таблице 7.18 и на рисунке 7.5.

Таблица 7.18 – Динамика изменения высоты растений овощного гороха в зависимости от питательного режима и влагообеспеченности, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Дней от начала вегетации				
	24	38	54	63	74
Без орошения					
1) Без удобрений	10,0	15,3	22,8	39,9	51,8
2) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	12,4	19,1	28,4	49,7	64,6
3) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	13,6	20,9	31,2	54,6	71,0
4) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	15,4	23,7	35,2	61,7	80,2
80 % НВ в слое 0,6 м					
5) Без удобрений	12,3	18,8	28,0	49,1	63,9
6) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	15,3	23,5	34,9	61,2	79,6
7) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин (контроль)	16,8	25,8	38,4	67,3	87,5
8) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	19,0	29,2	43,4	76,0	98,9
70 % НВ в слое 0,4 м					
9) Без удобрений	11,0	17,0	25,3	44,3	57,5
10) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	13,8	21,2	31,5	55,2	71,7
11) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	15,1	23,2	34,6	60,6	78,8
12) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	17,1	26,3	39,1	68,5	89,1

Из таблицы 7.18 видно, что наиболее интенсивный рост растений овощного гороха отмечался до фазы образования бобов. В зависимости от удобрений и условий влагообеспеченности, высота растений в это время составила: на варианте 1 (без орошения и удобрений) – 51,8 см, без орошения при внесении N₄₀P₁₂₅K₀ + ризоторфин – 64,6 см; при внесении N₅₀P₁₅₅K₀ + ризоторфин – 71 см; а на варианте

8 с внесением $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин – 80,2 см; на режиме орошения 80 % НВ в слое 0,6 м соответственно 63,9; 79,6; 87,5 и 98,9 см.

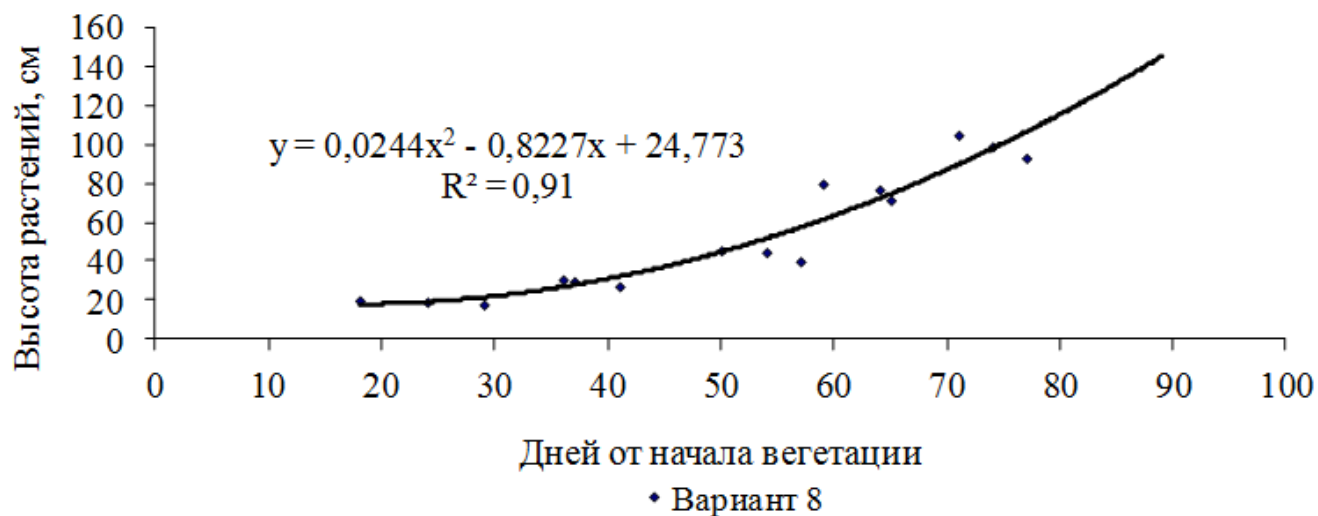


Рисунок 7.5 – Динамика высоты растений, вариант 8, среднее за 2003–2005 гг.

То есть наибольший рост растений овощного гороха отмечался при режиме орошения 80 % НВ в слое 0,6 м с внесением расчетной дозы удобрений.

Такая же тенденция сохранилась и на варианте с режимом орошения 70 % НВ в слое 0,4 м, где высота растений на варианте без удобрений составила 57,5 см, при внесении $N_{40}P_{125}K_0$ + ризоторфин высота растений была в среднем за 2003–2005 гг. 71,7 см, на варианте с внесением $N_{50}P_{155}K_0$ + ризоторфин высота растений составила 78,8 см, а на варианте с дозой удобрений $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин высота растений была 89,1 см.

Как видно из приведенных данных, на всех режимах увлажнения наибольшая высота растений овощного гороха наблюдалась на вариантах с внесением расчетной дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин и составляла к концу вегетации 80,2; 98,9 и 89,1 см; несколько ниже рост растений был на вариантах с внесением $N_{50}P_{155}K_0$ + ризоторфин и был равен 71,0; 87,5 и 78,8 см.

Данные по накоплению сухой массы растений овощного гороха в течение вегетационного периода за 2003–2005 гг. приводятся в таблице 7.19 и на рисунке 7.6.

Таблица 7.19 – Динамика накопления сухой массы овощного гороха в зависимости от питательного режима и влагообеспеченности, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Дней от начала вегетации				
	24	38	54	63	74
Без орошения					
1) Без удобрений	56,0	127,5	242,9	376,8	471,0
2) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	69,9	158,9	302,8	469,7	587,1
3) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	76,8	174,7	332,8	516,2	645,2
4) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	86,8	197,4	376,0	583,3	729,0
80 % в слое 0,6 м					
5) Без удобрений	69,1	157,1	299,3	464,3	580,3
6) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	86,1	195,8	373,1	578,8	723,4
7) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин (контроль)	94,6	215,2	410	636	794,9
8) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	106,9	243,2	463,3	718,7	898,2
70 % в слое 0,4 м					
9) Без удобрений	62,2	141,5	269,6	418,3	522,8
10) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	77,6	176,4	336,1	521,4	651,7
11) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	85,2	193,9	369,4	573,0	716,1
12) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	96,3	219,1	417,4	647,5	809,2

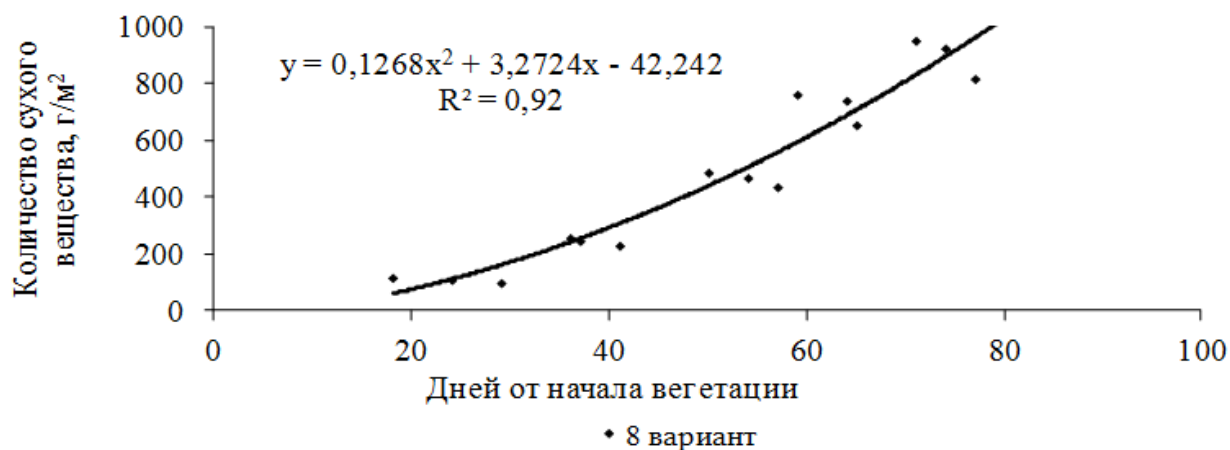


Рисунок 7.6 – Динамика накопления сухой массы, среднее за 2003–2005 гг.

Как видно из приведенных данных, наиболее интенсивное накопление сухой массы в годы исследований отмечалось, начиная с фазы начала налива бобов, достигая максимума в период технической спелости. Самые высокие показатели отмечались на вариантах 6, 7 и 8 с расчетными дозами минеральных удобрений и на режиме орошения 80 % в слое 0–0,6 м и составляли в фазу технической спелости в среднем за 2003–2005 гг. 723,4; 794,9 и 898,2 г/м² или 7,2; 7,9 и 9 т/га сухой биомассы, соответственно.

При внесении расчетных доз минеральных удобрений на фоне режима орошения 70 % в слое 0,4 м эти показатели были несколько меньше и составляли соответственно 651,7; 716,1 и 809,2 г/м².

Самые низкие показатели отмечались на варианте без удобрений и без орошения. Сухая масса здесь составила 471 г/м² или 4,7 т/га. На вариантах 5 и 9 без удобрений при режимах орошения 80 % в слое 0,6 м и 70 % в слое 0,4 м эти показатели возрастают до 580,3 и 522,8 г/м² соответственно.

Накопление сухих веществ оказало влияние на площадь листовой поверхности. Наблюдения за динамикой нарастания листовой поверхности в течение вегетационного периода в среднем за 2003–2005 гг. приводятся в таблице 7.20.

Таблица 7.20 – Динамика нарастания листовой поверхности овощного гороха в зависимости от питательного режима и влагообеспеченности, 2003–2005 гг.

В тыс. м²/га

Вариант опыта	Дней от начала вегетации				
	24	38	54	63	74
1	2	3	4	5	6
Без орошения					
1) Без удобрений	1,9	7,1	10,4	14,4	15,0
2) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	2,4	8,9	13,0	17,9	18,7
3) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	2,7	9,8	14,3	19,7	20,6
4) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	3,0	11,1	16,2	22,3	23,3
80 % НВ в слое 0,6 м					
5) Без удобрений	2,4	8,8	12,8	17,7	18,5

Продолжение таблицы 7.20

1	2	3	4	5	6
6) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	3,0	11,0	16,0	22,1	23,1
7) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин (контроль)	3,3	12,1	17,6	24,3	25,4
8) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	3,7	13,7	19,9	27,5	28,7
70 % НВ в слое 0,4 м					
9) Без удобрений	2,2	7,9	11,5	15,9	16,7
10) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	2,7	9,9	14,4	19,9	20,8
11) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	3,0	10,9	15,9	21,9	22,9
12) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	3,3	12,3	17,9	24,8	25,9

Из таблицы 7.20 и рисунка 7.7 видно, что наиболее интенсивно прирост листовой поверхности отмечался в фазу налива бобов и технической спелости. В зависимости от вида удобрений и условий влагообеспеченности количество листовой поверхности овощного гороха в это время составило: на варианте 1 без орошения и удобрений – 15 тыс. м²/га; на варианте без орошения при внесении N₄₀P₁₂₅K₀ + ризоторфин – 18,7 тыс. м²/га; при внесении расчетной дозы минеральных удобрений N₅₀P₁₅₅K₀ + ризоторфин – 20,6 тыс. м²/га; а без удобрений и при внесении N₆₀P₁₈₆K₀ + ризоторфин листовая поверхность в фазу технической спелости составила 23,3 тыс. м²/га.

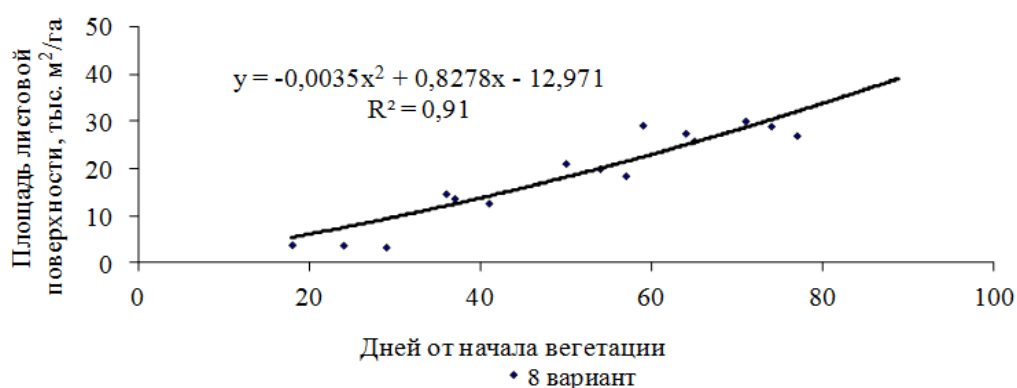


Рисунок 7.7 – Динамика нарастания листовой поверхности, вариант 8, среднее за 2003–2005 гг.

На вариантах с режимом орошения 80 % НВ в слое 0,6 м в среднем за 2003–2005 гг. площадь листовой поверхности была соответственно 18,5; 23,1; 25,4 и 28,7 тыс. м²/га.

То есть наибольшая площадь листовой поверхности была на варианте 8 при внесении $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин. Такая же тенденция сохранилась и на варианте с режимом орошения 70 % НВ в слое 0,4 м, где площадь листовой поверхности составила 16,7; 20,8; 22,9 и 25,9 тыс. м²/га соответственно.

Продуктивность овощного гороха в зависимости от удобрений и орошения в среднем за 2003–2005 гг. приводится в таблице 7.21.

Таблица 7.21 – Урожайность овощного гороха в зависимости от удобрений и влагообеспеченности, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Урожай- жай- ность, т/га	Прибавка			
		от орошения		от удобрений	
		т/га	%	т/га	%
Без орошения					
1) Без удобрений	3,47	–	–	–	–
2) $N_{40}P_{125}K_0$ + ризоторфин	3,9	–	–	0,43	12,4
3) $N_{50}P_{155}K_0$ + ризоторфин	4,2	–	–	0,73	21
4) $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин	4,87	–	–	1,4	28,7
80 % НВ в слое 0,6 м					
5) Без удобрений	4,71	1,24	35,7	–	–
6) $N_{40}P_{125}K_0$ + ризоторфин	7,74	3,84	98,5	3,03	64,3
7) $N_{50}P_{155}K_0$ + ризоторфин (кон- троль)	8,8	4,6	109,5	4,09	86,8
8) $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин	10,1	5,23	107,4	5,39	114,4
70 % НВ в слое 0,4 м					
9) Без удобрений	4,16	0,69	19,9	–	–
10) $N_{40}P_{125}K_0$ + ризоторфин	6,32	2,42	62,1	2,16	51,9
11) $N_{50}P_{155}K_0$ + ризоторфин	7,4	3,2	76,2	3,24	77,9
12) $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин	8,11	3,24	66,5	3,95	95
НСР ₀₅	1,31–1,74				

Как показывают данные таблицы 7.21 в среднем за 2003–2005 гг. расчетная норма минеральных удобрений $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин при режиме орошения 80 % НВ в слое 0,6 м обеспечила максимальный урожай зерен овощного гороха –

10,1 т/га. Прибавка от орошения составила 5,23 т/га или 107,4 %, от удобрений – 5,39 т/га или 114,4 %. Несколько ниже была урожайность на контроле, прибавка от орошения составила 4,6 т/га или 109,5 %, от удобрений – 4,09 т/га или 86,8 %. При внесении дозы минеральных удобрений $N_{40}P_{125}K_0$ + ризоторфин на варианте с влажностью почвы в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ прибавка от орошения составила 3,84 т/га или 98,5 %, а от внесения удобрений 3,03 т/га или 64,3 %. На варианте без удобрений прибавка от орошения составила 1,24 т/га или 35,7 %.

На варианте с режимом орошения 70 % НВ в слое 0,4 м при внесении $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин прибавка от орошения была 3,24 т/га или 66,5 %, от внесения удобрений – 3,95 т/га или 95 %; на варианте с внесением $N_{50}P_{155}K_0$ + ризоторфин прибавка от орошения составила в среднем за 2003–2005 гг. – 3,2 т/га или 76,2 %, от внесения удобрений 3,24 т/га или 77,9 %; на варианте, где было внесено $N_{40}P_{125}K_0$ + ризоторфин прибавка от орошения – 2,42 т/га, что составляет 62,1 %, от удобрений 2,16 т/га – 51,9 %; на варианте без удобрений прибавка от орошения составила 0,69 т/га или 19,9 %

Самая низкая урожайность была на вариантах без орошения и удобрений и составила 3,47 т/га. Прибавка от внесения $N_{40}P_{125}K_0$ + ризоторфин составила 0,43 т/га или 12,4 %; на варианте с дозой удобрений $N_{50}P_{155}K_0$ + ризоторфин – 0,73 т/га или 28,7 %; а на варианте, где было внесено $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин – 1,4 т/га или 28,7 %.

Далее рассмотрим данные по суммарному водопотреблению и коэффициенту водопотребления овощного гороха в зависимости от питательного режима и влагообеспеченности. Эти данные представлены в таблице 7.22.

Анализ таблицы 7.22 показывает, что суммарное водопотребление меняется в зависимости от водного и питательного режимов. Наименьшее суммарное водопотребление наблюдалось на варианте 1 (без орошения) 1117–1408 м³/га, а на варианте 8 с режимом орошения 80 % НВ в слое 0,6 м на фоне минеральных удобрений было максимальным 1811–2134 м³/га, что на 15 % выше, чем на варианте 12 с влажностью почвы 70 % НВ в слое 0,4 м и на 51 % выше, чем на варианте 4 (без орошения).

Таблица 7.22 – Водопотребление овощного гороха в зависимости от влагообеспеченности и удобрений, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Суммарное водопотребление, м ³ /га	В том числе оросительная норма, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Без орошения				
1) Без удобрений	1117	–	3,47	322
2) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	1219	–	3,9	312,6
3) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	1322	–	4,2	314,8
4) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	1408	–	4,87	289,1
80 % НВ в слое 0,6 м				
5) Без удобрений	1415	980	4,71	300,4
6) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	1811	980	7,74	234
7) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин (контроль)	1887	980	8,8	214,5
8) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	2134	980	10,1	211,3
70 % НВ в слое 0,4 м				
9) Без удобрений	1296	720	4,16	311,5
10) N ₄₀ P ₁₂₅ K ₀ + ризоторфин	1634	720	6,32	258,5
11) N ₅₀ P ₁₅₅ K ₀ + ризоторфин	1705	720	7,4	230,4
12) N ₆₀ P ₁₈₆ K ₀ + ризоторфин	1843	720	8,11	227,3

На величину коэффициента водопотребления непосредственно повлияла урожайность овощного гороха. На варианте 1 (без орошения и без удобрений) коэффициент водопотребления был самым высоким и составил 322 м³/т; на варианте 2 с нормой внесения N₄₀P₁₂₅K₀ + ризоторфин – 312,6–322 м³/т; на вариантах 3 и 4 N₅₀P₁₅₅K₀ + ризоторфин и N₆₀P₁₈₆K₀ + ризоторфин – 314,8 и 289,1 м³/т соответственно.

Расход воды на получение 1 т овощного гороха на вариантах 5, 6, 7 и 8 с внесением минеральных удобрений при режиме орошения 80 % НВ в слое 0,6 м был наименьшим и составил 300,4; 234,0; 214,5 и 211,3 м³/т соответственно.

На варианте 12 с влажностью почвы в слое 0,4 м не ниже 70 % коэффициент водопотребления был несколько выше, чем на варианте 8 с влажностью почвы

80 % НВ в слое 0,6 м и составил 311,5; 258,5; 230,4 и 227,3 м³/т соответственно.

С применением минеральных удобрений коэффициент водопотребления уменьшается по сравнению с вариантом без удобрений. При улучшении условий влагообеспеченности общий расход воды на формирование 1 т урожая овощного гороха также снижается: коэффициент водопотребления при дозе минеральных удобрений N₆₀P₁₈₆K₀ + ризоторфин превысил тот же показатель на варианте с режимом орошения 80 % НВ в слое 0,6 м на 77,8 м³/т, что составило 37 %, на режиме орошения 70 % НВ в слое 0,4 м – 61,8 м³/т или 27 %.

По результатам исследований отзывчивость овощного гороха на внесение удобрений в условиях разных режимов орошения проявляется следующим образом: эффективность орошения и удобрений повышается от их совместного действия. При этом наибольшее влияние проявляется при влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1 В засушливых условиях Ростовской области орошение является одним из определяющих факторов, обеспечивающим получение гарантированно высоких урожаев овощного гороха на уровне 8–10 т/га, что в 2–2,5 раза больше, чем без орошения.

2 Орошение создает более благоприятные условия для роста и развития растений овощного гороха, что подтверждается увеличением выживаемости растений на 8–29 %, вегетационного периода на 1–5 дней, линейного роста на 15–18 см, накоплением сухого вещества на 70–300 г/м², площади листовой поверхности на 1,4–4,8 тыс. м²/га.

3 Наиболее благоприятный режим орошения овощного гороха создается при поддержании влажности почвы в слое 0,4 м выше 80 % НВ в течение всей вегетации, где была получена самая высокая урожайность 10,1 т/га. Для этого необходимо провести в среднем 4 полива поливной нормой 300 м³/га и оросительной нормой 1200 м³/га.

4 Наиболее эффективно влага используется при поддержании влажности почвы в слое 0,4 м выше 80 % НВ, где коэффициент водопотребления был наибо-

лее низким и составил 214,5 м³/т.

5 Применение инокуляции семян ризоторфином на фоне оптимального режима орошения позволяет снизить расчетную дозу азотных удобрений на 60–70 %, дефицит которых восполняется за счет симбиоза клубеньковых бактерий и овощного гороха.

6 Урожайность зеленых зерен овощного гороха от совместного применения орошения при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м и расчетной дозы минеральных удобрений N₆₀P₁₈₆K₀ + ризоторфин увеличилась в 2,9 раза и составила 10,1 т/га, против 3,47 т/га на варианте без орошения и удобрений, прибавка от орошения составила 107,1 % и от удобрений – 114 %.

7.1.4 Продуктивность гибридов сахарной кукурузы в зависимости от срока посева

В настоящее время в нашей стране большую популярность получила такая культура как сахарная кукуруза. Основное ее назначение это использование ее в свежем виде и консервирование. При использовании ее в свежем виде основная задача при возделывании – это получение как можно раннего урожая, а при консервировании – это предоставление сырья для консервных заводов как можно дольше по времени. Сахарная кукуруза в фазе технической спелости находится не более 8–10 дней и поэтому необходимо за счет подбора гибридов различных групп спелости и сроков посева регулировать конвейер поставки сырья на консервные заводы. Поэтому нами были проведены исследования по изучению сроков посева гибридов сахарной кукурузы различных групп спелости нашей и зарубежной селекции. Наши исследования, проведенные в 2003–2005 гг. показали, что в зависимости от срока посева изменяется и продолжительность вегетации растений (таблица 7.23).

Из приведенных данных видно, что при более поздних сроках посева период вегетации сокращается до 71 дня у раннеспелых сортов и до 82–90 у среднепоздних сортов сахарной кукурузы. Но, при посеве в первой декаде июля процесс созревания

ния початков происходит осень, когда среднесуточная температура воздуха снижается и тем самым происходит увеличение длины вегетационного периода.

Таблица 7.23 – Продолжительность вегетации гибридов сахарной кукурузы в зависимости от срока посева

Гибрид	Срок посева				
	I (25 апреля – 5 мая) (к)	II (20–30 мая)	III (5–10 июня)	IV (20–25 июня)	V (1–5 июля)
Спирит	75	74	72	71	73
Утренняя песня	75	75	73	71	72
Краснодарский Ахарный 250 СВ	78	76	75	73	75
Роялти	87	86	83	82	85
Бонус	95	93	91	90	94

Для получения стабильных урожаев сахарной кукурузы высокого качества необходимо производить уборку початков в оптимальные сроки. Для консервной промышленности оптимальная влажность сахарной кукурузы в фазе технической спелости наступает при влажности 72–74 %. При перезревании зерно грубеет, теряет питательные вещества и снижает пищевую ценность сырья для консервной промышленности. Поэтому необходимо согласовывать график уборки сырья и его переработки на консервном заводе. Для оптимизации этого процесса необходимо высевать несколько гибридов сахарной кукурузы различных групп спелости в несколько сроков и уборку начинать на 2–3 дня раньше наступления технической спелости. Для составления плана графика уборки сахарной кукурузы, необходимо знать какое количество времени тот или иной сорт находится в фазе технической спелости.

В таблице 7.24 представлена продолжительность нахождения гибридов сахарной кукурузы различных групп спелости в оптимальной фазе для ее уборки.

Из приведенных данных видно, что наиболее продолжительно в фазе технической спелости находится сорт Бонус от 11 дней при втором сроке посева до 14 при пятом. Ранние сорта сахарной кукурузы Спирит и Утренняя песня менее всего находятся в фазе технической спелости от 7 до 10 дней. При первом сроке по-

сева все испытываемые сорта быстрее проходили фазу технической спелости, это связано с тем, что в это время температура воздуха была наибольшей. При более позднем сроке посева происходит увеличение этой фазы, так как температура снижается.

Таблица 7.24 – Продолжительность уборки гибридов сахарной кукурузы в зависимости от срока посева

Гибрид	Срок посева				
	I (25 апреля – 5 мая) (к)	II (20–30 мая)	III (5–10 июня)	IV (20–25 июня)	V (1–5 июля)
Спирит	7	8	8	8	10
Утренняя песня	8	8	9	9	10
Краснодарский сахарный 250 СВ	10	10	10	11	11
Роялти	11	11	11	11	13
Бонус	11	11	12	12	14

Изучение биологических особенностей гибридов сахарной кукурузы различных групп спелости, дает возможность более рационально подбирать гибриды для наиболее благоприятных сроков посева.

Одним из наиболее важных показателей является накопление абсолютно сухого вещества растений, полученными при различных сроках посева, которые представлены в таблице 7.25.

Таблица 7.25 – Масса абсолютно сухого вещества растений сахарной кукурузы при различных сроках посева, 2003–2005 гг.

Гибрид	Срок посева				
	I (25 апреля – 5 мая) (к)	II (20–30 мая)	III (5–10 июня)	IV (20–25 июня)	V (1–5 июля)
Спирит	15,8	16,2	15,1	14,2	13,6
Утренняя песня	16,1	16,5	15,8	14,3	14,4
Краснодарский сахарный 250 СВ	19,3	19,7	18,8	17,5	16,2
Роялти	21,7	22,3	20,5	19,3	18,5
Бонус	22,5	23,1	21,5	20,2	19,4

Наши исследования показали, что наибольшая масса сухого вещества надземной части растений получена на позднеспелых сортах. Самая высокая продуктивность наблюдалась у среднеспелого сорта Бонус и варьировала от 19,4 до 23,1 т/га сухого вещества на гектар. В зависимости от сроков посева наибольшие показатели были получены при посеве сахарной кукурузы в 3 декаде мая на всех испытываемых сортах. Наименьшая масса – при V сроке посева.

Различные сорта имеют различную высоту растений, которая зависит, прежде всего, от генетически заложенных морфологических особенностей сорта или гибрида, а также от агроклиматических условий, питательного и водного режимов и от многих других факторов. Высота растений гибридов различной группы спелости представлена в таблице 7.26.

Таблица 7.26 – Высота растений сахарной кукурузы при различных сроках посева, 2003–2005 гг.

Гибрид	Срок посева				
	I (25 апреля – 5 мая) (к)	II (20–30 мая)	III (5–10 июня)	IV (20–25 июня)	V (1–5 июля)
Спирит	191	197	188	184	180
Утренняя песня	202	210	198	195	188
Краснодарский сахарный 250 СВ	217	223	215	212	207
Роялти	227	231	222	217	212
Бонус	240	245	237	232	228

Анализ таблицы 7.26 показал, что высота растений отличалась не только по сортам, но и по срокам посева. Более благоприятные условия сложились при втором сроке посева, где растения имели наибольшую высоту. У гибрида Бонус она составила 245 см, что на 6–24,3 % больше, чем у других гибридов.

Аналогичные показатели были получены и по площади листовой поверхности, которые представлены в таблице 7.27.

Площадь листовой поверхности изменялась от 30,7–38,9 на сорте Спирит, до 38,9–48,4 тыс. м²/га. Как и высота растений, наибольшая площадь листовой поверхности была получена на втором сроке посева.

Таблица 7.27 – Площадь листовой поверхности сахарной кукурузы при различных сроках посева, 2003–2005 гг.

В тыс. м²/га

Гибрид	Срок посева				
	I (25 апреля – 5 мая) (к)	II (20–30 мая)	III (5–10 июня)	IV (20–25 июня)	V (1–5 июля)
Спирит	37,3	38,9	36,3	35,1	30,7
Утренняя песня	39,5	41,5	38,2	37,2	32,1
Краснодарский сахарный 250 СВ	42,4	44,1	41,5	40,4	35,3
Роялти	44,4	45,6	42,8	41,3	36,2
Бонус	46,9	48,4	45,7	44,2	38,9

Показатели продуктивности оказали непосредственное влияние и на урожайность зерна и товарных початков гибридов сахарной кукурузы (таблицы 7.28, 7.29).

Таблица 7.28 – Урожайность товарных початков сахарной кукурузы при различных сроках посева, 2003–2005 гг.

В т/га

Гибрид	Срок посева				
	I (25 апреля – 5 мая) (к)	II (20–30 мая)	III (5–10 июня)	IV (20–25 июня)	V (1–5 июля)
Спирит	18,6	19,5	17,5	15,7	14,8
Утренняя песня	19,7	20,7	18,5	16,6	15,4
Краснодарский сахарный 250 СВ	21,2	22,0	20,0	18,1	17,0
Роялти	22,1	22,8	20,7	18,5	17,4
Бонус	23,4	24,2	22,1	19,8	18,7

Таблица 7.29 – Урожайность зерна сахарной кукурузы технической спелости при различных сроках посева, 2003–2005 гг.

В т/га

Гибрид	Срок посева				
	I (25 апреля – 5 мая) (к)	II (20–30 мая)	III (5–10 июня)	IV (20–25 июня)	V (1–5 июля)
1	2	3	4	5	6
Спирит	11,7	12,5	10,6	9,8	8,8
Утренняя песня	12,4	13,4	11,2	10,3	9,2

Продолжение таблицы 7.29

1	2	3	4	5	6
Краснодарский сахарный 250 СВ	13,3	14,2	12,2	11,2	10,2
Роялти	13,9	14,7	12,6	11,5	10,4
Бонус	14,7	15,6	13,4	12,3	11,2
НСР, т	0,2				

Показатели продуктивности при посеве в 1 и 2 декаде июня были ниже контрольного варианта на 6–20 %. Самая низкая урожайность была получена у всех гибридов сахарной кукурузы на V сроке посева и варьировала от 14,8 у раннеспелого гибрида Спирит до 18,7 т/га товарных початков у среднепозднего сорта Бонус, и соответственно 8,8 и 11,2 т/га зерна.

Наибольшая урожайность была получена при посеве сахарной кукурузы в третьей декаде мая, что свидетельствует о том, что этот срок посева является оптимальным при возделывании сахарной кукурузы.

Накопление сухого вещества гибридами сахарной кукурузы является комплексным показателем потенциальной урожайности. Для этого нами были изучены динамика и темпы накопления сухого вещества раннеспелого сорта Спирит и среднераннего сорта Роялти различного срока посева (таблица 7.30).

Таблица 7.30 – Динамика и темпы накопления абсолютно сухого вещества гибридов сахарной кукурузы при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Гибрид	Срок посева	Дней от начала вегетации					Полная спелость
		7	34	61	73	81	
1	2	3	4	5	6	7	8
Накопление сухого вещества, г/м ²							
Спирит	I	52	607	1417	1868	–	1883
Спирит	V	56	624	1403	1734	–	1784
Роялти	I	58	674	1584	1954	2012	2124
Роялти	V	61	691	1567	1891	1976	2088
Темпы накопления сухого вещества, г/м ² в сут							
Спирит	I	7,4	20,6	30,0	37,6	–	–

Продолжение таблицы 7.30

1	2	3	4	5	6	7	8
Спирит	V	8,0	21,0	28,9	27,6	–	–
Роялти	I	8,3	22,8	33,7	30,8	7,3	–
Роялти	V	8,7	23,3	32,4	27,0	10,6	–

Исследования показали, что в зависимости от скороспелости гибрида и срока посева изменяются показатели накопления абсолютно сухого вещества, более раннеспелые сорта и более поздние сроки посева имеют меньшую продуктивность. Наибольшие показатели накопления сухого вещества получены у гибрида Роялти при первом сроке посева и составили 2124 г/м². Темпы накопления сухого вещества также неодинаковы, с увеличением продолжительности вегетационного периода увеличиваются и темпы его накопления, достигая максимума к периоду созревания.

Для определения потенциальной урожайности большое влияние оказывает и динамика изменения высоты растений, которая представлена в таблице 7.31.

Таблица 7.31 – Динамика изменения высоты растений сахарной кукурузы при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Гибрид	Срок посева	Дней от начала вегетации					Полная спелость
		7	34	61	73	81	
Высота растений, см							
Спирит	I	15	132	179	187	–	188
Спирит	V	17	136	169	176	–	181
Роялти	I	19	144	212	219	224	226
Роялти	V	21	149	208	212	214	215
Суточный прирост, см/сут							
Спирит	I	2,1	4,3	1,7	0,7	–	–
Спирит	V	2,4	4,4	1,2	0,6	–	–
Роялти	I	2,7	4,6	2,5	0,6	0,6	–
Роялти	V	3,0	4,7	2,2	0,3	0,3	–

Анализируя данные таблицы 7.31 видно, что в начальные периоды на пятом сроке посева у обоих сортов показатели высоты растений были больше, чем на первом. Но далее его темпы снизились и на 61-й день высота растений на первом сроке, а уже превосходила пятый срок посева. В конце вегетации высота растений на первом сроке посева составила 188 и 226 см у гибридов Спирит и Роялти соответственно, что на 3,9–5,1 % больше, чем у первого срока посева.

Для более полного изучения гибридов сахарной кукурузы при различных сроках посева нами была изучена динамика нарастания листовой поверхности и темпы ее прироста, которая представлена в таблице 7.32.

Таблица 7.32 – Динамика нарастания площади листовой поверхности гибридов сахарной кукурузы при разных сроках посева, в среднем за 2003–2005 гг.

Гибрид	Срок посева	Дней от начала вегетации					Полная спелость
		7	34	61	73	81	
Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га							
Спирит	I	2,2	30,8	40,1	42,6	–	42,8
Спирит	V	2,3	31,1	39,2	41,7	–	41,8
Роялти	I	2,4	28,4	43,5	45,2	46,7	46,8
Роялти	V	2,5	29,9	42,4	43,2	44,9	45,1
Суточный прирост, тыс. м ² /га							
Спирит	I	0,3	1,1	0,3	0,2	–	–
Спирит	V	0,3	1,1	0,3	0,2	–	–
Роялти	I	0,3	1,0	0,6	0,1	0,2	–
Роялти	V	0,4	1,0	0,5	0,1	0,2	–

Из данных таблицы 7.32 можно сделать следующий вывод: динамика нарастания листовой поверхности зависит от срока посева. При летнем сроке посева площадь листовой поверхности сахарной кукурузы в начальные фазы роста значительно опережает растения посеянные весной. Так, на 34-й день после начала вегетации она составила у гибрида Роялти на пятом сроке посева 29,9 тыс. м²/га, что на 5,3 % больше, чем на первом сроке посева. Аналогичная ситуация наблюдается и у гибрида Спирит. Но к концу вегетации темпы прироста листовой поверхности на втором сроке посева увеличиваются, и площадь ее становится на 2–2,5 % боль-

ше, чем на пятом сроке посева. Это связано с тем, что на пятом сроке посева происходит снижение температуры и замедляется прирост листовой поверхности.

При возделывании сельскохозяйственных культур в зоне неустойчивого увлажнения важное значение на орошаемых землях имеет эффективное использование оросительной воды, которое характеризуется суммарным водопотреблением и коэффициентом водопотребления. Водопотребление гибридов сахарной кукурузы различной группы спелости представлено в таблице 7.33.

Таблица 7.33 – Водопотребление гибридов сахарной кукурузы различной группы спелости, в среднем за 2003–2005 гг.

Гибрид	Срок посева	Использование влаги из почвы, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Спирит	I	628	1380	2200	4208	11,7	359,7
Спирит	V	641	1380	1800	4221	8,8	434,2
Роялти	I	458	1570	2500	4528	13,9	325,8
Роялти	V	547	1570	2300	4417	10,4	424,7

Исследованиями было установлено, что суммарное водопотребление увеличивается с удлинением вегетационного периода с 4208 м³/га у гибрида Спирит до 4528 м³/га у Роялти. Коэффициент водопотребления при этом уменьшается с 359,7 м³/т у раннеспелого гибрида и до 325,8 м³/т у позднеспелого при первом сроке посева. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что при летнем сроке посева происходит повышение суммарного водопотребления до 2,5 %, но при этом влага расходуется менее продуктивно, коэффициент водопотребления увеличивается до 424,7–434,2 м³/т.

7.1.5 Режим орошения сахарной кукурузы

Для получения стабильно высоких урожаев сахарной кукурузы в зоне недостаточного увлажнения необходимо правильно регулировать влажность активно-

го слоя почвы. Выпадающие в период вегетации осадки, даже во влажные годы, не удовлетворяют потребности растений сахарной кукурузы во влаге. Особенно это сильно сказывается в критические фазы роста. Для пополнения дефицита влажности необходимо проводить вегетационные поливы. Поливные нормы, сроки проведения и количество поливов определяют режим орошения. Определение наиболее оптимального режима орошения является одной из актуальных задач при получении стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Поливные нормы, количество (кратность) поливов оросительная норма по вариантам исследований представлена в таблице 7.34.

Таблица 7.34 – Режим орошения сахарной кукурузы, 2003–2005 гг.

Год	Вариант опыта	Поливная норма, м ³ /га	Количество поливов, шт.	Оросительная норма, м ³ /га
2003	1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	6	2520
	2) 80 % НВ в слое 0,4 м	300	9	2700
	3) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	3	1980
	4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	300 420	7 1	2520
2004	1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	5	2100
	2) 80 % НВ в слое 0,4 м	300	8	2400
	3) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	2	1320
	4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	300 420	6 1	2220
2005	1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	5	2100
	2) 80 % НВ в слое 0,4 м	300	8	2400
	3) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	2	1980
	4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	300 420	6 1	2220
Среднее	1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	5,3	2230
	2) 80 % НВ в слое 0,4 м	300	8,3	2500
	3) 70 % НВ в слое 0,6 м	660	2,3	1540
	4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	300 420	6,3 1	2310

Анализ таблицы 7.34 показывает, что количество поливов по годам на вариантах исследования варьировало от 2 до 9. В среднесухом 2003 году ($\Gamma\text{TK} = 0,7$) по различным вариантам было проведено от 3 до 9 поливов, поливными нормами от 300 до 660 м³/га. Наибольшее количество поливов было проведено на варианте, где влажность в слое 0,4 м поддерживалась не ниже 80 % от НВ, наименьшее количество поливов – на варианте с влажностью почвы в слое 0,6 м не ниже 70 %.

На момент посева в 2003 году влажность почвы составила 90–91 % от НВ. Для поддержания заданного уровня влажности на контрольном варианте (80 % НВ в слое 0,6 м) потребовалось провести 6 поливов поливной нормой 420 м³/га. В конце вегетации влажность почвы составила 82,1 % НВ. На втором варианте режима орошения (80 % НВ в слое 0,4 м) было проведено 8 поливов нормой 300 м³/га, влажность почвы в конце вегетации овощного гороха составила 84,3 % от НВ.

Наименьшее количество поливов (три) проведено на третьем варианте режима орошения, поливной нормой 660 м³/га. На дифференцированном режиме орошения, где влажность почвы поддерживалась 80 % НВ в слое 0,4 м до фазы цветения и 80 % НВ в слое 0,6 м после цветения, нами было проведено 8 поливов нормами 300 м³/га и 420 м³/га соответственно. Влажность почвы на этом режиме орошения составила к концу вегетации сахарной кукурузы 78,3 %.

2004 год характеризовался как влажный, ΓTK по Селянинову составил 1,06. На варианте с влажностью почвы 80 % от НВ в слое 0,6 м было произведено 5 поливов поливной нормой 420 м³/га, а на варианте с влажностью почвы в слое 0,6 м не ниже 70 % потребовался всего 2 полива нормой 660 м³/га.

В 2004 году осадков выпало больше, но выпадали они неравномерно, поэтому для поддержания заданного порога увлажнения были проведены поливы. На момент посева влажность почвы составила 91–92 % от НВ.

Условия увлажнения вегетационного периода сахарной кукурузы в 2005 году характеризуются как средние, ΓTK составил 0,86. Восемь поливов было произведено на варианте 2 (80 % от НВ в слое 0,4 м), оросительная норма составила 2100 м³/га. Наименьшая оросительная норма была на варианте 3 (70 % НВ в слое 0,6 м), где было проведено 2 полива нормой 660 м³/га.

В среднем за годы исследований оросительная норма на контрольном варианте (80 % НВ в слое 0,6 м) составила 2230 м³/га. На втором варианте (80 % НВ в слое 0,4 м) – была выше на 260 м³/га. На третьем варианте (70 % НВ в слое 0,6 м) она была наименьшей и составила 1540 м³/га. При дифференцированном режиме орошения с поддержанием влажности почвы 80 % НВ в слое 0,4 м до фазы цветения и далее в слое 0,6 м после цветения оросительная норма составила 2310 м³/га. Кратность поливов была больше на варианте 2, где слой промачивания составил 0,4 м. С увеличением расчетного слоя до 0,6 м и предполивного порога 70 % НВ кратность поливов составила от 2,3 на варианте 3 до 5,3 на контроле. На всех вариантах опытов соблюдался заданный режим орошения согласно схеме опытов.

Высота растений сахарной кукурузы, как и всех сельскохозяйственных культур, является сортовым признаком, но может изменяться в зависимости от условий выращивания. Для определения оптимального режима орошения нами изучена динамика нарастания высоты растений при различных условиях увлажнения почвы, которая представлена в таблице 7.35 и рисунке 7.8.

Таблица 7.35 – Динамика изменения высоты растений сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения, гибрид Утренняя песня, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Дней от начала вегетации			
	7	34	61	73
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	17	136	178	185
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	18	139	187	193
3) 70 % НВ в слое 0,6 м	15	126	174	181
4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	17	135	177	184

В результате обработки данных нами получены зависимости характеризующие влияние условий увлажнения на динамику нарастания высоты растений сахарной кукурузы.

Проведенные исследования показали, что до фазы 5 листа надземная часть растений сахарной кукурузы развивается медленно на всех вариантах опыта.

Это говорит о том, что в начальные фазы роста происходит развитие корневой системы. Но, начиная с фазы 5 листа, происходит быстрое нарастание вегетативной массы, и в это время на более благоприятных режимах орошения растения сахарной кукурузы обгоняют в росте. Наибольшая высота растений сахарной кукурузы получена на варианте с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м.

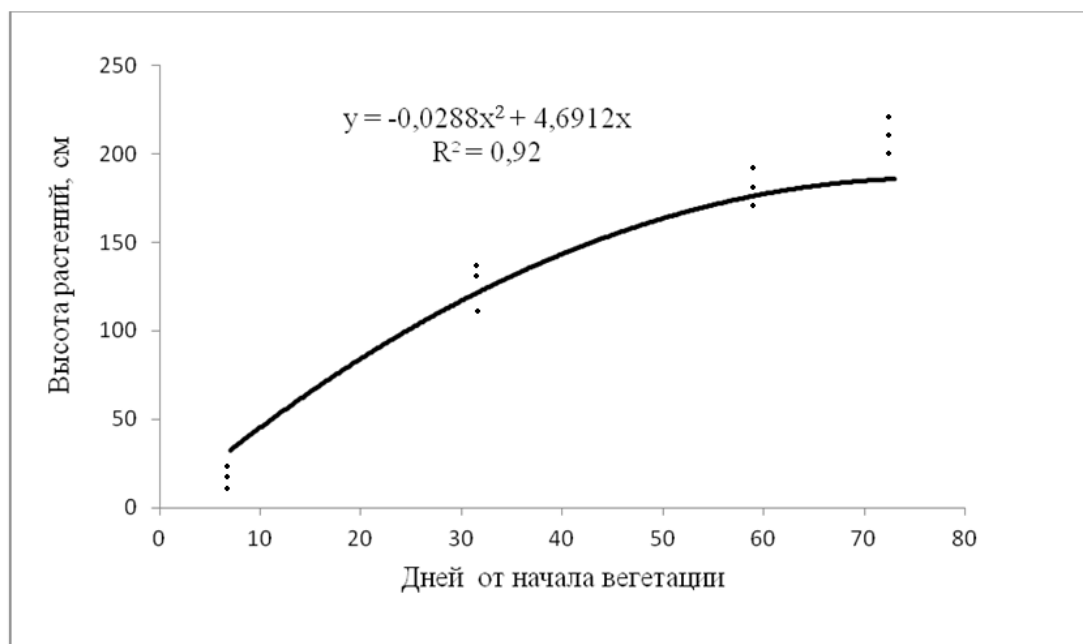


Рисунок 7.8 – Динамика изменения высоты растений сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения, вариант 2, 2003–2005 гг.

Площадь листовой поверхности непосредственно влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур. Чем больше площадь листовой поверхности, тем больше саккумулируется солнечной энергии и как следствие повысится урожайность культуры. Нами изучена динамика нарастания площади листовой поверхности в зависимости от режима орошения сахарной кукурузы раннеспелого сорта Утренняя песня, которая представлена в таблице 7.36.

Наибольшие показатели площади листовой поверхности получены на варианте 2 и составили 42,4 тыс. м²/га, что на 2,4 % больше, чем на контрольном варианте. На варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 70 % в слое 0,6 м площадь листовой поверхности была наименьшей – 40,1 тыс. м²/га.

Зависимость нарастания площади листовой поверхности от условий увлажнения 2 варианта опыта представлена рисунке 7.9.

Таблица 7.36 – Динамика нарастания площади листовой поверхности сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения, гибрид Утренняя песня, 2003–2005 гг.

В тыс. м²/га

Вариант опыта	Дней от начала вегетации			
	7	34	61	73
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	2,3	30,8	39,2	41,4
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	2,4	31,6	40,1	42,4
3) 70 % НВ в слое 0,6 м	2,2	29,7	38,2	40,1
4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	2,4	31,7	39,9	41,8

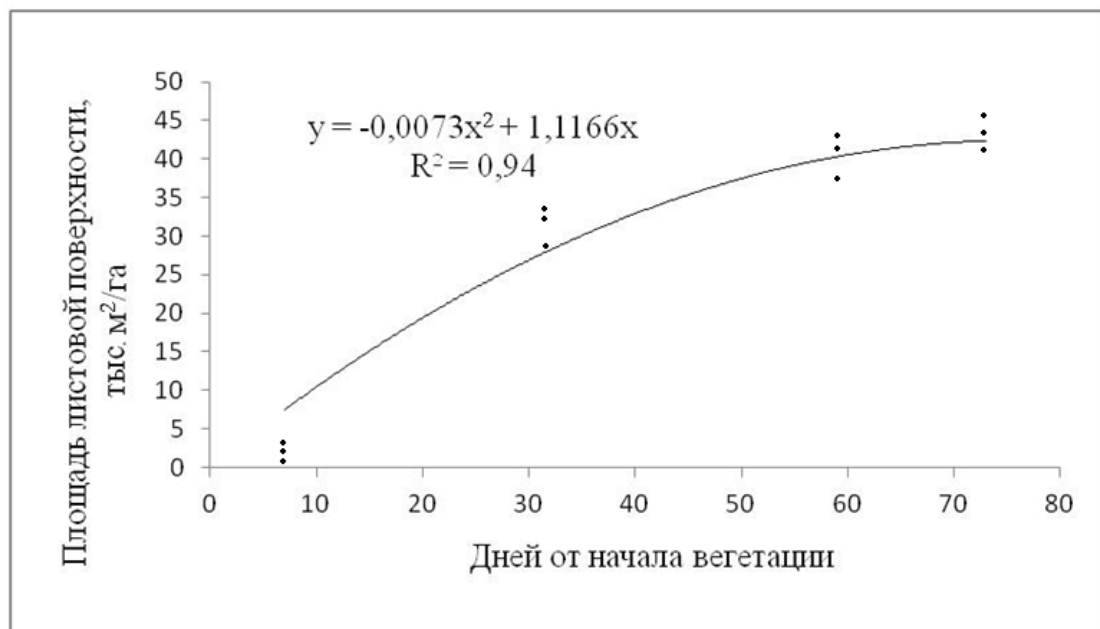


Рисунок 7.9 – Динамика нарастания площади листовой поверхности сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения, 2003–2005 гг.

В интервалах полученных данных, уравнение регрессии характеризуется высокой достоверностью аппроксимации, что позволяет использовать его на практике.

Накопление сухих веществ начинается с момента появления всходов на поверхности почвы. С этого момента темпы прироста сухого вещества начинают постоянно возрастать и выявляют тесную связь с увеличивающейся листовой поверхностью до самого конца цветения, когда заканчивается рост листьев. Динамика накопления абсолютно сухих веществ представлена в таблице 7.37.

Таблица 7.37 – Динамика накопления абсолютно сухих веществ сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения, гибрид Утренняя песня, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	В т/га Дней от начала вегетации			
	7	34	61	73
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	0,5	5,95	14,3	18,9
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	0,52	6,71	15,9	21,4
3) 70 % НВ в слое 0,6 м	0,49	5,02	13,3	15,9
4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	0,52	5,94	15,7	20,4

Исследования показали, что в начальные фазы роста растений сахарной кукурузы условия увлажнения не оказывали существенного влияния на динамику нарастания сухого вещества растений сахарной кукурузы. Но к фазе цветения количество сухого вещества на 2 варианте было выше, чем на контроле на 1,6 т/га. При дифференцированном режиме орошения в фазу технической спелости накопление сухих веществ было выше, чем на контроле, но 1 т/га меньше, чем на 2 варианте.

Зависимость и уравнение регрессии накопления сухих веществ растениями сахарной кукурузы от условий влагообеспеченности на втором варианте опыта представлена на рисунке 7.10.

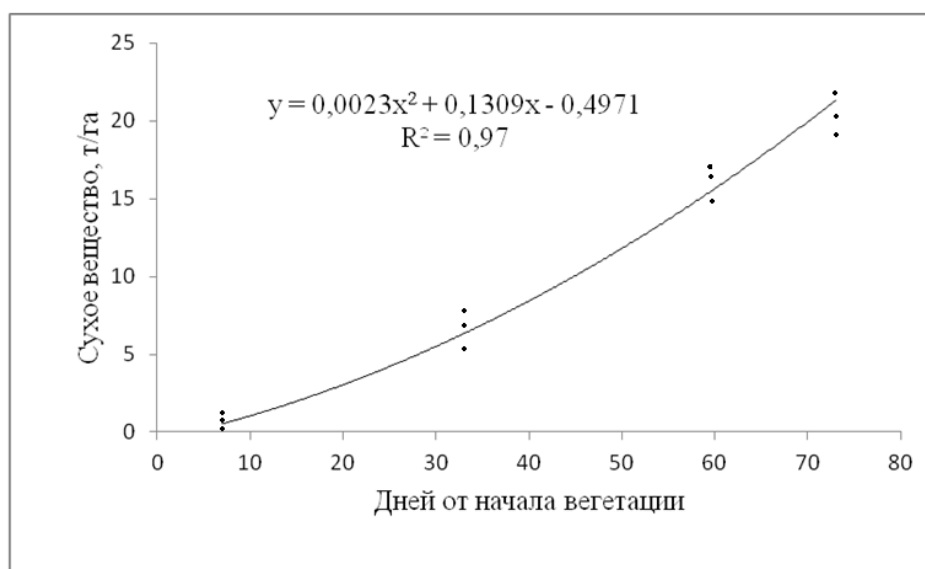


Рисунок 7.10 – Накопление абсолютно сухого вещества сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения, вариант 2, 2003–2005 гг.

Показатели продуктивности в зависимости от условий увлажнения, такие как высота растений, площадь листовой поверхности, накопление сухого вещества оказали непосредственное влияние на урожайность зерна сахарной кукурузы. Урожайность зерна сахарной кукурузы, отклонение от контроля, и прибавка урожая представлена в таблице 7.38.

Анализ таблицы 7.38 показал, что наибольшая урожайность зерна сахарной кукурузы получена на 2 варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м. Прибавка урожая по отношению к контролю составила 1,7 т/га или 14,9 %. Несколько меньший урожай был получен при дифференцированном режиме орошения – 12,8 т/га, прибавка составила 12,3 %.

Таблица 7.38 – Урожайность зерна сахарной кукурузы технической спелости в зависимости от режима орошения, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Средняя урожайность, т/га	Отклонение от (к)	
		±Δ, т	%
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	11,4	–	–
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	13,1	1,7	14,9
3) 70 % НВ в слое 0,6 м	8,8	–2,6	22,8
4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	12,8	1,4	12,3
НСР ₀₅ , т	1,2–2,2		

Практика орошаемого земледелия показывает, что необходимо знать закономерности водопотребления растений, без знания которых невозможно обосновать режим орошения. Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления являются основными показателями использования влаги. Результаты исследования эффективности использования оросительной воды при различных режимах орошения представлены в таблице 7.39.

В среднем за годы исследований суммарное водопотребление варьировало в зависимости от режима орошения от 3896 до 4217 м³/га. Анализ структуры которого показал, что основная доля влаги использования растениями приходится на оросительную норму (1540–2490 м³/га). Наиболее продуктивно влага использовалась на 2 и 4 варианте, где коэффициент водопотребления составил 321,9 и

326,3 м³/т соответственно. Наибольший коэффициент водопотребления был получен на варианте с поддержанием предполивного порога влажности 70 % НВ в слое 0,6 м.

Таблица 7.39 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Осадки, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Использовано из почвы, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	1380	2230	576	4186	11,4	367,2
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	1380	2490	347	4217	13,1	321,9
3) 70 % НВ в слое 0,6 м	1380	1540	976	3896	8,8	442,7
4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	1380	2310	486	4176	12,8	326,3

Для оценки влияния влагообеспеченности на урожайность сахарной кукурузы нами получены зависимость «урожайность – суммарное водопотребление» и «урожайность – оросительная норма» (рисунки 7.11, 7.12).

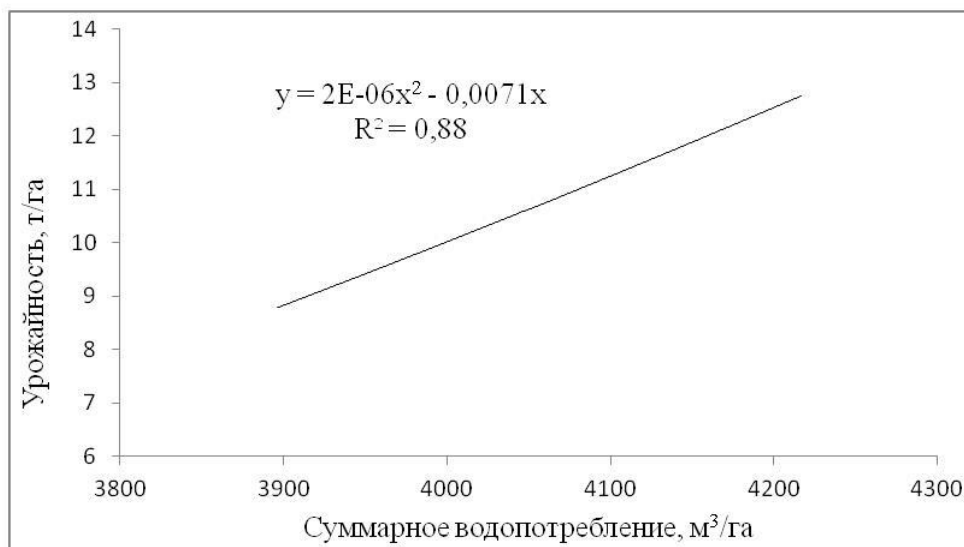


Рисунок 7.11 – Зависимость урожайности сахарной кукурузы от суммарного водопотребления, вариант 2, 2003–2005 гг.

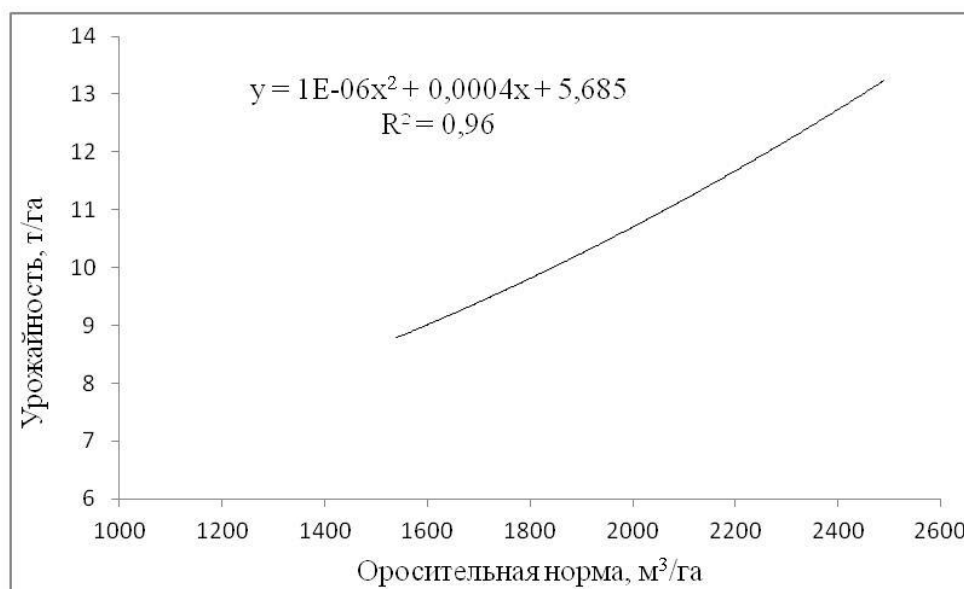


Рисунок 7.12 – Зависимость урожайности сахарной кукурузы от оросительной нормы, вариант 2, 2003–2005 гг.

Полученные зависимости в интервале данных позволяют рассчитать урожайность зерна сахарной кукурузы от величины оросительной нормы и суммарного водопотребления. Данные зависимости можно использовать на практике, так как они обладают высокой достоверностью аппроксимации.

Для более точного определения сроков полива необходимо знать показатели среднесуточного водопотребления по фазам роста и развития растений сахарной кукурузы, которое представлено в таблице 7.40 и на рисунке 7.13.

Таблица 7.40 – Среднесуточное водопотребление сахарной кукурузы по основным межфазным периодам в зависимости от режима орошения

В м³/га в сутки

Вариант опыта	Фазы роста				В среднем за вегетацию
	Всходы – 5 лист	5 лист – выметывание метелки	Выметывание метелки – цветение початков	Цветение початков – техническая спелость	
1) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	25,1	52,4	58,0	67,1	56,6
2) 80 % НВ в слое 0,4 м	25,2	52,6	58,3	67,5	57,0
3) 70 % НВ в слое 0,6 м	24,7	52,1	57,2	66,0	52,6
4) 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	25,1	52,3	58,0	67,2	56,4

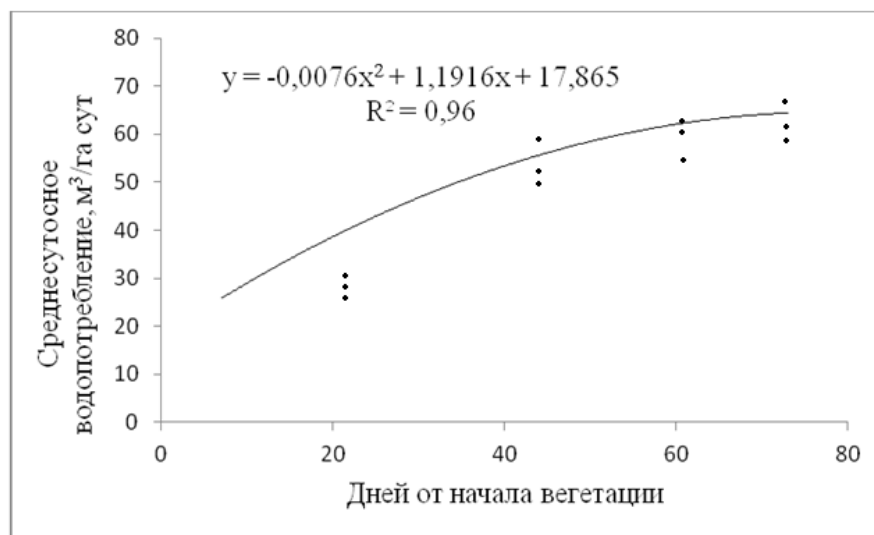


Рисунок 7.13 – Среднесуточное водопотребление сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения, вариант 2, 2003–2005 гг.

Наибольшее среднесуточное водопотребление отмечено на 2 варианте. В среднем за период вегетации составило $57 \text{ м}^3/\text{га}$ в сутки. На всех вариантах опыта наибольшее среднесуточное водопотребление было в фазу «цветение початков – техническая спелость», это говорит о том, что это период является критическим при возделывании сахарной кукурузы.

Таким образом, зная суммарное и среднесуточное водопотребление, наличие влаги в почве и выпавшие осадки в почве можно рассчитать межполивной период и не подвергать растения стрессу из-за недостатка влаги.

7.1.6 Продуктивность сахарной кукурузы в зависимости от минерального питания

Ю. Либих выдвинул концепцию минимума «рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве». Поэтому удовлетворить потребности растений в воде недостаточно для получения стабильно высокого урожая. Для этого необходимо внесение минеральных удобрений. Нами проведены исследования по изучению доз внесения минеральных удобрений для повышения продуктивности сахарной кукурузы. Дозы удобрений рассчитывались по М. К. Каюмову на запланированную урожайность зерна сахарной кукурузы 12 т/га и составили на контрольном варианте $\text{N}_{180}\text{P}_{80}\text{K}_0$. На остальных вариантах

опыта изучалось снижение доз минеральных удобрений на 20 и 40 % и повышение дозы на 20 %. Динамика показателей продуктивности растений сахарной кукурузы в зависимости от доз минеральных удобрений представлена в таблице 7.41.

Таблица 7.41 – Динамика изменения показателей роста и развития сахарной кукурузы в зависимости от доз минеральных удобрений

Вариант опыта	Дней от начала вегетации				Техническая спелость
	7	34	61	73	
Высота растений, см					
1,2 n	19	137	182	189	193
n (к)	17	136	178	185	187
0,8 n	16	132	168	177	181
0,6 n	16	129	166	173	175
Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га					
1,2 n	2,3	31,2	39,7	42,1	42,2
n (к)	2,3	30,8	39,2	41,4	41,5
0,8 n	2,3	28,1	37,4	39,2	39,4
0,6 n	2,2	26,3	34,1	33,9	34,2
Абсолютно сухое вещество, т/га					
1,2 n	0,5	6,1	14,5	19,3	19,4
n (к)	0,5	5,9	14,3	18,9	19,1
0,8 n	0,5	5,7	13,8	17,1	17,2
0,6 n	0,4	5,4	12,7	15,4	15,5

Исследования показали, что на варианте, где доза минеральных удобрений была увеличена на 20 % были получены наибольшие показатели роста, высота растений сахарной кукурузы в среднем была выше на 6 см, площадь листовой поверхности на 0,7 тыс. м²/га и накоплено сухого вещества на 0,3 т/га больше. При снижении доз удобрений происходило снижение показателей, что соответственно привело к снижению урожайности, которая приведена в таблице 6.42.

Из таблицы 7.42 видно, что при повышении дозы минеральных удобрений на 20 % происходило увеличение урожайности зерна сахарной кукурузы на 0,9 т или 7,9 %. Это говорит о том, что повышение расчетных доз удобрений выше рас-

считанных экономически необоснованно. При снижении доз удобрений на 20–40 % снижалась и урожайность сахарной кукурузы на 1,3 и 2,7 т или 11,4 и 23,7 % соответственно.

Таблица 7.42 – Урожайность зерна сахарной кукурузы технологической спелости в зависимости от доз минеральных удобрений

Вариант опыта	Средняя урожайность, т/га	Отклонение от (к)	
		± Δ, т	%
1,2 n	12,3	0,9	7,9
n (к)	11,4	-	
0,8 n	10,1	1,3	11,4
0,6 n	8,7	2,7	23,7
НСР ₀₅ , т	1,23–1,35		

Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления в зависимости от доз минеральных удобрений представлены в таблице 7.43.

Таблица 7.43 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления в зависимости от доз минеральных удобрений, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Осадки, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Использовано из почвы, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
1,2 n	1380	2230	747	4357	12,3	354,2
n (к)	1380	2230	576	4186	11,4	367,2
0,8 n	1380	2230	547	4157	10,1	411,6
0,6 n	1380	2230	415	4025	8,7	462,6

На величину суммарного водопотребления оказывают влияние атмосферные осадки, выпадающие в период вегетации, оросительная норма и расход почвенной влаги. В зависимости от доз минеральных удобрений, суммарное водопотребление изменялось от 4025 до 4357 м³/га, причем чем выше доза минеральных удобрений, тем больше суммарное водопотребление. Наиболее продуктивно влага расходовалась на варианте с повышенной дозой минеральных удобрений и контрольном варианте. Коэффициент водопотребления составил 354,2 и 367,2 м³/т соответственно.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1 Оптимальным сроком посева сахарной кукурузы является 3 декада мая, где была получена наибольшая урожайность, в зависимости от скороспелости гибрида она составила 19,5–24,2 т/га товарных початков и 12,5–15,6 т/га зерна технологической спелости.

2 Установлено, что суммарное водопотребление увеличивается с удлинением вегетационного периода с 4208 м³/га у гибрида Спирит до 4528 м³/га у Роялти. Коэффициент водопотребления при этом уменьшается с 359,7 м³/т у раннеспелого гибрида до 325,8 м³/т у позднеспелого при первом сроке посева. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что при летнем сроке посева происходит повышение суммарного водопотребления до 2,5 %, но при этом влага расходуется менее продуктивно, коэффициент водопотребления увеличивается до 424,7–434,2 м³/т.

3 В среднем за годы исследований оросительная норма на контрольном варианте (80 % НВ в слое 0,6 м) составила 2230 м³/га, на втором варианте (80 % НВ в слое 0,4 м) – была выше на 260 м³/га, на третьем варианте (70 % НВ в слое 0,6 м) она была наименьшей и составила 1540 м³/га. При дифференцированном режиме орошения с поддержанием влажности почвы 80 % НВ в слое 0,4 м до фазы цветения и далее в слое 0,6 м после цветения оросительная норма составила 2310 м³/га.

4 Наибольшая урожайность зерна сахарной кукурузы технологической спелости получена на 2 варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м. Прибавка урожая по отношению к контролю составила 1,7 т/га или 14,9 %.

5 При повышении расчетной дозы минеральных удобрений на 20 % происходило увеличение урожайности зерна сахарной кукурузы на 0,9 т или 7,9 %. При снижении расчетной дозы удобрений на 20 и 40 % снижалась и урожайность сахарной кукурузы на 1,3 и 2,7 т или 11,4 и 23,7 % соответственно.

7.1.7 Подбор сортов и гибридов овощного гороха и сахарной кукурузы различных групп спелости для конвейерной поставки на консервный завод

Эффективная работа консервных заводов возможна только при скорректированной, слаженной работе самого завода и сельхозпредприятий, поставляющих овощной горох и сахарную кукурузу технической спелости, по заранее согласованному графику поставки, т. е. должна быть налажена непрерывная конвейерная поставка и переработка сырья.

При росте концентрации посевов в зоне консервных заводов на орошаемых землях уменьшается влияние экологических условий на сроки созревания этих культур, и в связи с этим повышается значение правильного подбора сортов и гибридов разных сроков созревания для каждой сырьевой зоны. При этом важно не только удлинить период переработки, но и получить высокий урожай и обеспечить наиболее эффективное использование сельхозугодий.

Научно-аналитический анализ литературных источников и собственный опыт показывают, что для производства высококачественных консервов, выращиваемые в хозяйствах сырьевых зон консервных заводов сорта овощного гороха и сахарной кукурузы, должны удовлетворять следующим требованиям:

- давать высокие и устойчивые урожаи при однократной механизированной уборке без снижения качества зерна;
- быть достаточно однородными по размерам, степени зрелости, сахаристости, консистенции и окраске;
- быть устойчивыми к болезням и неблагоприятным погодным условиям.

В набор высеваемых сортов и гибридов должны входить различные по срокам созревания для обеспечения последовательного созревания и уборки на отдельных участках. Желательно, чтобы районированные сорта для этих зон давали однотипное по технологическим свойствам сырье.

Сезонная производительность консервных заводов определяется длительностью его работы и равномерностью загрузки в течение сезона. В настоящее время многие консервные заводы основным способом удлинения периода сбора овощ-

ного гороха и сахарной кукурузы считают посев сортов и гибридов различных по срокам созревания. Однако посев в различные сроки и использование разных почвенно-климатических условий являются дополнительными факторами, влияющими на изменение сроков плодоношения. Наши исследования показали, что при посеве имеющихся сортов в один срок в разных условиях увлажнения и минерального питания период уборки может быть продлен на 5 до 15 дней. Изменением сроков сева одного и того же сорта на орошаемых землях Ростовской области можно растянуть сроки созревания вдвое при незначительном снижении урожая.

Учитывая неодинаковые сроки технологической спелости отдельных сортов и гибридов и задержки созревания на участках с более поздними сроками посева, нами установлено оптимальное соотношение площадей посева для конвейерной поставки продукции (таблица 7.44).

Таблица 7.44 – Соотношение площадей по группам спелости сахарной кукурузы и овощного гороха

Группа спелости	Площадь, %
Очень ранний	20
Ранний	18
Среднеранний	7
Средний	20
Среднепоздний	20
Поздний	15

При соблюдении данного соотношения групп спелости сортов, т. е. высев 5–6 сортов, на консервный завод сырье поступает довольно равномерно. Данные по поступлению сырья отображены в таблице 7.45.

Таким образом, соблюдая данное соотношение групп спелости сортов и гибридов возможно продлить поступление сырья на консервный завод до 130–135 дней и тем самым повысить сезонную нагрузку завода. Дальнейшее продление сроков поставки возможно за счет сроков посева, в т. ч. и летнего срока.

Таблица 7.45 – Поступление сырья на консервный завод

Месяц	Поступление сырья, %					
	Дата					
	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30
Овощной горох						
Июнь	3,8	16,7	18,6	16,5	15,8	9,9
Июль	9,2	4,8	4,4	0,3	–	–
Сахарная кукуруза						
Июль	–	–	0,3	3,1	4,5	4,7
Август	4,8	4,8	5,2	6,1	6,7	9,1
Сентябрь	9,8	9,6	8,1	7,1	5,7	5,4
Октябрь	3,2	1,8	–	–	–	–

На основании вышеизложенного, по главе 7.1 можно сделать следующие выводы:

1 В засушливых условиях Ростовской области орошение является одним из определяющих факторов, обеспечивающим получение гарантированно высоких урожаев овощного гороха на уровне 8–10 т/га, что в 2–2,5 раза больше, чем без орошения.

2 Орошение создает более благоприятные условия для роста и развития овощного гороха, что подтверждается увеличением выживаемости растений на 8–29 %, вегетационного периода на 1–5 дней, линейного роста на 15–18 см, накоплением сухого вещества на 70–300 г/м², площади листовой поверхности на 1,4–4,8 тыс. м²/га.

3 Наиболее благоприятный режим орошения овощного гороха создается при поддержании влажности почвы в слое 0,4 м выше 80 % НВ в течение всей вегетации, где был получен самый высокий урожай 10,1 т/га. Для этого необходимо провести в среднем 4 полива поливной нормой 300 м³/га и оросительной нормой 1200 м³/га.

4 Наиболее эффективно влага используется при поддержании влажности почвы в слое 0,4 м выше 80 % НВ, где коэффициент водопотребления был наиболее низким и составил 214,5 м³/га.

5 Применение инокуляции семян ризоторфином на фоне оптимального режима орошения позволяет снизить расчетную дозу азотных удобрений на 60–70 %, дефицит которых восполняется за счет симбиоза клубеньковых бактерий и овощного гороха.

6 Прибавка урожая от совместного применения режима орошения 80 % НВ в слое 0,6 м и расчетной дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин составляет 10,1 т/га, что больше, чем прибавка от одного орошения на 107,1 % и одного удобрения на 114 %.

7 Оптимальным сроком посева сахарной кукурузы является 3 декада мая, где была получена наибольшая урожайность, в зависимости от скороспелости гибрида она составила 19,5–24,2 т/га товарных початков и 12,5–15,6 зерна.

8 Установлено, что суммарное водопотребление увеличивается с удлинением вегетационного периода с 4208 м³/га у гибрида Спирит до 4528 м³/га у Роялти. Коэффициент водопотребления при этом уменьшается с 359,7 м³/т у раннеспелого гибрида до 325,8 м³/т и у позднеспелого при первом сроке посева. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что при летнем сроке посева происходит повышение суммарного водопотребления до 2,5 %, но при этом влага расходуется менее продуктивно, коэффициент водопотребления увеличивается до 424,7–434,2 м³/т.

9 В среднем за годы исследований оросительная норма на контрольном варианте (80 % НВ в слое 0,6 м) составила 2230 м³/га. На втором варианте (80 % НВ в слое 0,4 м) – была выше на 260 м³/га. На третьем варианте (70 % НВ в слое 0,6 м) она была наименьшей и составила 1540 м³/га. При дифференцированном режиме орошения с поддержанием влажности почвы 80 % НВ в слое 0,4 м до фазы цветения и далее в слое 0,6 м после цветения оросительная норма составила 2310 м³/га.

10 Наибольшая урожайность зерна сахарной кукурузы технологической спелости получена на 2 варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м. Прибавка урожая по отношению к контролю составила 1,7 т/га или 14,9 %.

11 При повышении дозы минеральных удобрений на 20 % происходило увеличение урожайности зерна сахарной кукурузы на 0,9 т или 7,9 %. При снижении расчетной дозы удобрений на 20–40 % снижалась и урожайность сахарной кукурузы на 1,3 и 2,7 т или 11,4 и 23,7 % соответственно.

12 Приблизительное соотношение площадей по группам спелости сортов и гибридов должно выглядеть следующим образом: очень ранние сорта 20 % от общей площади посева, ранние – 18 %, среднеранние – 7 %, средние – 20 %, среднепоздние – 20 %, поздние – 15 %.

13 Для равномерной загрузки консервного завода необходимо высевать сорта различных групп спелости (5–6 сортов) в нескольких сроках посева (2–3 срока), и тем самым продлить работу консервного завода до 130–135 дней.

7.2 Особенности возделывания сорго зернового на орошении

7.2.1 Режим орошения сорго зернового

Сорго зерновое считается засухоустойчивой культурой, но результаты полевых исследований показывают, что на орошаемых землях, возможно увеличить урожайность в 2 и более раз.

Изучение влияние режима орошения на рост, развитие и урожайность сорго зернового проводилось в 6 вариантах согласно схеме опыта.

Поливной режим сорго зависит от многих биотических и абиотических факторов. Влагообеспеченность опытного участка имела большие колебания в течение вегетации и в большинстве времени вегетационного периода недостаточна для эффективного производства сорго.

При проведении исследований обеспеченность осадками и теплом по годам была различной. Создавшийся дефицит влаги восполнялся поливами. Поливной режим приводится в таблице 7.46.

Таблица 7.46 – Режим орошения сорго зернового, 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Поливная норма, м ³ /га	Количество поливов, шт.	Оросительная норма, м ³ /га
1) Без орошения	–	–	–
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	420	5,3	2240
3) 0,8 м	340	5,3	1813
4) 0,6 м	250	5,3	1333
5) 70–80 % НВ	487	4	1948
6) 60–80 % НВ	490	4	1960

На контроле было проведено три полива. Оросительная норма в среднем за три года исследований составила 2240 м³/га. На 3 и 4 варианте опыта количество поливов сохранилось, однако оросительная норма снизилась от 20 % на 5 варианте до 40 % на 4 варианте. На 5 варианте опыта уменьшилось количество поливов до четырех и оросительная норма составила 1948 м³/га.

Исследования показали, что орошение оказывает значительное влияние на все процессы жизнедеятельности растений. Возрастает устойчивость растений к различным стрессам, и они повышает выживаемость, увеличивается высота растений, повышаются темпы нарастания листовой поверхности и накопления сухого вещества, увеличивается длина вегетации и изменяется ход биохимических реакций и, в конечном итоге, изменяется количество и качество урожая.

Длина вегетационного периода сорго зависит от группы спелости сорта (гибрида), которая может изменяться в больших пределах от 90 до 150 и более суток. В наших опытах по изучению режима орошения мы высевали среднеспелый сорт сорго Хазине 28, районированный для условий Ростовской области со средним вегетационным периодом 120–125 суток.

В посевах сорго отмечали несколько фенологических фаз роста растений всходы, 5 листьев, 9–10 листьев, выметывание, цветение, созревание (таблица 7.47).

Данные таблицы 7.47 показывают, что продолжительность периода роста растений по фазам в начальные периоды роста была одинаковой во всех вариан-

тах до выметывания, а затем на вариантах 2 и 3 с более высокой обеспеченностью влагой выметывание и цветение наступало на 1–2 сутки позже. Сорго еще не созрело, поэтому весь период вегетации мы сможем оценить после уборки урожая.

Таблица 7.47 – Сроки наступления фаз сорго зернового в зависимости от режима орошения

Вариант опыта	Продолжительность фенологических фаз роста					Продолжительность вегетации
	Всходы	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	
1) Без орошения	11	21	48	76	95	109
2) 80% НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	11	21	48	76	95	119
3) 0,8 м	11	21	48	76	95	116
4) 0,6 м	11	21	48	76	92	112
5) 70–80 % НВ	11	21	48	76	95	116
6) 60–80 % НВ	11	21	48	76	92	111

Высоту растений определяли по основным фазам роста растений. Данные приведены в таблице 7.48.

Таблица 7.48 – Влияние режима орошения на динамику изменения высоты растений сорго зернового, 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Фаза роста				
	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	Созревание
Сутки от всходов, дней	21	48	76	95	119
1) Без орошения	15,7	58,3	118	127,6	136,2
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	15,7	58,3	121	133,2	152,3
3) 0,8 м	15,7	58,3	124	129,7	142,4
4) 0,6 м	15,7	58,3	117	123,4	136,8
5) 70–80 % НВ	15,7	58,3	118	132,1	142,9
6) 60–80 % НВ	15,7	58,3	118	130,5	138,8

Данные таблицы 7.48 показывают, что до выметывания высота растений по вариантам опытов не различалась. После начала поливного сезон, в фазу выметывания в вариантах 2 и 3 растения имели большую высоту на 16 см по сравнению с вариантом без орошения, где она составила 118 см, а в фазу цветения соответственно на 14 см, т. е. 133,2 см против 127,6 см на варианте без орошения. От фазы цветения до созревания высота растений изменилась незначительно.

Динамику накопления зеленой массы определяли по основным фазам роста. Результаты приведены в таблице 7.49.

Таблица 7.49 – Динамика накопления массы растений

Вариант опыта	Динамика накопления зеленой массы					
	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	Созревание	
					Молочная спелость	Полная спелость
Период вегетации от всходов, сут	21	48	76	95	109	109–119
Масса растений в пересчете на 1 га, т/га						
1) Без орошения	0,062	5,61	31,2,1	42,3	47,31	45,4
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	0,062	5,61	32,4	64,2	72,4	68,2
3) 0,8 м	0,062	5,61	32,2	59,1	67,7	66,2
4) 0,6 м	0,062	5,61	29,4	48,2	57,5	55,3
5) 70–80 % НВ	0,062	5,61	29,1	55,6	68,7	66,9
6) 60–80 % НВ	0,062	5,61	30,0	52,1	54,4	62,5

Проведенные исследования показали, что большую зеленую массу имели растения на вариантах 2 и 5. В фазу цветения в этих вариантах она составляла 64,2 и 55,6 т/га. На варианте без орошения 42,3 т/га или на 23,7 % меньше.

После цветения рост листовой массы прекратился, и увеличение массы растений шло, в основном за счет налива зерна и накопления сухих веществ в зерне. К моменту созревания (на варианте 2) масса растений составляла 68,2 т/га.

Площадь листовой поверхности определяли методом высечек по основным фазам роста. Полученные данные приведены в таблице 7.50.

Таблица 7.50 – Влияние режима орошения на динамику изменения индекса листовой поверхности растений

Вариант опыта	Фаза роста				
	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	Созревание
1) Без орошения	0,07	0,98	2,53	3,95	2,99
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	0,07	0,98	2,53	5,65	4,89
3) 0,8 м	0,07	0,98	2,53	5,11	4,78
4) 0,6 м	0,07	0,98	2,53	4,57	4,41
5) 70–80 % НВ	0,07	0,98	2,53	4,82	4,98
6) 60–80 % НВ	0,07	0,98	2,53	4,81	4,87

Как видно из данных листовая поверхность в начале вегетации незначительна. Индекс приближается к 1, т. е. когда отношение площади поверхности листьев в м² к учетной площади (в 1 м²) после наступления в фазу 10 листа. К периоду цветения индекс составляет 5,65 на варианте 2 и 3,95 на варианте без орошения, что на 14 % меньше. В дальнейшем показатели уменьшаются в связи усыханием нижних листьев. Причем на варианте без орошения индекс был наименьшим.

Урожайность определялась по мере созревания сорго. Наиболее ранние сроки созревания наблюдались на варианте 1 без орошения, и наиболее поздние на вариантах 2 и 5 с более благоприятным режимом орошения. Об этом свидетельствует и высота, листовая поверхность и масса растений, приведенная ранее в таблицах 6.48–6.50. Для возможности сравнения массы растений влажность листостебельной массы приведена к стандартной 75 % влажности, а зерно к 14 % влажности (таблица 7.51).

Более высокая урожайность зерна сорго 13,9 т/га была на варианте 2 с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м, против 6,5 т/га на варианте без орошения. Снижение влагообеспеченности в вариантах 3, 4 и 5 привело к снижению урожая зерна соответственно до 12,1; 9,2 и 12,4 т/га соответственно.

Таблица 7.51 – Масса растений и урожайность зерна 1 га

Вариант опыта	Масса растения, т/га	Масса зерна		Листостебельная масса	
		т/га	%	т/га	%
1) Без орошения	41,7	6,5	15,6	35,2	84,4
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	66,8	13,9	20,8	52,9	79,2
3) 0,8 м	66,7	12,2	18,3	54,5	81,7
4) 0,6 м	50,6	8,4	16,6	42,2	83,4
5) 70–80 % НВ	68,6	12,7	18,5	55,9	81,5
6) 60–80 % НВ	61,8	11,5	18,6	50,3	81,4
НСР ₀₅	–	1,2	–	–	–

Анализ доли зерна в надземной массе растений показывает, что при орошении доля зерна возрастает с 15,6 % на варианте без орошения до 20,8 % на варианте 2.

На различных вариантах опыта в период вегетации и при созревании сорго зернового влажность почвы была различной. Значения которой, по вариантам опыта, наряду с суммарным водопотреблением и коэффициентом водопотребления представлены в таблице 7.52.

Таблица 7.52 – Водопотребление сорго при различных режимах орошения, слой почвы 1,0 м, 2011–2013 гг. [50]

Вариант опыта	Использовано влаги из почвы		Осадки		Оросительная норма		Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1) Без орошения	1550	30	3693	70	–	–	5243	738
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	1059	18	3693	61	1260	21	6012	423
3) 0,8 м	1255	21	3693	62	1020	17	5968	493
4) 0,6 м	1505	25	3693	62	750	13	5948	647

Продолжение таблицы 7.52

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5) 70–80 % НВ	1220	20	3693	62	1060	18	5973	482
6) 60–80 % НВ	1195	21	3693	64	840	15	5728	494

Суммарное водопотребление складывается из суммы запасов воды в почве, оросительной нормы и осадков. Запасы влаги в почве в слое 0–100 см при НВ составляют 1887 м³/га. Перед посевом влажность почвы в слое 1,0 м составила 95 % НВ, и запасы доступной влаги составили 1770 м³/га. К моменту созревания влажность почвы на варианте 1 без орошения и варианте 4 (0,6 м) оказалась самой низкой 14,3 и 14,9 % от абсолютно сухой почвы, т. е. приближалась к влажности завядания растений, равной 13,8 %. На этих вариантах было использовано влаги из почвы соответственно 1550 и 1505 м³/га.

Суммарное водопотребление было наибольшим на вариантах 2 и 5, соответственно 6012 и 5973 м³/га. На варианте без орошения оно составило 5243 м³/га, что связано с недостаточным количеством осадков.

Анализ эффективности использования влаги показывает, что наименьший коэффициент водопотребления 423 м³/т был на варианте 2 и наибольший на варианте без орошения – 738 м³/т.

Для оценки влияния влагообеспеченности на продуктивность сорго были установлены связи «урожайность – суммарное водопотребление» и «прибавка урожая – оросительная норма».

Анализ связи величины урожая за годы исследований и суммарного водопотребления показал высокую тесную линейную связь (рисунок 7.14).

Корреляционное отношение равно 0,76, а уравнение регрессии имеет вид $y = 0,005x - 15,8$. Полученная связь показывает, что в пределах полученных показателей суммарного водопотребления (от 4157 до 5875 м³/га) урожайность возрастает.

В наших исследованиях анализ влияния влагообеспеченности на величину прибавки урожая от орошения показал, что в интервале оросительной нормы

от 750 до 3360 м³/га с увеличением оросительной нормы прибавка урожая также увеличивается с 2,1 т/га до 8,2 т/га (рисунок 7.15).

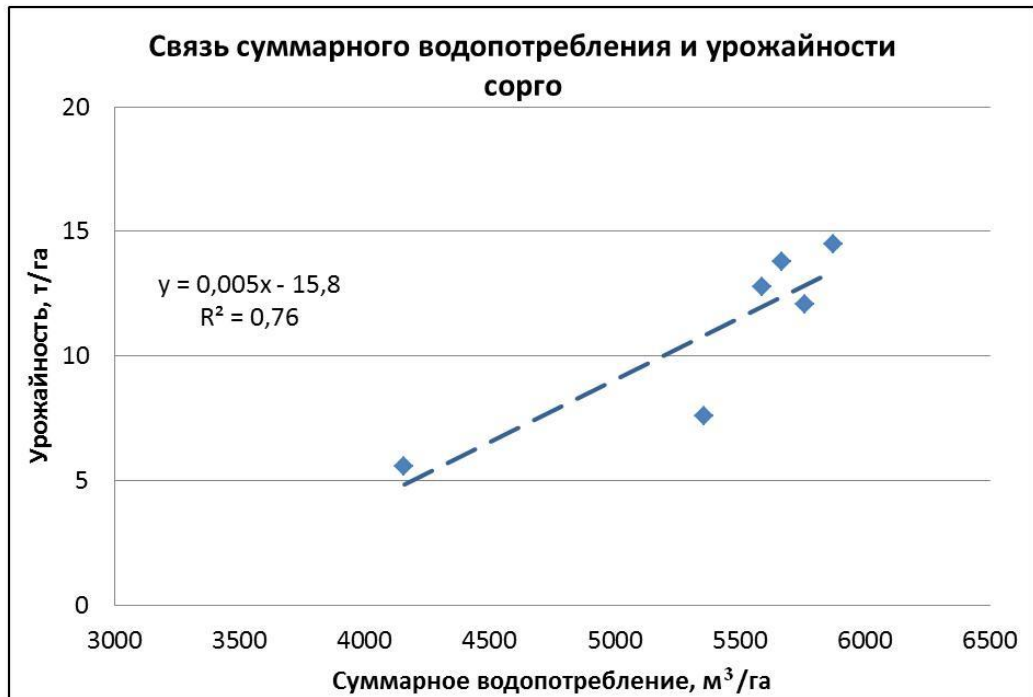


Рисунок 7.14 – Связь между величиной урожая и суммарным водопотреблением, в среднем за 2011–2013 гг. [50]

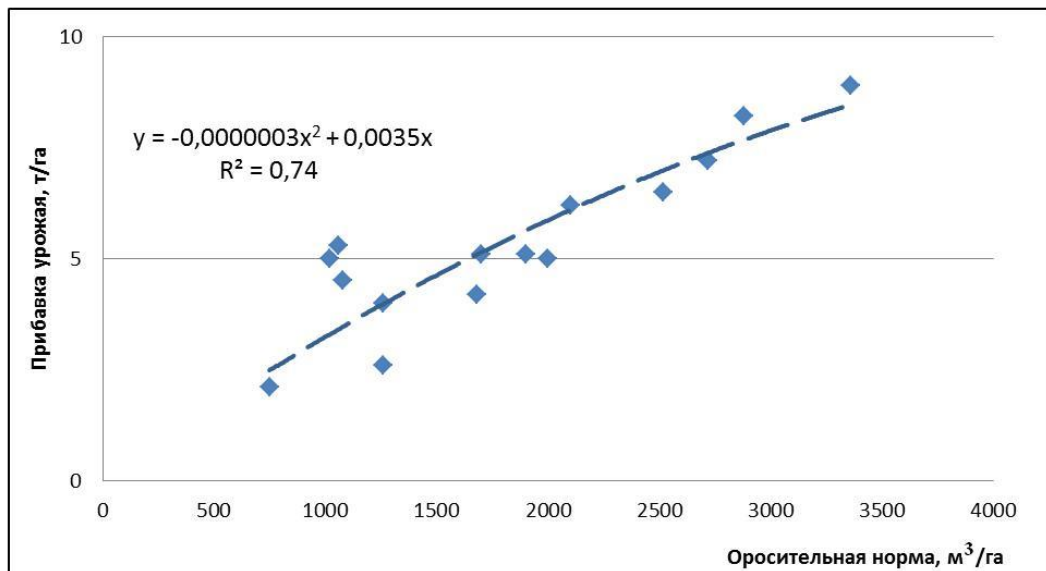


Рисунок 7.15 – Связь между прибавкой урожая и оросительной нормой, в среднем за 2011–2013 гг.

При необходимости ресурсосбережения или введении экологических ограничений на величину оросительной нормы урожайность сорго может снижаться по сравнению с оптимальным вариантом режима орошения [44]. Количественную

оценку этого снижения для условий Ростовской области мы определяли по методике, предложенной Г. А. Сенчуковым [308], на основе выявления закономерностей влияния уровня водообеспечения на урожай сорго.

Показателем водообеспечения служит отношение оросительных норм по вариантам опытов (M) к оросительной норме (M_0) на варианте с достаточным увлажнением (контроль), т. е. с изменением почвенных влагозапасов от 60–80 до 100 % НВ.

$$KB = \frac{M}{M_0}, \quad (7.1)$$

где KB – коэффициент водообеспечения сельскохозяйственного угодья.

На основании экспериментальных данных нами получена зависимость относительной прибавки урожая зерна сорго от уровня водообеспеченности (рисунок 7.16).

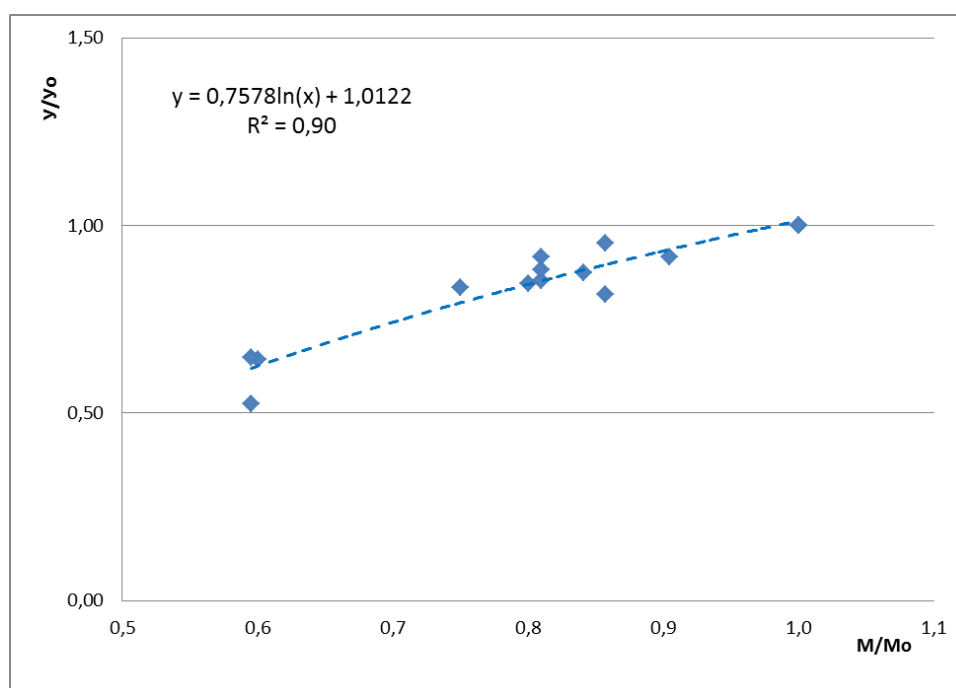


Рисунок 7.16 – Зависимость «относительная урожайность – уровень водообеспеченности» сорго на зерно

Математическая обработка соответствующих коэффициентов урожайности (КУ) (Y – урожайность в вариантах опыта, Y_0 – урожайность при оптимальном режиме орошения) и водообеспечения позволяют утверждать, что в интервале изменения M/M_0 от 0,6 до 1,0 (интервал значимого увлажнения) взаимосвязь

представлена логарифмической функцией и имеет тесную корреляционную связь.

$$KY = a \cdot \ln \cdot KB + 1,0122, \quad (7.2)$$

где a – коэффициент культуры, устанавливаемый на основе опытных данных.

Нами уточнен для сорго на зерно коэффициент культуры a для условий Ростовской области, который составляет $a=0,76$.

Зная коэффициент культуры, можно рассчитать плановую урожайность при различной влагообеспеченности и решить задачу по обоснованию норм орошения в зависимости от заданного уровня урожайности или зная заданную влагообеспеченность рассчитать возможный урожай сорго для условий Ростовской области.

Таким образом, полученные зависимости «суммарное водопотребление – урожайность сорго», «прибавка урожая – оросительная норма», «относительная урожайность – уровень водообеспеченности» являются статистически обоснованными и их можно применять для прогнозирования и корректировки режимов орошения.

7.2.2 Способы полива сорго зернового

В современных условиях при дефиците дождевальной техники зачастую многие сельхозтоваропроизводители используют поверхностные способы полива. Поэтому изучение способов полива сорго зернового является актуальным.

Изучение влияния способов полива на рост, развитие и урожайность сорго зернового проводилось по следующей схеме опыта:

Вариант 1. Без орошения

Вариант 2. Полив дождеванием с поддержанием влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ от всходов до начала созревания (контроль).

Вариант 3. Полив по бороздам с поддержанием влажности почвы в слое 1,0 м не ниже 80 % НВ от всходов до начала созревания.

Вариант 4. Полив по бороздам-щелям с поддержанием влажности почвы

в слое 1,0 м не ниже 80 % НВ от всходов до начала созревания.

Вариант 5. Комбинированный полив: полив дождеванием до фазы 10–12 листьев (высота растений 0,4–0,5 м) с поддержанием влажности почвы в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ, далее полив по нарезанным бороздам-щелям с поддержанием влажности почвы в слое 1,0 м не ниже 80 % НВ до начала созревания.

Вариант 6. Внутрипочвенный струйный полив одновременно с посевом и в дальнейшем дождеванием в те же сроки, что и на варианте 2.

Высеваются районированный сорт зернового сорго Хазине 28 с шириной междурядий 0,7 м, и выдерживалась технология возделывания, рекомендованная зональными системами земледелия. Полив дождеванием осуществлялся дождевальной машиной ДДА-100 ВХ и поверхностными способами – по глубоким тупым бороздам, нарезанным в каждом междурядье КРН-4,2 и через ряд БЩН-3. Учет израсходованной воды по водомерным счетчикам. Размер опытной делянки $8,4 \times 50$ м, площадь 420 м², учетная площадь на всех вариантах – 240 м².

Сложившиеся показатели режима орошения в среднем по вариантам опыта приведены в таблице 7.53.

Таблица 7.53 – Режим орошения сорго зернового, 2011–2013 гг. [288]

Вариант опыта	Поливная норма, м ³ /га	Кратность поливов, шт.	Оросительная норма, м ³ /га
1) Без орошения	–	–	–
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	420	5,3	2240
3) Борозды, полив в каждый ряд	650	3,3	2173
4) Борозды-щели полив через ряд	460	4	1840
5) Дождевание – борозды	540	3,7	1967
6) Внутрипочвенный – дождевание	420	5,3	2290

На контроле было проведено в среднем по годам исследования 5,3 полива. Оросительная норма составила 2240 м³/га. В вариантах 3, 4 и 5 с поверхностными способами полива количество поливов уменьшилось и тем самым снизилась и оросительная норма с 2240 на контроле до 1840 м³/га на 4 варианте.

В посевах сорго отмечали несколько фенологических фаз роста растений всходы, 5 листьев, 9–10 листьев, выметывание, цветение, созревание (таблица 7.54).

Таблица 7.54 – Фенологические наблюдения, 2011–2013 г.

Вариант опыта	Даты наступления фенологических фаз роста					
	Всходы	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	Созревание
1) Без орошения	16.05	26.05	22.06	20.07	7.08	22.08
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	16.05	26.05	22.06	20.07	8.08	2.09
3) Борозды, полив в каждый ряд	16.05	26.05	22.06	20.07	8.08	2.09
4) Борозды-щели полив через ряд	16.05	26.05	22.06	20.07	8.08	1.09
5) Дождевание – борозды	16.05	26.05	22.06	20.07	8.08	2.09
6) Внутрипочвенный – дождевание	16.05	26.05	22.06	20.07	8.08	2.09

Данные таблицы 7.54 показывают, что продолжительность периода роста растений по фазам в начальные периоды роста была одинаковой во всех вариантах до выметывания, а период цветения на варианте 5 наступил на 1 день раньше.

Высоту растений определяли по основным фазам роста растений. Данные приведены в таблице 7.55.

Таблица 7.55 – Влияние режима орошения на динамику изменения высоты растений, 2011–2013 г.

Вариант опыта	Высота растений по фазам роста, см				
	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	Созревание
1) Без орошения	15,7	58,3	118	127,6	136,2
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	15,7	58,3	121	135,2	158,4
3) Борозды, полив в каждый ряд	15,7	58,3	121	133,4	152,0
4) Борозды-щели полив через ряд	15,7	58,3	121	131,4	148,2
5) Дождевание – борозды	15,7	58,3	121	133,2	154,1
6) Внутрипочвенный – дождевание	15,7	58,3	121	135,4	159,2

Данные таблицы 7.55 показывают, что разница в высоте растений наступает только с фазы цветения. После цветения рост прекращается. На орошаемых вариантах имеется тенденция к снижению высоты растений на вариантах 3 и 4.

Динамику накопления зеленой массы определяли по основным фазам роста. Масса растений определялась на закрепленных участках путем скашивания и взвешивания растений. Определялась средняя масса одного растения и с площади 1 м^2 , полученные данные переведены на 1 га. Для сравнимости вариантов влажность зеленой массы приведена к 75 % влажности. Результаты приведены в таблице 7.56.

Таблица 7.56 – Динамика накопления зеленой массы

Вариант опыта	Зеленая масса в пересчете на 1 га, т/га				
	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	Созревание
1) Без орошения	0,062	5,61	31,2	38,5	45,4
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	0,062	5,61	32,4	65,2	68,2
3) Борозды, полив в каждый ряд	0,062	5,61	32,1	64,1	67,4
4) Борозды-щели полив через ряд	0,062	5,61	31,9	63,8	64,2
5) Дождевание – борозды	0,062	5,61	32,5	64,8	67,3
6) Внутрипочвенный – дождевание	0,062	5,61	32,5	65,4	68,5

Более высокую массу растения имели при поливе дождеванием на вариантах 2 и 6. В фазу цветения в этих вариантах зеленая масса составляла по 65,2 и 65,4 т/га, а при созревании соответственно 68,2 и 68,5 т/га.

Площадь листовой поверхности определяли методом высечек по основным фазам роста. Полученные данные приведены в таблице 7.57.

Как видно из данных таблицы 7.57 листовая поверхность сорго, как и в опыте по изучению режима орошения, в начале вегетации отличалась по вариантам незначительно. К периоду цветения индекс составляет 5,72 на варианте 2 и 3,99 $\text{м}^2/\text{м}^2$ на варианте без орошения, что на 30 % меньше.

Таблица 7.57 – Влияние способа полива на динамику изменения индекса листовой поверхности растений [53]

Вариант опыта	Индекс листовой поверхности, м ² /м ²				
	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	Созревание
1) Без орошения	0,07	0,98	2,53	3,99	3,21
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	0,07	0,98	2,53	5,72	4,89
3) Борозды, полив в каждый ряд	0,07	0,98	2,53	5,44	4,38
4) Борозды-щели полив через ряд	0,07	0,98	2,53	5,12	4,19
5) Дождевание – борозды	0,07	0,98	2,53	5,64	4,78
6) Внутрипочвенный – дождевание	0,07	0,98	2,53	5,75	4,91

Урожайность определялась по мере созревания сорго. Наиболее ранние сроки созревания наблюдались на варианте 1 без орошения, и наиболее поздние на вариантах 2 и 6 с более благоприятным режимом орошения. Об этом свидетельствует и высота, листовая поверхность и масса растений, приведенная ранее в таблицах 7.54–7.57. Для возможности сравнения массы растений влажность листостебельной массы приведена к стандартной 75 % влажности, а зерно к 14 % влажности (таблица 7.58).

Таблица 7.58 – Масса растений и урожайность зерна с 1 га

Вариант опыта	Масса растения, т/га	Масса зерна		Листостебельная масса	
		т/га	%	т/га	%
1) Без орошения	40,6	6,9	17	33,7	83
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	64,8	13,6	21	51,2	79
3) Борозды, полив в каждый ряд	63,5	12,7	20	50,8	80
4) Борозды-щели полив через ряд	60,0	11,4	19	48,6	81
5) Дождевание – борозды	64,5	14,2	22	50,3	78
6) Внутрипочвенный – дождевание	65,5	14,4	22	51,1	78
НСР ₀₅ , т/га	–	1,1	–	–	–

Более высокая урожайность зерна сорго 14,2 и 14,4 т/га была на варианте 4 с комбинированным орошением дождевание и далее по бороздам и внутрпочвенный полив – дождевание, против 7,7 т/га на варианте без орошения. Полив по бороздам обеспечил получение высокого урожая в 11,4–12,7 т/га однако оно ниже, чем на вариантах 5 и 6.

Анализ доли зерна в надземной массе растений показывает, что при орошении доля зерна возрастает 22 % в вариантах 5 и 6.

При созревании была определена влажность почвы в вариантах с различными способами полива и рассчитаны показатели суммарного водопотребления (таблица 7.59).

Таблица 7.59 – Водопотребление сорго при различных режимах орошения, слой почвы 1,0 м, 2011–2013 гг. [53]

Вариант опыта	Использовано влаги из почвы,		Осадки		Оросительная норма		Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%		
1) Без орошения	1550	30	3693	70	0	0	5243	759,9
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1 м)	1059	15,1	3693	52,8	2240	32,0	6992	514,1
3) Борозды, полив в каждый ряд	1210	17,1	3693	52,2	2173	30,7	7076	557,2
4) Борозды-щели полив через ряд	1390	20,1	3693	53,3	1840	26,6	6923	607,3
5) Дождевание – борозды	1140	16,8	3693	54,3	1967	28,9	6800	478,9
6) Внутрпочвенный – дождевание	1059	15,0	3693	52,4	2290	32,5	7042	489,0

Суммарное водопотребление складывается из суммы запасов воды в почве, оросительной нормы и осадков. К моменту созревания влажность почвы на варианте 1 без орошения оказалась самой низкой 14,3 % от абсолютно сухой почвы, т. е. приближалась к влажности завядания растений, равной 13,8 %. На этом варианте было использовано влаги из почвы 1613 м³/га.

Осадки за годы исследований выпадали неравномерно, и их количество бы-

ло меньше среднемноголетней нормы. Поэтому во всех вариантах доля осадков от общего суммарного водопотребления составила от 52,2 % на варианте 3 до 70 % на варианте без орошения.

Оросительная норма была наибольшей на вариантах 2 и 6, соответственно 2240 и 2290 м³/га.

Анализ эффективности использования влаги показывает, что наименьший коэффициент водопотребления 478,9 м³/т был на варианте 5, а наибольший на варианте без орошения – 759,9 м³/т.

7.2.3 Влияние удобрений на рост, развитие и урожайность сорго зернового

Целью исследований было изучение отзывчивости сорго зернового на различные дозы внесения минеральных удобрений при орошении. Исследования проводились в ОАО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области в 2011–2013 годах. Почвы – чернозем обыкновенный, обеспеченность азотом средняя, фосфором и калием высокая. Исходя из показателей наличия питательных веществ в почве, коэффициентов их использования, наличия действующего вещества в удобрениях и коэффициента их использования, были рассчитаны дозы удобрений (М. К. Каюмов) [164] на планируемую урожайность сорго от 6 до 14 т/га зерна. Изучалось 6 вариантов с расчетными дозами удобрений на планируемую урожайность зерна (таблица 7.60).

Таблица 7.60 – Расчетные дозы удобрений на планируемую урожайность [54]

Вариант опыта	Планируемая урожайность, т/га	Расчетные дозы удобрений, кг
1	3–4	Без удобрений
2	6	N ₁₄₀ P ₆₀ K ₆₁
3	8	N ₁₈₇ P ₈₀ K ₈₂
4	10	N ₂₃₄ P ₁₀₀ K ₁₀₂
5	12	N ₂₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₂
6	14	N ₃₂₈ P ₁₄₀ K ₁₄₃

Фосфорные удобрения вносились в виде аммофоса осенью (в 100 кг содержится действующее вещество $N_{12}P_{52}$) под основную обработку 50 % дозы и весной остальные 50 % – под первую весеннюю культивацию.

В посевах велись биометрические и фенологические наблюдения по общепринятым методикам. В посевах сорго отмечали несколько фенологических фаз роста растений: всходы, 5 листьев, 9–10 листьев, выметывание, цветение, созревание (таблица 7.61).

Таблица 7.61 – Влияние доз удобрений на продолжительность вегетационного периода, 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Период	
	Посев – созревание	Всходы – созревание
1) Без удобрения (к)	121	114
2) $N_{140}P_{60}K_{61}$	124	115
3) $N_{187}P_{80}K_{82}$	125	119
4) $N_{234}P_{100}K_{102}$	128	121
5) $N_{280}P_{120}K_{122}$	129	123
6) $N_{328}P_{140}K_{143}$	131	125

Данные таблицы 7.61 показывают, что вегетационный период у сорго возрастает с увеличением доз вносимых удобрений со 114 суток на варианте 1 до 125 суток на варианте 6. Разница в продолжительности вегетации наблюдается, начиная с фазы 5–9 листьев. На вариантах 4, 5 и 6 с высокими дозами удобрений фаза выметывания наступает на 1–2 дня позже, чем на варианте без удобрений.

Линейный рост растений определяли по основным фазам роста растений. Данные приведены на рисунке 7.17.

Полученные кривые показывают, что высота растений увеличивается нарастающими темпами от всходов пропорционально увеличению дозы удобрений. С увеличением доз удобрений высота растений возрастает, и в фазу полного созревания составляет от 117 см на варианте без удобрений до 151 см на варианте 6 с высокими дозами удобрений $N_{328}P_{140}K_{143}$.

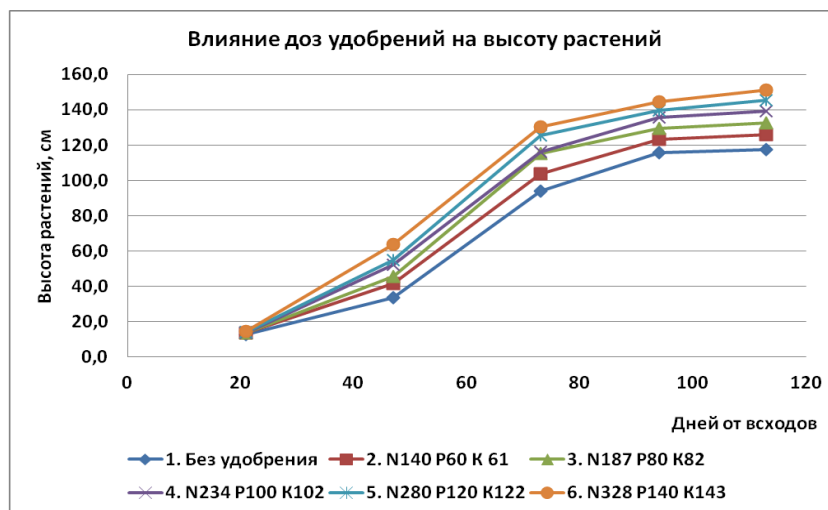


Рисунок 7.17 – Влияние доз удобрений на динамику изменения высоты растений, 2011–2013 гг. [54]

По результатам математической обработки получены кривые зависимости высоты растений от дозы удобрений для всех вариантов. Уравнения для вариантов 6 и 1 приведены на рисунке 7.18. Уравнения регрессии (полином третьей степени) имеют высокую достоверность аппроксимации и могут применяться для научных и практических целей при программировании развития сорго при орошении, например для варианта 1 (без удобрений) уравнение имеет вид $U_{\text{вар. 1}} = -0,0003x^3 + 0,0427x^2 - 0,0405x$ и для варианта 6 (самая большая доза) – $U_{\text{вар. 6}} = -0,0002x^3 + 0,0397x^2 - 0,4509x$.

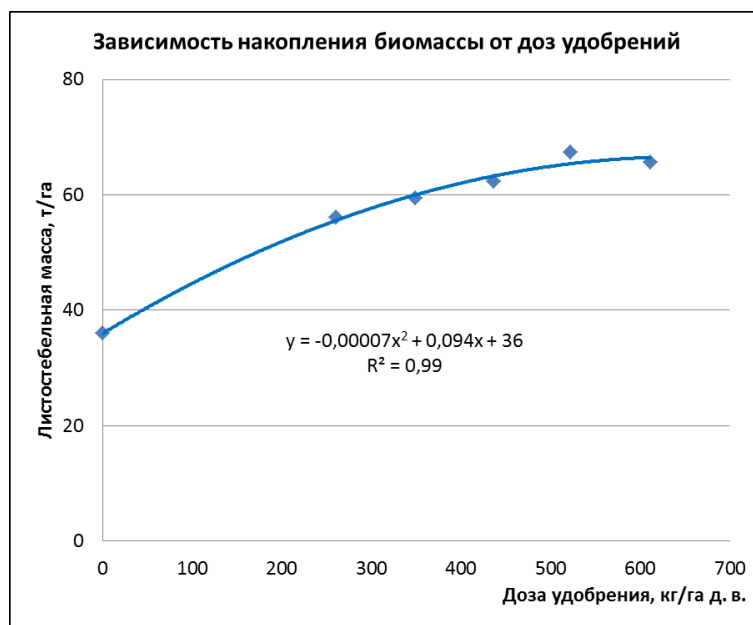


Рисунок 7.18 – Зависимость величины зеленой массы растений от доз удобрений (в период созревания), 2011–2013 гг.

Дозы удобрений оказали существенное влияние и на темпы накопления зеленой биомассы. Динамику накопления зеленой массы определяли по основным фазам роста (таблица 7.62).

Таблица 7.62 – Динамика накопления зеленой массы сорго, 2011–2013 гг. [54]

Вариант опыта	Зеленая масса, т/га				
	5 лист	9–10 лист	Выметывание	Цветение	Созревание
Период вегетации от всходов, сут	21	47	71	100	117
1) Без удобрения	0,42	2,87	8,47	29,73	36,0
2) N ₁₄₀ P ₆₀ K ₆₁	0,47	3,16	15,37	42,10	56,1
3) N ₁₈₇ P ₈₀ K ₈₂	0,51	3,63	18,07	45,30	59,4
4) N ₂₃₄ P ₁₀₀ K ₁₀₂	0,55	4,76	21,87	44,87	62,3
5) N ₂₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₂	0,61	5,42	26,27	49,27	67,3
6) N ₃₂₈ P ₁₄₀ K ₁₄₃	0,71	5,75	27,90	55,80	65,7

Наименьшая масса растений была на варианте без удобрений. Наблюдается прямая зависимость количества зеленой массы растений от величины доз удобрений.

Кривая зависимости показывает, что нарастание массы идет интенсивно до суммарной дозы удобрений 436 кг д. в./га, что соответствует 4 варианту N₂₃₄P₁₀₀K₁₀₂ (рисунок 7.18).

Урожайность зерна определялась при созревании сорго. Наиболее ранние сроки созревания наблюдались на варианте 1 без удобрения, наиболее поздние – на вариантах 5 и 6 с большими дозами удобрений, где создавались более благоприятные условия роста. Об этом свидетельствуют данные по высоте, листовой поверхности и массе растений. Для возможности сравнения массы растений влажность листостебельной массы приведена к стандартной влажности, а зерно к 14%-й влажности (таблица 7.63).

НСР составила по годам от 0,67 до 0,92 т. Более высокая урожайность зерна сорго (14,7 т/га) была на варианте 6 с самой большой дозой удобрения N₃₂₈P₁₄₀K₁₄₃.

Как показывают кривые на рисунке 7.19, урожайность возрастает большими

темпами с повышением доз удобрений до достижения дозы 400–500 кг/га д. в. (с 1 по 4 варианты), а в дальнейшем возрастает незначительно [54].

Таблица 7.63 – Масса растений и урожайность зерна сорго, 2011–2013 гг. [54]

Вариант опыта	Суммарная доза удобрений, кг/га д. в.	Масса растений, т/га	Урожайность		Листостебельная масса		Прибавка урожая зерна на 1 кг д. в., кг
			т/га	%	т/га	%	
1) Без удобрения	-	36,0	5,1	14	30,9	86	–
2) N ₁₄₀ P ₆₀ K ₆₁	261	56,1	7,7	14	48,4	86	10,0
3) N ₁₈₇ P ₈₀ K ₈₂	349	59,4	10,8	18	48,6	82	16,3
4) N ₂₃₄ P ₁₀₀ K ₁₀₂	436	62,3	13,2	21	49,2	79	18,6
5) N ₂₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₂	522	67,3	14,4	21	53,0	79	17,8
6) N ₃₂₈ P ₁₄₀ K ₁₄₃	611	65,7	14,7	22	51,0	78	15,7

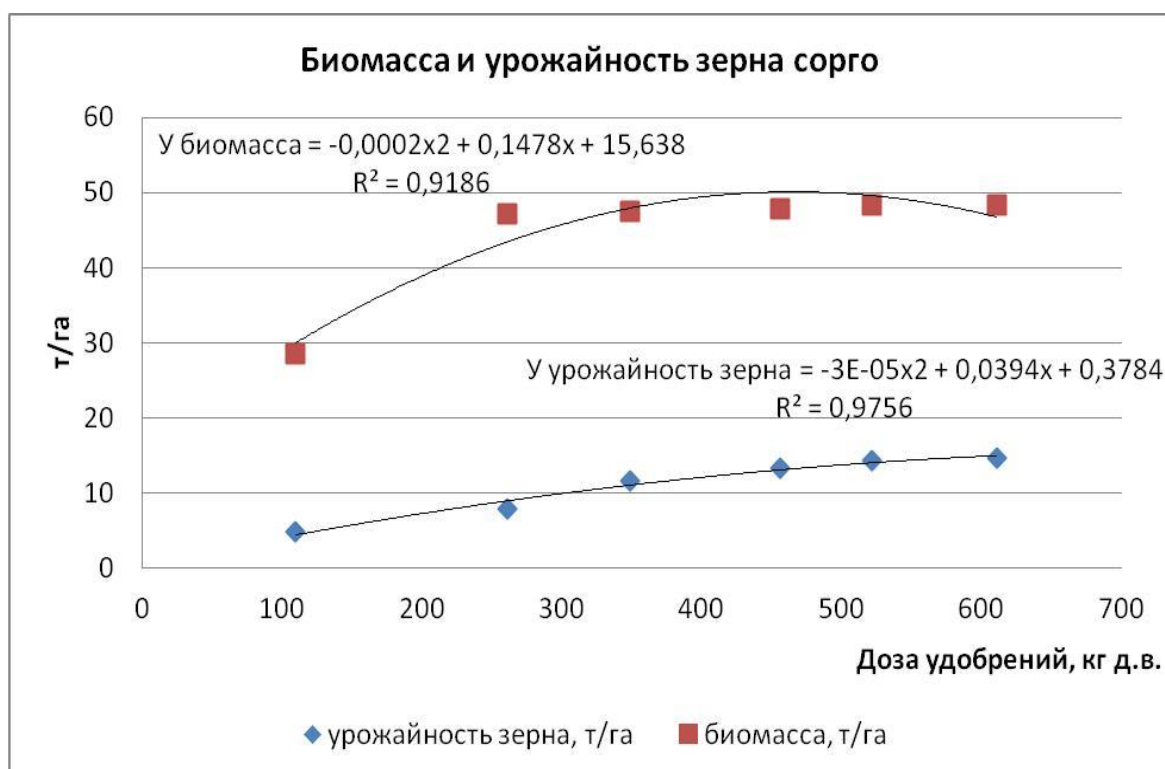


Рисунок 7.19 – Зависимость веса биомассы и урожайности зерна от суммарной дозы удобрений

Анализ прибавки урожая показал, что наибольшая прибавка урожая 18,6 кг на 1 кг д. в. удобрений была на 4 варианте с дозой 436 кг д. в. (N₂₃₄P₁₀₀K₁₀₂), при снижении дозы удобрений до 261 кг (2 вариант N₁₄₀P₆₀K₆₁) или увеличении дозы до 611 кг (6 вариант N₃₂₈P₁₄₀K₁₄₃) происходит снижение прибавки зерна

на 1 кг д. в. удобрений соответственно до 10,0 и 15,7 кг, что отражено на графике (рисунок 7.20).

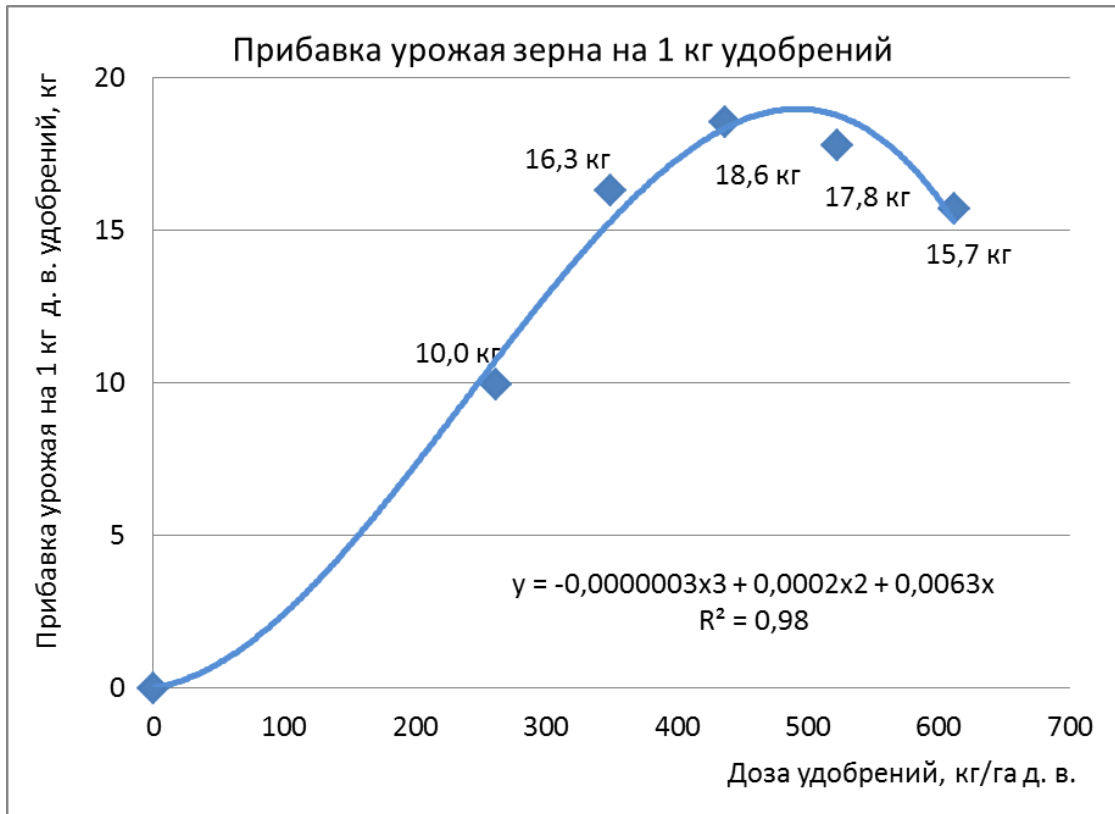


Рисунок 7.20 – Прибавка урожая зерна сорго на 1 кг д. в. удобрений, кг [54]

Для оценки качества урожая проводились биохимические исследования зерна сорго и определялись основные показатели качества зерна сырой протеин, сырой жир, клетчатка, БЭВ и зола (таблица 7.64).

Таблица 7.64 – Влияние доз удобрений на качественный состав зерна сорго, 2011–2013 гг. [54]

Вариант опыта	Содержание питательных веществ в абсолютно сухом веществе зерна сорго, %				
	Сырой протеин	Сырой жир	Клетчатка	БЭВ	Зола
1) Без удобрения	11,1	3,2	5,6	76,4	3,7
2) N ₁₄₀ P ₆₀ K ₆₁	11,3	3,2	5,5	76,3	3,7
3) N ₁₈₇ P ₈₀ K ₈₂	11,8	4,2	3,9	76,5	3,6
4) N ₂₃₄ P ₁₀₀ K ₁₀₂	12,2	3,8	3,9	76,6	3,5
5) N ₂₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₂	12,5	3,8	3,9	76,5	3,3
6) N ₃₂₈ P ₁₄₀ K ₁₄₃	13,1	3,9	3,8	75,8	3,4

Как показывают данные таблицы 7.64 увеличение доз удобрений, способствует повышению доли сырого протеина в зерне на 2 % и наблюдается тенденция повышения содержания сырого жира до 1 %, уменьшается количество клетчатки на 1,6 %.

Анализ данных суммарного водопотребления показал, что оно увеличивается с увеличением доз вносимых удобрений с 6036 на варианте 1 до 6511 м³/га на варианте 6. Однако с повышением урожайности коэффициент водопотребления снижается соответственно с 1193 до 444 м³/т (таблица 7.65).

Таблица 7.65 – Водопотребление сорго при различных дозах удобрения, слой почвы 1,0 м, 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
1) Без удобрения	6036	1193
2) N ₁₄₀ P ₆₀ K ₆₁	6087	788
3) N ₁₈₇ P ₈₀ K ₈₂	6207	574
4) N ₂₃₄ P ₁₀₀ K ₁₀₂	6299	478
5) N ₂₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₂	6436	448
6) N ₃₂₈ P ₁₄₀ K ₁₄₃	6511	444

По результатам проведенных исследований по изучению влияния влагообеспеченности и доз минеральных удобрений на продуктивность сорго зернового можно сделать следующие выводы [57, 58]:

1 На орошаемых вариантах 2, 3 и 5 создавались более благоприятные условия для роста и развития растений сорго, так как они имели большую высоту растений, зеленой массы было больше, листовая поверхность, больше чем на варианте без орошения.

2 Наиболее благоприятные условия увлажнения для формирования высокой урожайности зерна сорго создаются при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м, где урожайность составила 13,9 т/га, что на 114 % выше, чем на варианте без орошения.

3 Наибольшее суммарное водопотребление 6012 м³/га было на варианте 2

с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м, против 5243 м³/га на варианте без орошения.

4 Более экономно влага использовалась на варианте 2, где коэффициент водопотребления был наименьший 423 м³/т, против 738 м³/т на варианте без орошения.

5 Орошение дождеванием или по бороздам, по сравнению с вариантом без орошения, обеспечивает постоянно растения необходимым количеством влаги для роста и развития, что подтверждается большей высотой растений на 10–12 %, количеством зеленой массы и площадью листовой поверхности.

6 Наиболее благоприятные условия увлажнения для формирования высокой урожайности зерна сорго создаются при сочетании дождевания в начальные периоды роста и затем полив по бороздам по схеме варианта 4 и на варианте с использованием внутрипочвенного струйного полива и далее дождевание, где урожайность составила 14,2 и 14,4 т/га, что на 106 и 109 % выше, чем на варианте без орошения.

7 Наибольшее суммарное водопотребление 7076 м³/га было на варианте 2 при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,6 м, против 5243 м³/га на варианте без орошения, но более экономно влага использовалась на варианте 5, где коэффициент водопотребления был наименьший 478,9 м³/т, против 759,9 м³/т на варианте без орошения.

8 Установлено, что в условиях орошения на черноземах Ростовской области внесение минеральных удобрений является основным условием получения высокой урожайности (порядка 14 т/га зерна). Растения сорго увеличивают высоту растений на 33,6 %, площадь листовой поверхности – на 86,9 %, биомассу к концу вегетации – на 81,4 %.

9 Увеличение доз минеральных удобрений способствует повышению урожайности зерна с 5,1 т/га на варианте без удобрений до 14,7 т/га на 4 варианте с дозой 436 кг д.в. (N₂₄₃P₁₀₀K₁₀₂), при снижении дозы удобрений до 261 кг (2 вариант N₁₄₀P₆₀K₆₁) или увеличение дозы до 611 кг (6 вариант N₃₂₈P₁₄₀K₁₄₃) прибавка урожая зерна на 1 кг д. в. удобрений снижается соответственно до 10,0 и 15,7 кг.

7.3 Особенности возделывания лука репчатого посевом семенами в открытый грунт на орошаемых землях

7.3.1 Режим орошения лука репчатого

Высокая продуктивность овощных культур, в том числе и лука репчатого, обеспечивается за счет восполнения дефицита влажности почвы поливной водой. Особенно недостаток влаги в почве сказывается на урожайности в критические фазы роста и развития сельскохозяйственных культур.

Анализ литературных источников [6, 46–48, 270, 293, 303, 360, 361] позволил сделать вывод, что в условиях юга России, в том числе и в Ростовской области, основным лимитирующим фактором получения стабильно высоких урожаев репчатого лука является недостаток влаги в почве.

Поэтому для восполнения дефицита влаги необходимо орошение. Определение наиболее оптимального режима орошения, при возделывании лука репчатого, в настоящее время является одной из первоочередных задач в орошаемом овощеводстве.

При изучении наиболее рационального режима орошения лука репчатого нами был заложен опыт, который включал в себя четыре варианта, результат которых позволил установить влияние влагообеспеченности на рост и развитие лука репчатого.

Во время проведения исследования (2006–2008 гг.) вегетационные поливы проводились согласно схеме опытов. Заданные режимы орошения были выдержаны. Величина поливных норм для каждого варианта опыта определялась по методике А. Н. Костякова и зависела от принятого слоя увлажнения, предполивного порога влажности почвы и ее плотности.

Поливной режим лука репчатого изменялся по годам исследований и зависел от многих природно-климатических факторов. Так в 2007 году за период вегетации выпало наименьшее количество осадков 145,9 мм, что составляет 59,6 % от среднемноголетней величины и поэтому потребовалось наибольшее количе-

ство поливов (от 4 до 9, в зависимости от режима орошения).

В 2006 и 2008 гг. исследований за период апрель – сентябрь выпало осадков больше, чем среднемноголетняя величина, и они составили соответственно 273,4 и 282,9 мм. В связи с этим снизилось и количество поливов от 7 на варианте № 1, до 3 на варианте № 3.

Изучался также и дифференцированный режим орошения, при котором предполивной порог влажности, после окончания формирования листового аппарата, снижался до 70 % НВ. При этом режиме орошения количество поливов в зависимости от условий увлажнения года изменялось от 6 во влажные годы, до 7 в сухой год.

На варианте без орошения поливы не проводились, запасы влаги в почве в летний период снижались до 55–60 % НВ (мертвый запас влаги), что привело к сильному угнетению растений и как следствие резкому снижению урожайности.

Кратность поливов, в среднем за 3 года исследования, на контрольном варианте № 1 составила 7,3, на варианте № 2, где осуществлялся дифференцированный режим орошения – 6,3, а на варианте, где поддерживалась влажность почвы в период вегетации не ниже 70 % НВ – 3,7.

Соответственно изменялась и оросительная норма, так в среднем за 3 года она варьировала от 1540 м³/га на варианте № 3, до 2300 м³/га на контрольном варианте № 1 (таблица 7.66).

Таблица 7.66 – Режим орошения лука репчатого

Год	Вариант опыта	Поливная норма, м ³ /га	Количество (кратность) поливов, шт.	Оросительная норма, м ³ /га
1	2	3	4	5
2006	1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	300	7	2100
	2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	300 420	5 1	1920
	3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	420	3	1260
	4) Без орошения	–	–	–

Продолжение таблицы 7.66

1	2	3	4	5
2007	1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	300	9	2700
	2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	300 420	6 1	2220
	3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	420	4	1680
	4) Без орошения	–	–	–
2008	1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	300	7	2100
	2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	300 420	5 1	1920
	3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	420	4	1680
	4) Без орошения	–	–	–
В среднем	1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	300	7,3	2300
	2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	300 420	6,3	2020
	3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	420	3,7	1540
	4) Без орошения	–	–	–

При посеве, в ранневесенний период влажность почвы во все годы исследований была выше 90 % НВ в слое 0–10 см, что было достаточно для получения равномерных и дружных всходов при естественных влагозапасах.

За годы исследований (2006–2008 гг.) заданные режимы орошения были выдержанны полностью и поддерживались согласно исследуемому порогу увлажнения. Ниже планируемого порога увлажнения влажность почвы не опускалась, за исключением варианта без орошения. Поливной режим формировался в каждом конкретном году под влиянием погодных условий.

Проведенные исследования в ЗАО «Нива» Аксайского района показали, что орошение, несомненно, оказывает влияние на все жизненные процессы, происходящие в растениях во время вегетации. Повышается их устойчивость к различным стрессам, увеличивается линейный рост, повышается выживаемость растений,

увеличиваются темпы нарастания листовой поверхности и накопления сухого вещества, повышается длина вегетационного периода и изменяется ход биохимических реакций и, в конечном итоге, изменяется количество и качество урожая.

В зависимости от группы спелости различных сортов лука репчатого длина вегетационного периода может варьировать в больших пределах (от 85 до 140 дней). Нами высевался среднеспелый сорт лука Янтарный 29 с длиной вегетационного периода 96–100 дней.

Лук растение холодостойкое, семена могут прорасти при температуре плюс 2–3°C. Оптимальная температура для прорастания семян 18–22°C. Всходы могут переносить заморозки до минус 1–2 °C. Такая температура в Центральной орошаемой зоне Ростовской области в зависимости от года наступает в третьей декаде марта – первой декаде апреля, что совпадает с посевом яровых зерновых культур. Эти сроки позволяют своевременно произвести посев и получить дружные всходы лука репчатого.

Проведенные наблюдения показывают, что на всех вариантах опыта количество всходов отличается не значительно, но к концу вегетационного периода количество растений на орошаемых вариантах было на 30–35 % выше. Выживаемость на орошаемых вариантах составила в среднем за 3 года 51–55 %, а на варианте без орошения – 34 % (приложение Ж).

Посев лука репчатого производился с 22 марта в 2006 году по 7 апреля в 2008 году. Всходы появлялись на 18–20 день после посева. В течение вегетации на опытных участках отмечались дни наступления основных фаз роста и развития растений репчатого лука: всходы, начало формирования луковицы, полегание и пожелтение листьев, техническая спелость (приложение И).

В орошаемых вариантах наступление фазы «начало формирования луковицы» происходило в среднем за 2006–2008 гг. на 34–36 день, а на варианте без орошения на 32-е сутки и как следствие укорачивался и вегетационный период. На период «начало формирования луковицы – полегание и пожелтение листьев» приходится более половины продолжительности вегетационного периода и составляет на орошаемых вариантах в среднем 48–53 дня, а на варианте, где оро-

шение не проводилось – 46 дней. От начала полегания и пожелтения листьев до начала уборки проходит в среднем 9–12 суток.

Длина вегетационного периода была наибольшей на варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ и составила в среднем за 3 года исследований 101 день. Наименьшая продолжительность вегетационного периода наблюдалась на варианте опыта, где орошение не проводилось, и составила 87 дней. К уборке приступали при подсыхании листьев у 80 % растений репчатого лука.

Полученные даты наступления отдельных фаз роста и развития растений репчатого лука позволили нам определить среднюю за три года продолжительность по наиболее ответственным периодам, которые приводятся в таблице 7.67.

Таблица 7.67 – Продолжительность вегетации лука репчатого, ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района, в среднем за 2006–2008 гг.

Вариант опыта	Посев – всходы	Всходы – начало формирования луковицы	Начало формирования луковицы – полегание и пожелтение листьев	В сутках	
				Полегание и пожелтение листьев – уборка	Длина вегетационного периода
1) 80 % НВ в слое 0,4 м	18	36	53	12	101
2) 80 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70 % НВ	18	36	51	11	98
3) 70 % НВ в слое 0,4 м	18	34	48	9	91
4) Без орошения	18	32	46	9	87

Фенологические наблюдения, проводимые на опытных участках, показали, что на орошаемых вариантах (1, 2) продолжительность периодов роста сильно не изменяется. На варианте опыта, где поддерживалась влажность почвы не ниже 70 % НВ в слое 0,4 м, вегетационный период сократился на 7–10 дней, а на вари-

анте без орошения продолжительность вегетационного периода сократилась заметно, и составила в среднем за 3 года 87 дней.

Таким образом, на орошаемых вариантах вегетационный период лука репчатого увеличивается по сравнению с вариантом без орошения. Увеличение вегетационного периода в целом при орошении свидетельствует о более благоприятных условиях роста и развития лука репчатого. Увеличение продолжительности фенологической фазы роста и развития – «начало формирования луковицы – полегание и пожелтение листьев» на несколько дней позволяет продлить период синтеза веществ и их накопление в растениях. Это сказывается и на урожайности лука репчатого.

Высота растений лука репчатого является одним из весомых признаков, характеризующих условия произрастания. Наблюдения показали, что на всех вариантах опыта растения в начальный период роста и развития росли медленно. Это говорит о том, что репчатый лук, как и большинство других растений, развивается в первую очередь корневую систему. В этот период обеспеченность влагой существенно не влияет на высоту растений (таблица 7.68).

Таблица 7.68 – Высота растений лука репчатого, ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района в среднем за 2006–2008 гг.

Вариант опыта	В см		
	Фаза 2–3-го листа	Фаза образования луковицы	Фаза технической спелости
1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м	9,6	36,9	39,4
2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	9,4	35,4	38,7
3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	8,8	32,4	33,5
4) Без орошения	7,6	26,5	27,1

Фенологические и биометрические наблюдения за развитием и темпами нарастания листовой поверхности показали значительное ее увеличение на всех вариантах опыта в фазу образования луковицы. Максимальный индекс площади листовой поверхности с 1 га площади достигается на контрольном варианте, где поддерживалась влажность почвы не ниже 80 % НВ, и составила в среднем

за 3 года – 30,6 тыс. м²/га (таблица 7.69).

Таблица 7.69 – Максимальная площадь листовой поверхности, ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района

Вариант опыта	В тыс. м ² /га			В среднем
	2006	2007	2008	
1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	31,6	29,1	31,2	30,6
2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	30,9	27,2	30,7	29,6
3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	28,1	25,5	27,6	27,1
4) Без орошения	18,2	15,5	18,0	17,2

При этом при снижении предполивного порога влажности до 70 % НВ приводило к снижению индекса листовой поверхности до 12–13 %, а на варианте, где использовался дифференцированный режим орошения, снижение этого показателя было незначительно (2–3 %).

Исследованиями было установлено, что на варианте, где орошение не применялось, уменьшение индекса листовой поверхности было значительно и достигало 45 %.

Таким образом, можно сказать, что орошение позволяет поддерживать оптимальную влажность почвы и, как следствие, благоприятно влияет на прирост листовой поверхности, что приводит к увеличению урожайности. Так, на контрольном варианте максимальная площадь листовой поверхности была наивысшей и составила в среднем за 3 года – 30,6 тыс. м²/га.

Фотосинтетический потенциал лука репчатого является обобщающим показателем, при помощи которого определяют степень благоприятности систем удобрений, норм высева, ухода за посевами, водного и воздушного режимов почвы и т. д. для продуктивности сельскохозяйственных культур. Его определение позволяет получить данные, которые характеризуют зависимость между фотосинтетическим потенциалом и уровнем урожайности. Для его расчета необходимо определить усредненную площадь листовой поверхности и период вегетации. Умноженная площадь листьев на продолжительность их работы и определяет ве-

личину фотосинтетического потенциала посева в тыс. м²/га суток. Фотосинтетический потенциал является одним из необходимых показателей при программировании урожайности сельскохозяйственных культур.

Исследования, проведенные в ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района Ростовской области позволили определить фотосинтетический потенциал лука репчатого, который представлен в таблице 7.70.

Таблица 7.70 – Фотосинтетический потенциал лука репчатого,
ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района, 2006–2008 гг.

В тыс. м² дней/га

Вариант опыта	Год исследований			В среднем
	2006	2007	2008	
1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	3067	2908	3302	3092
2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	2938	2696	3069	2902
3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	2443	2324	2623	2464
4) Без орошения	1531	1330	1638	1499

Анализ таблицы 7.70 показал, что наибольший фотосинтетический потенциал лука репчатого был получен на контрольном варианте и составил 3092 тыс. м² дней/га, при дифференцированном режиме орошения этот показатель был ниже на 6,1 %. На варианте опыта, где влажность почвы поддерживалась не ниже 70 % в слое 0,4 м площадь листовой поверхности была ниже на 20,3 %, чем на контроле. При возделывании лука репчатого без орошения растения угнетались из-за нехватки воды и фотосинтетический потенциал был ниже более чем в 2 раза.

Чистая продуктивность фотосинтеза, показатель, характеризующий количество общей сухой биомассы, образованной растениями в течение суток в расчете на 1 м² листовой поверхности. Среднюю продуктивность фотосинтеза листьев за весь период вегетации можно определить путем деления массы общего биологического урожая на показатель фотосинтетического потенциала посевов.

Чистая продуктивность фотосинтеза лука репчатого за 3 года исследований представлена в таблице 7.71.

Таблица 7.71 – Чистая продуктивность фотосинтеза лука репчатого,
ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района

В г/м² в сутки

Вариант опыта	Год исследований			В среднем
	2006	2007	2008	
1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	2,1	2,2	2,5	2,3
2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	2,0	2,2	2,5	2,2
3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	1,9	1,9	2,5	2,1
4) Без орошения	1,5	1,2	2,0	1,6

Как видно из таблицы 7.71, во влажный 2008 год чистая продуктивность фотосинтеза на орошаемых вариантах была одинаковой и составляла 2,5 г/м² в сутки. На неорошаемом варианте этот показатель был наименьшим и варьировал в зависимости от условий увлажнения года от 1,2 до 2,5 г/м². В среднем за 3 года чистая продуктивность фотосинтеза была наивысшей на контрольном варианте, где поддерживалась влажность почвы не ниже 80 % НВ.

Среднесуточный прирост сухого вещества лука репчатого представлен в таблице 7.72.

Таблица 7.72 – Среднесуточный прирост сухого вещества лука репчатого,
ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района

В кг/га в сутки

Вариант опыта	Год исследований			В среднем
	2006	2007	2008	
1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	67,1	62,7	73,5	67,8
2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	65,3	59,8	76,2	67,1
3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	60,4	52,4	73,4	62,3
4) Без орошения	32,5	21,8	39,6	31,5

Динамика накопления сухих веществ показывает, что максимальный суточный прирост, растения имели при достаточном увлажнении в течение всей вегетации на варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м.

Накопление сухих веществ в растениях начинается с момента появления всходов. С этого момента темпы прироста сухого вещества начинают постоянно возрастать и выявляют тесную связь с постоянно увеличивающейся площадью листовой поверхности. Эта связь наблюдается до начала фазы пожелтения листьев.

В дальнейшем накопление сухих веществ идет за счет формирования луковицы, куда стекаются все синтезированные вещества (таблица 7.73).

Таблица 7.73 – Формирование сухой массы лука репчатого, ЗАО «Аксайская нива» Аксайского района

Вариант опыта	Год исследований			В среднем
	2006	2007	2008	
1) 80–100 % НВ в слое 0,4 м (к)	6,51	6,27	7,79	6,85
2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	6,20	5,92	7,62	6,58
3) 70–100 % НВ в слое 0,4 м	5,26	4,77	6,98	5,67
4) Без орошения	2,73	1,87	3,61	2,74

Проведенные исследования показали, что наибольшее количество сухих веществ получено на контрольном варианте и при использовании дифференцированного режима орошения и составило 6,85 и 6,58 т/га соответственно.

Урожайность лука репчатого в зависимости от режимов орошения представлена в таблице 7.74.

Таблица 7.74 – Урожайность товарного лука репчатого в зависимости от режима орошения, 2006–2008 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля		Прибавка от орошения	
		±	%	±	%
1) 80–100 % НВ (контроль)	46,2	–	–	24,8	115,9
2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	45,2	–1,0	2,2	23,8	111,2
3) 70–100 % НВ	41,4	–4,8	10,4	20,0	93,5
4) Без орошения	21,4	–24,8	53,7	–	–
НСР ₀₅ , т	2,51				

Анализ таблицы 7.74 показывает, что наиболее благоприятные условия при выращивании лука репчатого создались на варианте 1 и 2 (80–100 % НВ и дифференцированный), где была получена наибольшая урожайность и составила соответственно 46,2 и 45,2 т/га.

Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления являются неотъемлемыми показателями при изучении режимов орошения сельскохозяйственных культур. Результаты исследований по изучению суммарного водопотребления и коэффициент водопотребления лука репчатого представлен в таблице 7.75.

Таблица 7.75 – Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления лука репчатого, 2006–2008 гг.

Вариант опыта	Оросительная норма, м ³ /га	Осадки, м ³ /га	Использование воды из почвы, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
1) 80–100 % НВ (контроль)	2100	2786	148	5034	46,2	109,0
2) 80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	1920	2786	183	4889	45,2	108,1
3) 70–100 % НВ	1680	2786	215	4681	41,4	113,1
4) Без орошения	–	2786	378	3164	21,4	150,7

Из таблицы 7.75 видно, что оросительная норма при возделывании лука репчатого варьировала в зависимости от режима орошения от 1680 до 2100 м³/га. Наиболее экономно вода расходовалась на варианте 2, на котором осуществлялся дифференцированный режим орошения (80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ), коэффициент водопотребления на котором составил 108,1 м³/т.

Таким образом, в условиях Ростовской области при возделывании лука репчатого посевом семенами в открытый грунт наиболее благоприятными режимами орошения являются режимы, при которых влажность почвы поддерживается не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м и дифференцированный (80 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70 % НВ), на которых была получена максимальная урожайность и наименьший коэффициент водопотребления.

7.3.2 Продуктивность лука репчатого в зависимости от доз минеральных удобрений при различной влагообеспеченности

Для расчета доз минеральных удобрений необходимо изучить изменение содержания питательных веществ в почве в течение вегетации. Для этого в течение вегетационного периода, начиная с посева репчатого лука, велись наблюдения за динамикой изменения содержания питательных веществ в почве на вариантах с удобрениями и без удобрений при различных режимах орошения в пахотном (0–30 см) и подпахотном (30–50 см) горизонтах почвы (таблица 7.76).

Таблица 7.76 – Динамика изменения содержания питательных веществ в почве при различной влагообеспеченности, ЗАО «Нива» Весёловского района, в среднем 2004–2006 гг.

Вариант опыта	Слой почвы, см	Содержание питательных веществ, мг/100 г почвы						
		N легкогидролизуемый			P ₂ O ₅		K ₂ O	
		В начале вегетации	В середине вегетации	В конце вегетации	В начале вегетации	В конце вегетации	В начале вегетации	В конце вегетации
1	2	3	4	5	6	7	8	9
70 % НВ								
N ₁₀₀ P ₉₀	0–30	5,6	5,9	5,0	5,1	4,2	51	48
	30–50	3,4	3,5	2,8	3,3	2,8	35	33
N ₁₂₀ P ₁₂₀	0–30	5,9	6,5	5,1	5,3	4,1	50	47
	30–50	3,5	3,6	2,8	3,4	3,0	35	33
N ₁₄₀ P ₁₅₀	0–30	6,3	6,6	5,1	5,5	4,7	51	45

	30–50	3,6	3,7	2,7	3,6	3,1	35	32
Продолжение таблицы 7.76								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Без удобрений	0–30	3,5	3,1	2,2	2,4	2,0	50	49
	30–50	3,1	2,9	2,7	2,1	1,7	35	34
80 % НВ								
N ₁₀₀ P ₉₀	0–30	5,6	5,8	4,8	5,1	4,0	51	52
	30–50	3,4	3,4	2,7	3,3	2,7	35	33
N ₁₂₀ P ₁₂₀	0–30	5,9	6,3	4,9	5,3	4,1	51	52
	30–50	3,5	3,6	2,7	3,4	2,9	35	32
N ₁₄₀ P ₁₅₀	0–30	6,3	6,7	4,8	5,5	4,5	51	51
	30–50	3,6	3,7	2,6	3,6	2,9	35	30
Без удобрений	0–30	3,5	2,9	2,0	2,4	2,0	51	48
	30–50	3,1	2,8	2,6	2,1	1,8	35	33
Без орошения								
N ₁₀₀ P ₉₀	0–30	5,6	6,0	5,0	5,1	4,7	51	50
	30–50	3,4	3,6	3,2	3,3	3,1	35	35
N ₁₂₀ P ₁₂₀	0–30	5,9	6,5	5,2	5,3	4,8	50	50
	30–50	3,5	3,7	3,3	3,4	3,2	35	34
N ₁₄₀ P ₁₅₀	0–30	6,3	6,8	5,3	5,5	4,8	51	48
	30–50	3,6	3,7	3,4	3,6	3,2	35	33
Без удобрений	0–30	3,5	3,3	3,1	2,4	2,1	50	50
	30–50	3,1	2,9	2,6	2,1	1,8	35	35

Из таблицы 7.76 видно, что содержание легкогидролизуемого азота в почве среднее, наблюдается небольшое его увеличение в середине вегетации. Это связано с проведением подкормок. Перед уборкой содержание азота снизилось и составляло на вариантах с внесением удобрений в пахотном слое от 4,8 до 5,5 мг/100 г почвы и в подпахотном горизонте 3,4–3,7 мг/100 г почвы.

Динамика изменения содержания подвижного фосфора на различных вариантах опыта во время вегетации имела тенденцию к снижению. В начале вегетации на варианте без удобрений содержание подвижного фосфора в пахотном слое

составляло 2,4, в подпахотном 1,7–1,8 мг/100 г почвы.

На вариантах с внесением удобрений его содержание варьировало в начале вегетации от 5,1 до 5,5 мг/100 г почвы в пахотном горизонте и 3,3–3,6 в подпахотном. К концу вегетации содержание подвижного фосфора снизилось до 4,0–4,8 в пахотном и до 2,7–3,2 мг/100 почвы в подпахотном горизонте почвы.

По содержанию обменного калия почвы опытных участков относятся к высоко обеспеченными, поэтому калийные удобрения нами не вносились. В начале вегетации содержание калия составляло в пахотном горизонте 50–51 мг/100 г почвы, в подпахотном 35 мг/100 г почвы. По мере роста и развития репчатого лука на вариантах без орошения было незначительное снижение содержания обменного калия, но к концу вегетации его содержание в почве практически не изменилось.

На вариантах с расчетными режимами орошения во влажные годы наблюдалось некоторое повышение содержания калия в почве. Это объясняется тем, что при высокой влажности почвы более интенсивно происходит переход труднодоступных соединений в легкодоступные, что благоприятно влияет на рост и развитие растений репчатого лука.

Урожайность лука репчатого в зависимости от различных доз удобрений и орошения представлена в таблице 7.77.

Таблица 7.77 – Урожайность товарного лука репчатого в зависимости от доз минеральных удобрений и влагообеспеченности, 2004–2006 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га			
	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Средняя
1	2	3	4	5
70 % НВ				
N ₁₀₀ P ₉₀	32,1	26,2	31,4	29,9
N ₁₂₀ P ₁₂₀	39,7	36,4	41,0	39,0
N ₁₄₀ P ₁₅₀	45,6	42,8	47,6	45,3
Без удобрений	23,5	20,2	23,5	22,4
80 % НВ				
N ₁₀₀ P ₉₀	33,4	30,6	34,4	32,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀	45,6	41,0	46,6	44,4
N ₁₄₀ P ₁₅₀	52,1	49,1	54,4	51,9

Без удобрений	27,3	22,4	26,7	25,5
---------------	------	------	------	------

Продолжение таблицы 7.77

1	2	3	4	5
Без орошения				
N ₁₀₀ P ₉₀	15,9	13,0	15,6	14,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀	19,4	16,1	19,1	18,2
N ₁₄₀ P ₁₅₀	23,9	20,0	23,6	22,5
Без удобрений	12,3	11,1	12,6	12,0
НСР	1,11–1,63			

Из таблицы 7.77 видно, что наибольшая урожайность была получена при внесении минеральных удобрений в дозе N₁₄₀P₁₅₀ при поддержании предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м и составила в среднем за 2004–2006 гг. 51,9 т/га.

Самая низкая урожайность была получена на варианте без удобрений и орошения 12 т/га. Прибавка от применения удобрений и орошения составила 39,9 т/га или 332,5%.

Проведенные исследования показывают, что эффективность удобрений и орошения повышается от их совместного применения. При этом наибольшее влияние проявляется при поддержании предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ.

Таким образом, в условиях регулируемого водного режима удобрения дают возможность получать стабильно высокие урожаи лука репчатого порядка 50–55 т/га.

Для оценки эффективности использования рассмотрим данные по суммарному водопотреблению и коэффициент водопотребления лука репчатого в зависимости от питательного режима и влагообеспеченности. Эти данные представлены в таблице 7.78.

Анализ таблицы 7.78 показывает, что суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления изменяются в зависимости как от водного режима, так и от применения различных доз минеральных удобрений.

Наиболее рационально вода использовалась при внесении минеральных удобрений в дозе N₁₄₀P₁₅₀ и составила в зависимости от режима орошения от 104,1 до 107,4 м³/т.

Таблица 7.78 – Водопотребление лука репчатого в зависимости от влагообеспеченности и доз удобрений

Вариант опыта	Суммарное водопотребление, м ³ /га	В том числе оросительная норма, м ³ /га	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
70–100 % НВ				
N ₁₀₀ P ₉₀	4593	1540	29,9	153,6
N ₁₂₀ P ₁₂₀	4707	1540	39,0	120,7
N ₁₄₀ P ₁₅₀	4856	1540	45,3	107,4
Без удобрений	4518	1540	22,4	201,7
80–100 % НВ				
N ₁₀₀ P ₉₀	4980	2300	32,8	151,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀	5170	2300	44,4	116,4
N ₁₄₀ P ₁₅₀	5403	2300	51,9	104,1
Без удобрений	4921	2300	25,5	193
Без орошения				
N ₁₀₀ P ₉₀	2860	–	14,8	193,2
N ₁₂₀ P ₁₂₀	3265	–	18,2	179,4
N ₁₄₀ P ₁₅₀	3425	–	22,5	152,2
Без удобрений	2849	–	12,0	237,4

Наибольший коэффициент водопотребления был получен на варианте без удобрений и орошения (237,4 м³/т). С применением минеральных удобрений и улучшении условий увлажнения коэффициент водопотребления снижается. Это говорит о том, что влага расходуется более продуктивно.

Для наглядного представления зависимости урожайности от исследуемых факторов были построены поверхности отклика по данным за весь период исследований. В результате получены трехмерные диаграммы рассеивания, аппроксимированные полиномом второго порядка.

Анализ построенных диаграмм показывает, что с увеличением суммарного водопотребления и доз минеральных удобрений происходит увеличение уро-

жайности. Иная ситуация наблюдается у коэффициента водопотребления, где при увеличении доз минеральных удобрений и суммарного водопотребления происходит снижение показателей коэффициента водопотребления, а значит влага расходуется более рационально (рисунки 7.21, 7.22).

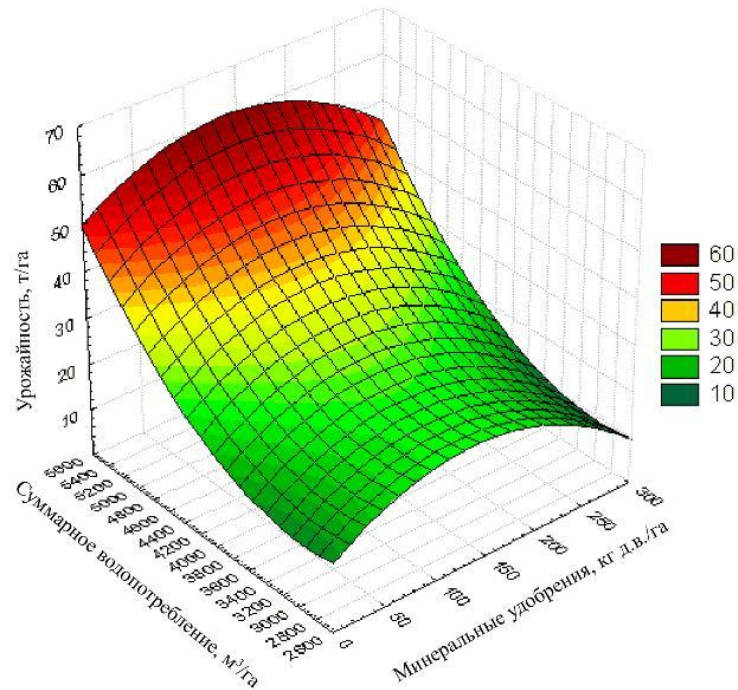


Рисунок 7.21 – Взаимосвязь урожайности, суммарного водопотребления и доз удобрений

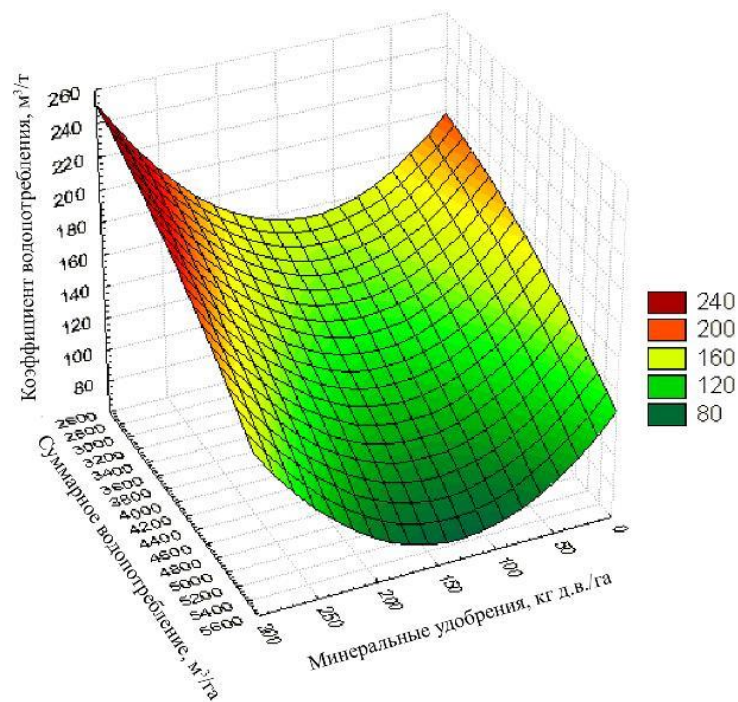


Рисунок 7.22 – Взаимосвязь коэффициента водопотребления, суммарного водопотребления и доз удобрений

Зависимость урожайности от суммарного водопотребления и доз минеральных удобрений лука репчатого выражается уравнением:

$$Y = 59,7888 + 0,1508 E_{\text{сум}} - 0,0307 N - 0,0006 E_{\text{сум}}^2 + 1,1907 \times 10^{-6} E_{\text{сум}} N + 5,1519 \times 10^{-6} N^2,$$

где Y – урожайность, т/га;

$E_{\text{сум}}$ – суммарное водопотребление, м³/га;

N – минеральные удобрения, кг д. в./га;

$$R^2 = 0,81.$$

Зависимость коэффициента водопотребления от суммарного водопотребления и доз минеральных удобрений лука репчатого выражается следующим уравнением:

$$K = 200,9331 - 0,6795 E_{\text{сум}} + 0,0097 N + 0,0031 E_{\text{сум}}^2 - 2,308 \times 10^{-6} E_{\text{сум}} N - 4,0906 \times 10^{-6} N^2,$$

где K – коэффициент водопотребления, м³/т;

$E_{\text{сум}}$ – суммарное водопотребление, м³/га;

N – минеральные удобрения, кг д. в./га;

$$R^2 = 0,87.$$

Таким образом, на основании анализа полученных трехмерных диаграмм, были установлены биологически оптимальные нормы водопотребности лука репчатого для условий Центральной орошаемой зоны Ростовской области. Кроме того, полученные зависимости могут быть использованы при обосновании режимов орошения и доз минеральных удобрений.

Выводы

1 В условиях Ростовской области при возделывании лука репчатого посевом семенами в открытый грунт наиболее благоприятными режимами орошения являются режимы, при которых влажность почвы поддерживается в пределах 80 % НВ в слое 0,4 м и дифференцированный (80 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70 % НВ), на которых была получена урожайность 45,2 т/га и наименьший коэффициент водопотребления 108,1 м³/т.

2 Эффективность удобрений и орошения повышается от их совместного

применения. При этом наибольшее влияние проявляется при поддержании пред-поливной влажности почвы не ниже 80 % НВ и дозе удобрений $N_{140}P_{150}$, где была получена урожайность 51,9 т/га.

7.4 Уточненные биоклиматические коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур и вынос элементов питания с урожаем для условий Центральной орошаемой зоны Нижнего Дона

Для полноценной оценки природного потенциала тепла и влаги сельскохозяйственно используемой территории рекомендуются следующие комплексные показатели:

- испаряемость (потенциальная эвапотранспирация);
- атмосферные осадки;
- активные влагозапасы почвы в диапазоне от НВ (наименьшей влагоемкости) до ВРК (влажности разрыва капиллярной связи);
- коэффициент природного увлажнения K_y , равный соотношению элементов водного и теплового балансов.

Для установления эвапотранспирации (суммарного испарения) сельскохозяйственных культур как исходной величины воднобалансовых расчетов при определении оросительных норм и других параметров орошения применяется модификация биоклиматического метода:

$$E_v = E \cdot K_g \cdot K_o, \quad (7.3)$$

где E_v – эвапотранспирация (суммарное испарение), мм;

E – испаряемость (потенциальная эвапотранспирация), мм;

K_g – биологический коэффициент, характеризующий роль растений в расходовании влаги сельскохозяйственным полем;

K_o – микроклиматический коэффициент, учитывающий изменение микроклимата сельскохозяйственного поля под влиянием орошения.

Пропорциональность между суммарным водопотреблением и испаряемостью фиксируется биологическим и микроклиматическим коэффициентами

(K_6 и K_0), для определения которых используются опытные данные, получаемые в условиях изучаемого региона.

Коэффициент K_0 , отражающий возможное изменение микроклимата на сельскохозяйственном поле под влиянием орошения (в результате снижения температуры воздуха и скорости ветра, повышения влажности воздуха в приземном слое атмосферы), количественно зависит от размера орошаемой площади и природного увлажнения (K_y).

При определении испаряемости нами использована модификация биоклиматического метода А. М. Алпатьева, согласно которому расчетная формула имеет вид [31]:

$$E = K_t \cdot d \cdot f(v), \quad (7.4)$$

где E – испаряемость, мм;

K_t – энергетический фактор испарения, мм/мб;

d – дефицит влажности воздуха, мб;

$f(v)$ – ветровая функция, учитывающая влияние скорости ветра на интенсивность испарения.

Входящие в формулу (6.4) факторы определяются по следующим зависимостям:

$$K_t = 0,0061(25 + t)^2/\ell_a; \quad (7.5)$$

$$d = \ell_a (1 - 0,01 a); \quad (7.6)$$

$$f(v) = 0,64 (1 + 0,19 V_2), \quad (7.7)$$

где t – среднесуточная температура воздуха за расчетный интервал, °С;

ℓ_a – упругость насыщенного пара при этой температуре, мб;

a – относительная влажность воздуха, %;

V_2 – скорость ветра на высоте 2 м от поверхности земли, м/с.

Биоклиматические коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур K_6 в зависимости от суммы среднесуточных температур воздуха нарастающим итогом от начала вегетации в условиях орошения Ростовской области представлены в таблице 7.79.

Таблица 7.79 – Биоклиматические коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур K_6 в зависимости от суммы среднесуточных температур воздуха нарастающим итогом от начала вегетации в условиях орошения Ростовской области

Сумма температур, °С	Овощной горох	Сахарная кукуруза	Сорго зерновое	Лук репчатый	Картофель летней посадки
0–200	0,61	0,51	0,51	0,68	0,77
200–400	0,67	0,54	0,54	0,7	0,88
400–600	0,77	0,63	0,62	0,81	0,91
600–800	0,99	0,74	0,73	0,91	0,93
800–1000	1,07	0,85	0,86	1,01	0,96
1000–1200	1,03	0,99	0,98	1,05	1,1
1200–1400	0,76	1,06	1,07	1,06	1,12
1400–1600	0,73	1,08	1,08	1,07	1,01
1600–1800	0,66	1,0	1,1	0,98	0,75
1800–2000	0,52	0,99	0,84	0,85	0,63
2000–2200	0,5	0,99	0,72	0,73	0,56
2200–2400	–	0,98	0,66	0,67	–
2400–2600	–	–	0,62	–	–
2600–2800	–	–	0,6	–	–

Из приведенных данных видно, что нарастание значений биоклиматических коэффициентов сельскохозяйственных культур происходит в начальные периоды роста по мере увеличения суммы среднесуточных температур воздуха и достигает максимума у овощного гороха (1,07) при сумме температур 800–1000 °С, у сахарной кукурузы (1,08) – 1400–1600 °С, у сорго зернового (1,1) – 1600–1800 °С, у лука репчатого (1,07) – 1400–1600 °С и у картофеля летней посадки (1,12) – 1200–1400. Далее происходит снижение показателей биоклиматических коэффициентов и к концу вегетации они составляют у овощного гороха при сумме среднесуточных температур воздуха 2000–2200°С – 0,5, у сахарной кукурузы (2200–2400 °С) – 0,98, у сорго зернового (2600–2800 °С) – 0,6, у лука репчатого (220–2400 °С) – 0,67 и у картофеля летней посадки (2000–2200 °С) – 0,56.

Взаимосвязь биоклиматического коэффициента овощного гороха с суммой

среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом представлена на рисунке 7.23.

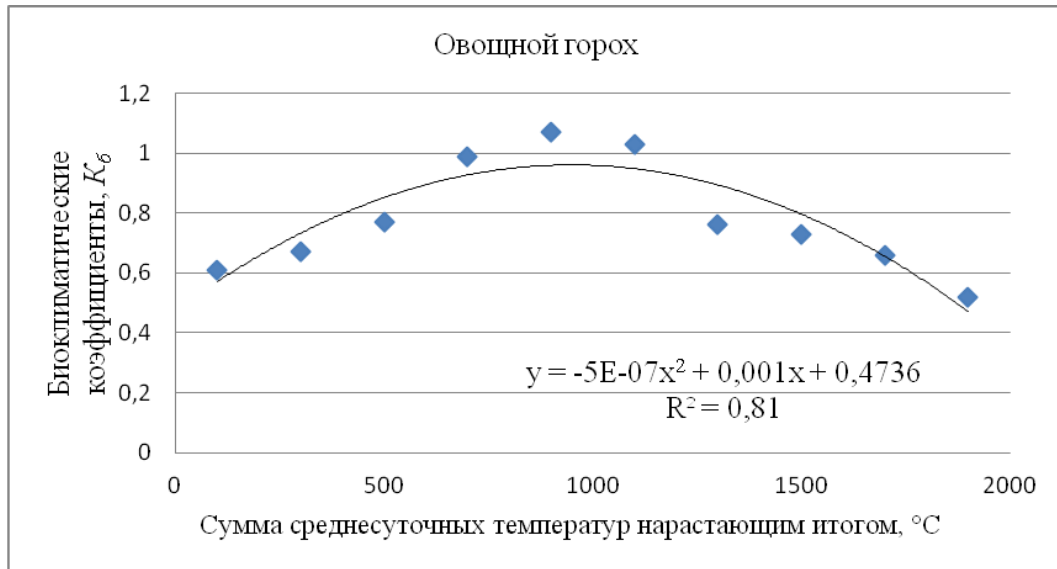


Рисунок 7.23 – Взаимосвязь биоклиматического коэффициента овощного гороха с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом

Несколько иначе изменялись биоклиматические коэффициенты у сахарной кукурузы (рисунок 7.24)

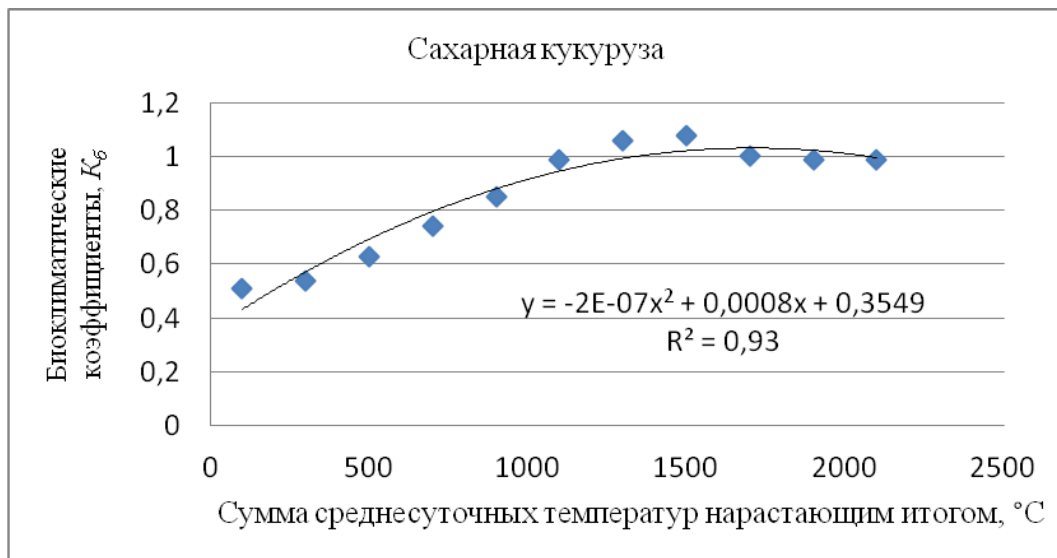


Рисунок 7.24 – Взаимосвязь биоклиматического коэффициента сахарной кукурузы с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом

На рисунке 7.25 представлена взаимосвязь биоклиматического коэффициента сорго зернового с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом.

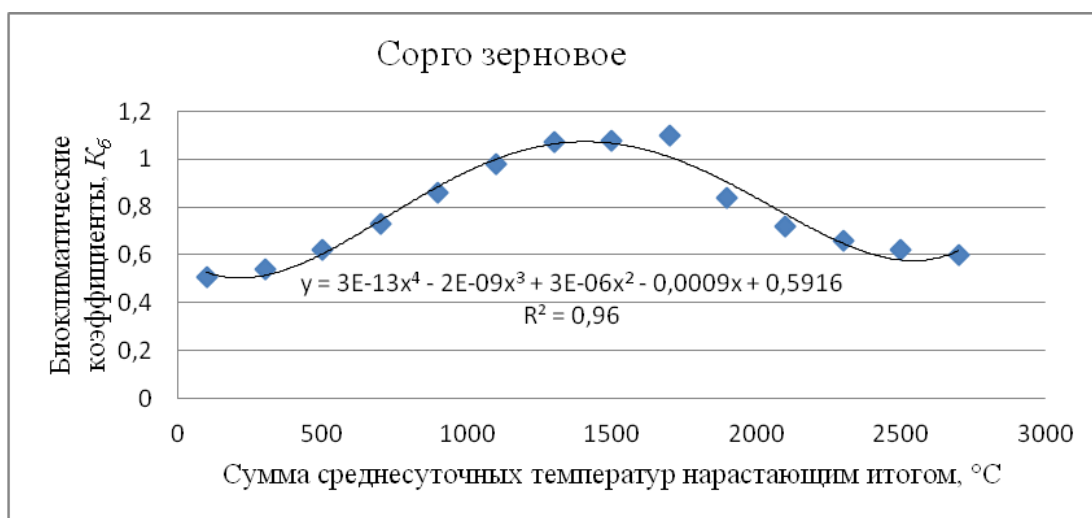


Рисунок 7.25 – Взаимосвязь биоклиматического коэффициента сорго зернового с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом

Взаимосвязь биоклиматического коэффициента лука репчатого с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом представлена на рисунке 7.26.

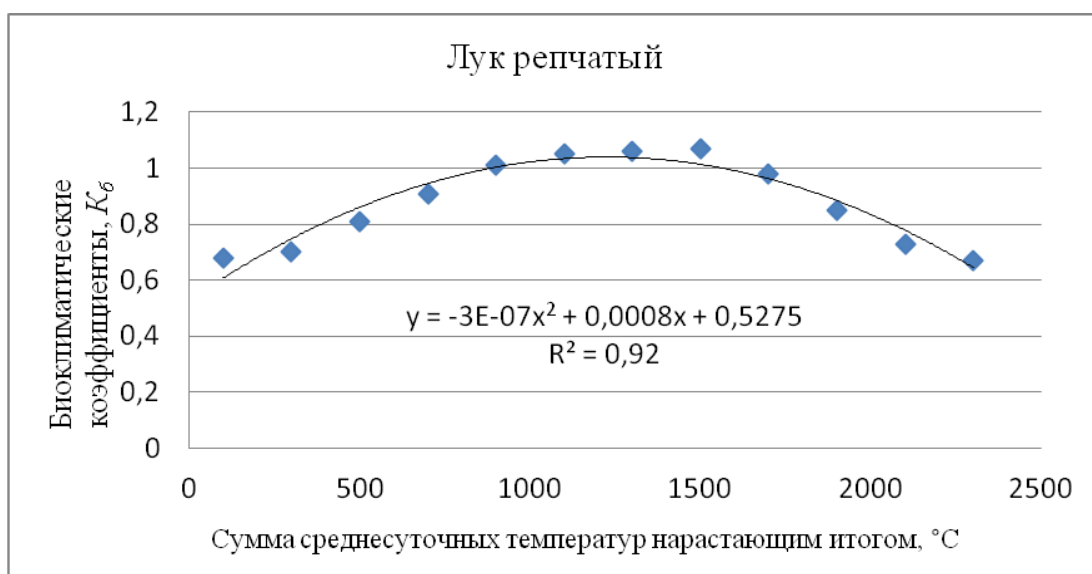


Рисунок 7.26 – Взаимосвязь биоклиматического коэффициента лука репчатого с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом

На рисунке 7.27 представлена взаимосвязь биоклиматического коэффициента картофеля летней посадки с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом, которая имеет свою особенность.

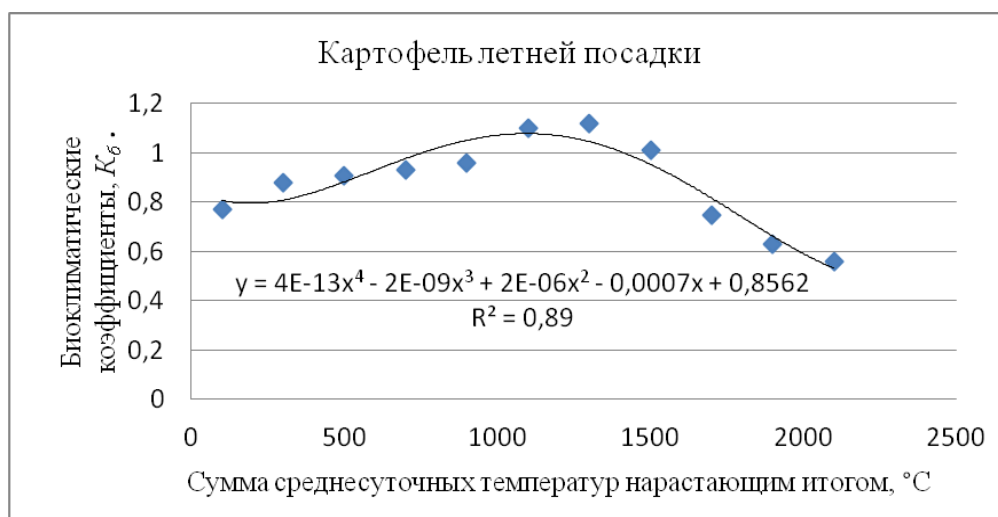


Рисунок 7.27 – Взаимосвязь биоклиматического коэффициента картофеля летней посадки с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом

Исходя из полученных результатов исследований можно сделать вывод, что биологические коэффициенты каждой культуры имеют свои биологические особенности. Однако максимальных значений биологические коэффициенты на всех сельскохозяйственных культурах достигали в критические по отношению к влаге периоды вегетации растений.

На основании проведенных исследований нами получены нормы водопотребности изучаемых культур для Ростовской области на орошении для лет различной обеспеченностью осадками, которые представлены в таблице 7.80.

Таблица 7.80 – Нормы водопотребности (нетто, м³/га) для орошения сельскохозяйственных культур в Ростовской области для лет различной обеспеченностью осадками

Обеспеченность года осадками, %	Овощной горох	Сахарная кукуруза	Сорго зерновое	Лук репчатый	Картофель летней посадки
95	2680	5270	7430	6520	5920
75	2100	4200	6000	5100	4800
50	1380	2820	4230	3340	3410
25	660	1470	2450	1570	2020
5	90	380	1030	150	900

Анализ таблицы 7.80 позволяет сделать вывод, что не зависимо от обеспеченности осадками растения испытывают недостаток влаги. Так, при 5 % обеспе-

ченности осадками необходимо растениям от 90 у овощного гороха до 1030 м³/га у сорго зернового оросительной воды. Наибольшие значения норм водопотребности достигаются при 95 % обеспеченностью осадками и составили у овощного гороха – 2680, у сахарной кукурузы – 5270, у сорго зернового – 7430, у лука репчатого – 6520 и у картофеля летней посадки – 5920 м³/га соответственно.

Для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур и сохранения плодородия почвы помимо режима орошения необходимо уделять особое внимание и внесению минеральных удобрений.

В результате проведенных исследований нами уточнены коэффициенты выноса макроэлементов питания с 1 т основной и побочной продукции для условий орошения Ростовской области на черноземах обыкновенных, которые представлены в таблице 7.81.

Таблица 7.81 – Вынос элементов питания с 1 т основной и побочной продукцией в условиях орошения Ростовской области на черноземах обыкновенных

Элемент питания	Овощной горох	Сахарная кукуруза	Сорго зерновое	Лук репчатый	Картофель летней посадки
N	11,8	20,8	19,3	2,4	3,9
P	11,6	17,8	16,5	2,7	4,3
K	7,0	10,9	10,1	3,9	3,9

Анализ таблицы 7.81 показал, что вынос элементов питания у различных сельскохозяйственных культур различен и зависит от биологических особенностей культуры и их продуктивности. Необходимо отметить, что при расчете дозы азотных удобрений под овощной горох, при использовании бактериальных удобрений, необходимо снизить ее на 60–70 %, так как растения овощного гороха обладают азотфиксирующей способностью.

Таким образом, исходя из полученных данных можно сделать вывод, что для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях необходимо оросительные нормы и дозы минеральных удобрений уточнять для конкретных природно-климатических условий.

8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ И ЗВЕНЬЕВ ОРОШАЕМОГО СЕВООБОРОТА

8.1 Экономическая эффективность звеньев орошаемого севооборота

Экономическая эффективность звеньев севооборота нами определялась на основании фактических данных ЗАО «Нива» Весёловского района Ростовской области. Прямые затраты складываются из затрат на проведение всего агрокомплекса: стоимости семян, ГСМ, удобрений, пестицидов, заработной платы с начислениями, амортизационных отчислений и отчислений на текущий ремонт техники.

Стоимость валовой продукции сорго зернового и овощей рассчитывалась по фактическим ценам, сложившимся на 1 ноября 2014 года. Стоимость сахарной кукурузы, сидеральных и промежуточных культур рассчитывалась, как произведение полученных зерновых единиц на стоимость пшеницы 3 класса. Исходя из сложившихся цен, на 1 октября 2014 года, рассчитана стоимость полученной продукции, а затем определен доход как разность выручки от реализации и прямых затрат.

Коэффициенты перевода в зерновые единицы представлены в Приказе Минсельхоза РФ от 11 января 2013 г. № 6 «Об утверждении коэффициентов перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур» [252].

Необходимо отметить, что на всех вариантах опыта при изучении основные агротехнические мероприятия одинаковы, различие было только в возделываемых сельскохозяйственных культурах. Поэтому при экономических расчетах принято, что по вариантам опытов изменяются только затраты на возделывание сельскохозяйственных культур и связанные с этим величины урожая, на остальные работы затраты были одинаковы.

Расчет экономической эффективности звеньев орошаемых севооборотов приводится в таблице 8.1.

Анализ экономической эффективности звеньев севооборота показал, что наибольшая выручка (676,2 тыс. руб./га) получена на контрольном варианте. Условный чистый доход на этом варианте был также наивысшим и составил

416,8 тыс. руб./га, при урожайности 37,4 т з. е./га. Уровень рентабельности на этом варианте составил 160,7 %.

Таблица 8.1 – Суммарная экономическая эффективность звеньев орошаемого севооборота

Показатель	Вариант опыта					
	1(к)	2	3	4	5	6
Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	676,2	623,8	551,6	662,9	607,3	530,6
Затраты на производство, тыс. руб./га	259,4	274,9	251,1	261,2	276,7	252,9
Условный чистый доход, тыс. руб./га	416,8	348,9	300,5	401,7	330,6	277,7
Рентабельность, %	160,7	126,9	119,7	153,8	119,5	109,8

Несколько ниже были получены результаты на 4 варианте. Выручка на составила 662,9 тыс. руб./га, условный чистый доход 401,7 тыс. руб./га, уровень рентабельности 153,8 %.

На вариантах опыта, где картофель летней посадки возделывался без сидератов и промежуточной культуры выручка составила 551,6 и 530,6 тыс. руб./га, условный чистый доход 300,5 и – 277,7 тыс. руб./га, рентабельность 119,7 и – 109,8 %.

Таким образом, исходя из данных таблицы 8.1 видно, что наиболее выгодным является звено севооборота, взятое за контроль, где был получен наибольший урожай, чистый доход и рентабельность.

Экономически менее выгодным является звенья севооборота, где картофель летней посадки возделывался без сидератов и промежуточной культуры.

8.2 Ресурсно-экологическая оценка эффективности звеньев орошаемого севооборота на биоэнергетической основе

Энергетический метод дополняет и существенно расширяет возможности экономического анализа и способствует поиску энергосберегающих технологий и систем.

Ресурсно-экологическая оценка эффективности звеньев орошаемого сево-

оборота на биоэнергетической основе позволяет оценить перспективные варианты с учетом использования информации об эталонных системах и степени совершенства существующих систем.

Показатели оценки позволяют проводить сравнительный анализ любых почвенно-климатических условий и с любой продолжительностью функционирования агроэкосистем. Система оценки предусматривает необходимость формирования данных по продуктивности сельскохозяйственных культур (основная и побочная продукция, поверхностные растительные остатки и корни), по динамике органического вещества и элементов питания в почвах, структуре антропогенных затрат, по продолжительности функционирования агроэкосистем [225, 227–229].

Энергетический анализ изучаемых приемов или технологий основывается на сравнении следующих показателей: коэффициента энергетической эффективности, затрат совокупной энергии и энергоемкости полученной продукции. Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) или коэффициент полезного действия изучаемого приема (технологии) – определяется делением валовой энергии Q_B , содержащаяся в продукции, на затраты совокупной энергии Q_3 .

Приращение валовой энергии (ПВЭ) на 1 га представляет разницу между полученной валовой энергией во всех видах продукции (основной и побочной) и затратами совокупной энергии.

Валовая энергия является результатом фотосинтетической деятельности изучаемой культуры в определенных условиях и рассчитывается путем умножения урожайности на конкретный энергетический эквивалент культуры.

Затраты совокупной энергии представляют сумму всех затраченных энергий, участвующих на прямую или косвенно в выполнении технологических операций. К ним относятся: труд человека, расход топлива и смазочных материалов всеми видами движителей и сельскохозяйственными машинами, количество семян, удобрений, пестицидов и др.

Сопоставление показателей оценки позволяют оценить степень совершенства предлагаемых вариантов звеньев орошаемых севооборотов (таблица 8.2).

Таблица 8.2 – Биоэнергетическая оценка звеньев орошаемого севооборота

Показатель	Вариант опыта					
	1(к)	2	3	4	5	6
Урожайность в пересчете на зерновые единицы звена севооборота, т/га	37,4	33,6	28,2	36,4	32,7	27,0
Выход энергии в основном продукте, ГДж/га	284,3	273,5	204,1	290,1	278,6	200,7
Затраты совокупной энергии на возделывание и уборку, ГДж/га	182	215,3	176,3	186,2	219,5	180,5
Приращение валовой энергии, ГДж/га	102,3	58,2	27,8	103,9	59,1	20,2
Коэффициент энергетической эффективности	1,6	1,3	1,2	1,6	1,3	1,1
Выход энергии в основном продукте с учетом побочной продукции, ГДж/га	410,9	395,4	295,1	419,3	402,7	290,0
Приращение валовой энергии с учетом побочной продукции, ГДж/га	308,6	337,2	267,2	315,4	343,6	269,9
Коэффициент энергетической эффективности с учетом побочной продукции	2,3	1,8	1,7	2,3	1,8	1,6
Энергоемкость 1 т з. е. продукции, ГДж/т	4,9	6,4	6,3	5,1	6,7	6,7

Из данных таблицы 8.2 видно, что валовая энергия урожая с учетом побочной продукции составила на контрольном варианте – 410,9 ГДж/га, наибольшие показатели были получены на 4 варианте – 419,3 ГДж/га, на вариантах, где во второй год исследований возделывалась промежуточная культура (овощной горох) выход валовой энергии был несколько ниже и составил – 395,4–402,7 ГДж/га. Коэффициент энергетической эффективности с учетом побочной продукции был максимальным на вариантах, где возделывались сидераты – 2,3, что на 21,7–30 % выше, чем на других вариантах опыта. Энергоемкость 1 т з. е. изменялась в зависимости от варианта опыта и варьировала от 4,9 на контрольном варианте, до 6,7 на 5 и 6 варианте опыта.

Таким образом, лучшие показатели энергетической эффективности получены на вариантах опыта, где во второй год исследования возделывались сидераты.

8.3 Экономическая эффективность режимов орошения и доз минеральных удобрений сельскохозяйственных культур

При расчете экономической эффективности элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошении использованы методики ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, КубГАУ, ВНИИОЗа, Волгоградского агроуниверситета и др. [226, 230–234, 250, 365].

Экономическая эффективность возделывания нами определялась на основании фактических данных полученных в хозяйствах. Прямые затраты складываются из затрат на проведение всего агрокомплекса: стоимости семян, ГСМ, удобрений, пестицидов, заработной платы с начислениями, амортизационных отчислений и отчислений на текущий ремонт техники.

Необходимо отметить, что во всех опытах и на всех вариантах основные агротехнические мероприятия одинаковы, различие было только в количестве поливов, величине их норм и дозах минеральных удобрений. Поэтому при экономических расчетах принято, что по вариантам опытов изменяются только затраты на проведение поливов и стоимости минеральных удобрений и затраты, связанные с величиной урожая, на остальные работы затраты были одинаковы.

Исходя из сложившихся цен (1 т овощного гороха стоит 2900 рублей в ценах на 1.10.2005 г.) рассчитана стоимость полученной продукции, а затем определен доход как разность выручки от реализации и прямых затрат.

Расчет экономической эффективности возделывания овощного гороха в зависимости от режима орошения приводится в таблице 8.3.

Анализ экономической эффективности возделывания овощного гороха в зависимости от режимов орошения показал, что дополнительные затраты связанные с орошением находятся в пределах от 1,6 до 2,9 тыс. руб./га. Наибольшая выручка (28,42 тыс. руб./га) получена на варианте, где влажность почвы поддерживалась в слое 0,4 м не ниже 80 % НВ. Чистый доход на этом варианте был также наивысшим и составил 14,022 тыс. руб./га, в том числе от орошения 13,3 тыс. руб./га при урожайности 9,8 т/га. Уровень рентабельности на этом варианте составил 97 %.

Таблица 8.3 – Экономическая эффективность режимов орошения овощного гороха

Вариант опыта	Урожай- ность овощ- ного гороха, т/га	При- бавка урожая, т/га	Выруч- ка от реали- зации, тыс. руб./га	Ороси- тельная норма, м ³ /га	Общие затраты, тыс. руб./га			Доход, тыс. руб./га		Рента- бель- ность, %
					всего	в т. ч. на орошение		всего	в т. ч. от оро- шения	
						тыс. руб./га	%			
80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	8,8	–	25,5	980	13,8	2,4	17,2	11,7	10,9	84
80 % НВ в слое 0,4 м	9,8	1,0	28,4	1200	14,4	2,9	20,2	14,0	13,3	97
70 % НВ в слое 0,4 м	7,4	–1,4	21,4	700	13,2	1,7	13,0	8,3	7,6	63
70 % НВ в слое 0,6 м	7,0	–1,8	20,3	660	13,1	1,6	12,4	7,2	6,5	55
80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, 80 % НВ в слое 0,6 м после цветения	9,1	0,3	26,3	880	13,6	2,1	15,8	12,8	12,1	94
Без орошения	4,2	–4,6	12,1	–	11,5	–	–	0,7	–	6

Несколько ниже были получены результаты на контроле и на варианте с влажностью почвы не ниже 80 % НВ до фазы цветения влажность почвы поддерживалась в слое 0,4 м, а после в слое 0,6 м. Выручка на этих вариантах составила 25,52 и 26,39 тыс. руб./га, чистый доход 11,65 и 12,76 тыс. руб./га, уровень рентабельности 84 и 94 % соответственно.

На варианте без орошения выручка составила 12,18 тыс. руб./га, чистый доход 0,7 тыс. руб./га, рентабельность 6 %.

Таким образом, исходя из данных таблицы 8.3 видно, что наиболее выгодным является возделывание овощного гороха при режиме орошения 80 % НВ в слое почвы 0,4 м, где был получен наибольший урожай в среднем за 2003–2005 гг. – 9,8 т/га и чистый доход составил более 14 тыс. руб./га и рентабельность 97 %.

Экономическая эффективность применения удобрений с инокуляцией семян при различной влагообеспеченности овощного гороха приводится в таблице 8.4.

На контрольном варианте – при внесении расчетной дозы минеральных удобрений, на запланированную урожайность овощного гороха 10 т/га, на режиме орошения, где влажность почвы поддерживалась в слое 0,6 м не ниже 80 % НВ при урожайности в среднем за 2003–2005 гг. была получена урожайность 8,8 т/га, общие затраты на возделывание составили 13,87 тыс. руб./га, в том числе на удобрения 2,22 тыс. руб./га. Рентабельность этого варианта составила 84 %.

Наилучшие результаты были получены на варианте, где влажность почвы поддерживалась в слое 0,6 м не ниже 80 % и нормой удобрений $N_{60}P_{186}K_0$ + ризоторфин. Урожайность на этом варианте составила 10,1 т/га при общих затратах 14,574 тыс. руб./га и рентабельности 101 %.

Анализируя данные таблицы 8.4, можно сделать следующий вывод: овощной горох отзывчив на внесение минеральных и бактериальных удобрений при оптимальных режимах орошения. Чистый доход от применения удобрений составляет от 5,789 до 11,889 тыс. руб./га.

Расчет экономической эффективности возделывания сахарной кукурузы в зависимости от режима орошения приводится в таблице 8.5 (стоимость 1 т зерна сахарной кукурузы в ценах 01.10.2005 г. 3200 рублей).

Таблица 8.4 – Экономическая эффективность применения удобрений с инокуляцией семян овощного гороха при различной влагообеспеченности

Вариант опыта	Сумма НРК, кг/га д. в.	Урожайность, т/га	Прибавка урожаю, т/га	Общие затраты, тыс. руб./га		Доход, тыс. руб./га		Доход на 1 кг д. в. удобрений, руб.	Рентабельность, %
				всего	в т. ч. на удобрения	всего	в т. ч. от удобрения		
Без орошения									
Без удобрений	–	3,47	–	9	–	1,1	–	–	11,9
N ₄₀ P ₁₂₅	165	3,90	0,85	10,9	1,8	0,4	–	–	3,4
N ₅₀ P ₁₅₅	205	4,20	1,40	11,5	2,2	0,7	–	–	6,1
N ₆₀ P ₁₈₆	246	4,87	2,00	12,0	2,7	2,0	1,0	3,9	16,7
80 % НВ в слое 0,6 м									
Без удобрений	–	4,71	–	10,8	–	2,8	–	–	26,1
N ₄₀ P ₁₂₅	165	7,74	3,03	13,2	1,8	9,2	6,4	38,8	69,9
N ₅₀ P ₁₅₅ (к)	205	8,80	4,09	13,9	2,2	11,7	8,8	43,0	84,0
N ₆₀ P ₁₈₆	246	10,10	5,39	14,6	2,7	14,7	11,9	48,3	101,0
70 % НВ в слое 0,4 м									
Без удобрений	–	4,16	–	10,3	–	1,7	–	–	16,8
N ₄₀ P ₁₂₅	165	6,32	2,16	12,5	1,8	5,8	4,1	24,6	46,2
N ₅₀ P ₁₅₅	205	7,40	3,24	13,2	2,2	8,3	6,5	31,9	62,6
N ₆₀ P ₁₈₆	246	8,11	3,95	13,8	2,7	9,7	8,0	38,5	70,6

Таблица 8.5 – Экономическая эффективность режимов орошения сахарной кукурузы

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	11,4	–	36,5	18,9	17,6	93,0
80 % НВ в слое 0,4 м	13,1	1,7	41,9	19,7	22,2	112,5
70 % НВ в слое 0,4 м	8,8	–2,6	28,2	16,7	11,4	68,5
80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	12,8	1,4	41,0	18,6	22,3	119,8

Анализ таблицы 8.5 показал, что наибольшая выручка от реализации получена на варианте, где влажность почвы поддерживалась на уровне не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м и составила 41,9 тыс. руб./га. Наибольший доход и рентабельность получена при дифференцированном режиме орошения и составили 22,3 тыс. руб./га и 119,8 % соответственно.

Таким образом, расчет экономической эффективности показал, что наиболее рациональным режимом орошения является дифференцированный режим орошения, где влажность почвы поддерживалась 80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м.

Экономическая эффективность доз минеральных удобрений сахарной кукурузы представлена в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Экономическая эффективность минеральных удобрений сахарной кукурузы

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
1,2 н	12,3	0,9	39,4	19,7	19,7	99,8
н (к)	11,4	–	36,5	18,9	17,6	93,0
0,8 н	10,1	–1,3	32,3	18,1	14,2	78,6
0,6 н	8,7	–2,7	27,8	17,3	10,5	60,9

Расчет экономической эффективности доз минеральных удобрений показал, что при повышении дозы минеральных удобрений на 20 % от расчетной урожайность сахарной кукурузы повысилась на 0,9 т/га, доход при этом повысился на 2,1 тыс. руб./га, а рентабельность на 6,8 %.

При снижении дозы удобрений на 20 и 40 % урожайность снижалась на 1,3 и 2,7 т/га, доход – на 3,4 и 7,1 тыс. руб./га и рентабельность на 14,4 и 32,1 % соответственно.

Таким образом, анализ таблицы 8.6 показал, что сахарная кукуруза отзывчива на высокие дозы минеральных удобрений, но при дальнейшем повышении доз удобрений необходимо следить за качеством продукции.

Расчет экономической эффективности возделывания лука репчатого в зависимости от режима орошения приводится в таблице 8.7 (стоимость 1 т лука в ценах 01.10.2008 г. 3500 рублей).

Анализ таблицы 8.7 показал, что лук репчатый, как и большинство овощных культур отзывчив на орошение. На варианте без орошения при затратах на 1 га 74,1 тыс. руб. получен доход 3,5 тыс. руб. при рентабельности 4,9 %.

Наибольший доход получен на контрольном варианте, где влажность почвы поддерживалась на уровне не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м и составил 78 тыс. руб./га, прибавка от орошения составила 74,5 тыс. руб. при рентабельности 93,2 %.

Экономическая эффективность доз минеральных удобрений лука репчатого при различной влагообеспеченности представлена в таблице 8.8.

Расчет экономической эффективности применения минеральных удобрений при разной влагообеспеченности лука репчатого показал, что данная культура отзывчива не только на орошение, но и на минеральное питание. Так на вариантах без орошения доход на 1 кг д. в. удобрений составил 26,5–27,3 руб., когда на орошаемых вариантах этот показатель был 546,7–647,5 руб. Наибольшая рентабельность была получена на варианте при поддержании влажности не ниже 80 % НВ и дозе удобрений $N_{140}P_{150}$.

Расчет экономической эффективности возделывания зернового сорго при различных режимах орошения приводится в таблице 8.9 (стоимость 1 т зерна сорго в ценах 01.01.2013 г. 8000 рублей).

Таблица 8.7 – Экономическая эффективность режимов орошения лука репчатого

Вариант	Урожайность лука репчатого, т/га	Прибавка урожая, т/га	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Оросительная норма, м ³ /га	Общие затраты, тыс. руб./га			Доход, тыс. руб./га		Рентабельность, %
					всего	в т. ч. на орошение		всего	в т. ч. от орошения	
						тыс. руб./га	%			
80–100 % НВ (контроль)	46,2	–	161,7	2100	83,7	12,3	14,7	78	74,5	93,2
80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	45,2	–1,0	158,2	1920	83,5	12,1	14,5	74,7	71,2	89,5
70–100 % НВ	41,4	–4,8	144,9	1680	82,8	11,4	13,8	62,1	58,6	75,0
Без орошения	21,4	–24,8	74,9	–	71,4	–	–	3,5	–	4,9

Таблица 8.8 – Экономическая эффективность применения минеральных удобрений при разной влагообеспеченности лука репчатого

Вариант опыта	Сумма НРК, кг/га д. в.	Уро- жай- ность, т/га	При- бавка урожая, т/га	Общие затраты, тыс. руб./га		Доход, тыс. руб./га		Доход на 1 кг д. в. удобре- ний, руб.	Рента- бель- ность, %
				всего	в т. ч. на удобрения	всего	в т. ч. от удобрения		
70–100 % НВ									
N ₁₀₀ P ₉₀	190	29,9	–15,4	79,5	6,2	104,7	26,3	550,8	131,6
N ₁₂₀ P ₁₂₀	240	39	–6,3	81,1	7,8	136,5	58,1	568,8	168,3
N ₁₄₀ P ₁₅₀ (к)	290	45,3	–	82,8	9,5	158,6	80,2	546,7	191,5
Без удобрений	–	22,4	–22,9	73,3	–	78,4	–	–	107,0
80–100 % НВ									
N ₁₀₀ P ₉₀	190	32,8	–12,5	80,4	6,2	114,8	25,5	604,2	142,8
N ₁₂₀ P ₁₂₀	240	44,4	–0,9	82	7,8	155,4	66,1	647,5	189,5
N ₁₄₀ P ₁₅₀	290	51,9	6,6	83,7	9,5	181,7	92,4	626,4	217,0
Без удобрений	–	25,5	–19,8	74,2	–	89,3	–	–	120,3
Без орошения									
N ₁₀₀ P ₉₀	190	14,8	–30,5	68,1	6,2	51,8	9,8	27,3	76,1
N ₁₂₀ P ₁₂₀	240	18,2	–27,1	69,7	7,8	63,7	21,7	26,5	91,4
N ₁₄₀ P ₁₅₀	290	22,5	–22,8	71,4	9,5	78,75	36,75	27,2	110,3
Без удобрений	–	12	–33,3	61,9	–	42	–	–	67,9

Таблица 8.9 – Экономическая оценка возделывания сорго на зерно при разных режимах орошения, 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Урожай- жай- ность, т/га	Прямые затраты, тыс. руб./га		Доход, тыс. руб./га		Рента- бель- ность, %
		всего	в т. ч. на ороше- ние	всего	в т. ч. от ороше- ния	
1) Без орошения	6,5	26,82	–	17,98	–	67
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль, 1м)	13,9	31,42	4,6	84,58	66,60	269
3) 0,8 м	12,2	30,52	3,70	71,88	53,89	235
4) 0,6 м	8,4	29,58	2,76	31,22	13,24	106
5) 70–80 % НВ	12,7	30,77	3,95	79,63	61,65	259
6) 60–80 % НВ	11,5	30,87	4,05	65,93	47,95	214

Как видно из данных таблицы 8.9, прямые затраты на орошение возрастали на варианте 4 с 2,76 до 4,60 тыс. руб./га на варианте 2 по мере улучшения водообеспеченности растений, однако при этом отмечалось увеличение дохода соответственно с 31,24 до 84,58 тыс. руб./га. Рентабельность так же возросла с 106 до 269 %.

Таким образом, наиболее эффективным оказался 2 вариант режима орошения с поддержанием влажности почвы не ниже 80 % НВ при расчетном слое промачивания 0,6 м.

Экономическая эффективность различных способов полива приведена в таблице 8.10.

Данные таблицы 8.10 показывают, что наибольший доход был получен на варианте 5 – 84,68 тыс. руб./га и варианте 6 – 83,51 тыс. руб./га. Рентабельность на этих вариантах была также высокой 297 и 264 %.

Дозы действующего вещества удобрений на вариантах переводились в физическую массу и по стоимости удобрений и затрат на их внесение определялись общие затраты на применение удобрений. Показателем эффективного использования удобрений на вариантах является урожайность, доход и рентабельность.

Расчеты экономической эффективности возделывания сорго при различных

дозах минеральных удобрений показали, что при увеличении доз минеральных удобрений по сравнению с расчетной наблюдалась тенденция повышению затрат на возделывание сорго (таблица 8.11).

Таблица 8.10 – Прямые затраты на возделывание сорго при различных способах полива, 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Прямые затраты на возделывание, тыс. руб./га	Урожайность, т/га	Реализационная стоимость урожая		Доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
			тыс. руб./т	тыс. руб./га		
1) Без орошения	26,82	6,9	8	55,2	28,38	106
2) 80 % НВ в слое 0,6 м (контроль)	31,42	13,55	8	108,4	76,98	245
3) Борозды, полив в каждый ряд	28,20	12,7	8	101,6	73,40	260
4) Борозды-щели полив через ряд	28,06	11,4	8	91,2	63,14	225
5) Дождевание – борозды-щели	28,52	14,15	8	113,2	84,68	297
6) Внутрипочвенный полив – дождевание	31,69	14,4	8	115,2	83,51	264

Таблица 8.11 – Прямые затраты на возделывание сорго при разных дозах удобрений при орошении, 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Затраты на возделывание, тыс. руб./га	Урожайность, т/га	Реализационная стоимость урожая		Доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
			тыс. руб./т	тыс. руб./га		
1) Без удобрения	18,04	5,1	8	40,5	22,44	124
2) N ₁₄₀ P ₆₀ K ₆₁	26,05	7,7	8	61,8	35,73	137
3) N ₁₈₇ P ₈₀ K ₈₂	28,74	10,8	8	86,5	57,79	201
4) N ₂₃₄ P ₁₀₀ K ₁₀₂	31,42	13,2	8	105,3	73,91	235
5) N ₂₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₂	34,06	14,4	8	114,9	80,87	237
6) N ₃₂₈ P ₁₄₀ K ₁₄₃	36,90	14,7	8	117,3	80,43	218

Так, если при внесении расчетной дозы на планируемую урожайность зерна 10 т/га затраты на возделывание сорго зернового составили 31,42 тыс. руб. из них 5,34 тыс. руб. на удобрения, то при расчетной дозе на 14 т/га затраты на возделывание

вание возросли до 36,9 тыс. руб./га. Однако за счет получения более высокой прибавки урожая доход возрос с 73,91 до 80,43 тыс. руб./га. Остается высоким доход и на вариантах 4–6. Рентабельность была выше на вариантах 4 и 5.

Для определения эффективности применения сидератов под картофель летней посадки была проведена экономическая оценка технологии возделывания.

Расчет экономической эффективности возделывания картофеля в зависимости от используемого сидерата приводится в таблице 8.12 (стоимость 1 т картофеля в ценах 01.01.2014 г. 8000 рублей).

Таблица 8.12 – Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от используемого сидерата, 2011–2014 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Общие затраты, тыс. руб./га	Доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Гречиха	38,3	3,0	306,4	122,4	184,0	150,3
Люпин	41,8	6,5	334,4	123,7	210,7	170,3
Горчица	43,5	8,2	348,0	126,1	221,9	176,0
Рапс	39,8	4,5	318,4	122,3	196,1	160,3
Горох	42,6	7,3	340,8	124,1	216,7	174,6
Без сидерата (к)	35,3	–	282,4	116,3	166,1	142,8

Рентабельность дополнительных затрат при использовании сидератов под картофель летней посадки представлена в таблице 8.13.

Таблица 8.13 – Окупаемость дополнительных затрат при использовании сидератов на картофеле летней посадки

Вариант опыта	Прибавка урожая, т/га	Дополнительные затраты на сидерацию, тыс. руб./га	Дополнительный доход от сидерации, тыс. руб./га	Рентабельность дополнительных затрат, %
Гречиха	3,0	6,1	24,0	390
Люпин	6,5	7,4	52,0	700
Горчица	8,2	9,8	65,6	670
Рапс	4,5	6,0	36,0	600
Горох	7,3	7,8	58,4	750
Без сидерата (к)	–	–	–	–

Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от используемого сидерата показала, что картофель отзывчив на сидерацию прибавка урожая составила от 3 до 8,2 т/га в зависимости от вида сидерата. Наибольшие показатели получены на варианте, где в качестве сидерата использовалась горчица сарептская, доход составил 221,9 тыс. руб./га при рентабельности 176,0 %.

Окупаемость дополнительных затрат, приведенная в таблице 7.13, позволяет сделать вывод, что использование сидерации под картофель летней посадки позволяет получить дополнительный доход в размере от 24,0–65,6 тыс. руб./га.

На основании полученных данных по разделу(главе) 8 можно сделать следующие выводы:

1 Экономически более выгодным является контрольный вариант (сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук), где были получены: наибольший условный чистый доход 416,8 тыс. руб./га и рентабельность 160,7 %

2 Энергетически более выгодными являются варианты, где возделывалась промежуточная культура. Приращение валовой энергии с учетом побочной продукции составило – 337,2 и 343,6 ГДж/га.

3 Использование сидеральных культур позволяет получать несколько ниже показатели приращения энергии, но КЭЭ на этих вариантах был наибольший – 2,3, энергоемкости 1 т з. е. продукции составила 4,9–5,1 ГДж/га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Разработанная концепция «Система агромелиоративных приемов повышения эффективности использования орошаемых земель и их плодородия на орошаемых черноземах обыкновенных юга России» предполагает использование системы агромелиоративных приемов воспроизводства плодородия почв и повышения эффективности использования орошаемых земель включающих следующие мероприятия:

- мониторинг плодородия почвы орошаемых земель, структуры посевных площадей и чередования сельскохозяйственных культур в звеньях орошаемых севооборотов, используемых технологий орошения и показателей эффективности использования орошаемых земель;

- интенсивное использование в севооборотах минеральных удобрений и сидеральных культур для сокращения дефицита элементов питания и органического вещества в почве, улучшения фитосанитарного состояния посевов и повышения урожайности сельскохозяйственных культур;

- совершенствование технологии орошения сельскохозяйственных культур, включающие рациональные режимы орошения, способы полива, приемы рационального использования водных ресурсов и снижения водопотребления на основе использования математических моделей и программного обеспечения;

- повышение эффективности использования орошаемых земель на основе подбора культур и севооборотов по результатам их энергетической и экономической оценки.

2 Установлено, что наиболее благоприятный режим орошения овощного гороха создается при поддержании влажности почвы в слое 0,4 м не ниже 80 % НВ в течение всей вегетации, где была получена самая высокая урожайность зерна 10,1 т/га. Для этого необходимо провести в среднем 4 полива поливной нормой 300 м³/га и оросительной нормой 1200 м³/га; наибольшая урожайность зерна сахарной кукурузы получена на варианте, где влажность почвы поддерживалась не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м, прибавка урожая по отношению к контролю

составила 1,7 т/га или 14,9 %; наиболее благоприятные условия увлажнения для формирования высокой урожайности зерна сорго зернового создаются при сочетании дождевания в начальные периоды роста, а затем продолжение полива по бороздам и на варианте с использованием внутрпочвенного струйного полива при посеве и далее дождевания, где урожайность зерна составила 14,2 и 14,4 т/га, что на 106 и 109 % выше, чем на варианте без орошения; при возделывании лука репчатого посевом семенами в открытый грунт наиболее благоприятными режимами орошения создается при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м и дифференцированный (80 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70 % НВ), на которых была получена урожайность 45,2 т/га и наименьший коэффициент водопотребления 108,1 м³/т.

3 Установлено, что применение инокуляции семян овощного гороха ризоторфином на фоне оптимального режима орошения позволяет снизить расчетную дозу азотных удобрений на 60–70 %, дефицит которых восполняется за счет симбиоза клубеньковых бактерий и овощного гороха. Урожайность зеленых зерен овощного гороха от совместного применения орошения при поддержании влажности почвы не ниже 80 % НВ и расчетной дозы минеральных удобрений N₆₀P₁₈₆K₀ + ризоторфин увеличилась в 2,9 раза и составила 10,1 т/га, против 3,47 т/га на варианте без орошения и удобрений, прибавка от орошения составила 107,1 % и от удобрений – 114 %. Расчетная доза удобрений по М. К. Каюмову на 12 т/га сахарной кукурузы составила N₁₈₀P₈₀. При повышении расчетной дозы минеральных удобрений на 20 % происходило увеличение урожайности зерна сахарной кукурузы на 0,9 т или 7,9 %. При снижении расчетной дозы удобрений на 20 и 40 % снижалась и урожайность сахарной кукурузы на 1,3 и 2,7 т или 11,4 и 23,7 % соответственно. Увеличение доз минеральных удобрений способствует повышению урожайности зерна сорго зернового с 5,1 т/га на варианте без удобрений до 14,7 т/га на 4 варианте с дозой 436 кг д. в. (N₂₄₃P₁₀₀K₁₀₂), при снижении дозы удобрений до 261 кг (2 вариант N₁₄₀P₆₀K₆₁) или увеличение дозы до 611 кг (6 вариант N₃₂₈P₁₄₀K₁₄₃) прибавка урожая зерна на 1 кг д. в. удобрений снижается соответственно до 10,0 и 15,7 кг. При возделывании лука эффективность удобрений и орошения повышает

ся от их совместного применения. При этом наибольшее влияние проявляется при поддержании предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ и дозе удобрений $N_{140}P_{150}$, где была получена урожайность 51,9 т/га.

4 Уточнены биоклиматические коэффициенты водопотребления сельскохозяйственных культур для орошаемых черноземов обыкновенных юга России во взаимосвязи с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом от начала вегетации. Нарастание значений биоклиматических коэффициентов сельскохозяйственных культур происходит в начальные периоды роста по мере увеличения суммы среднесуточных температур воздуха и достигает максимума у овощного гороха (1,07) при сумме температур 800–1000 °С, у сахарной кукурузы (1,08) – 1400–1600 °С, у сорго зернового (1,1) – 1600–1800 °С, у лука репчатого (1,07) – 1400–1600 °С и у картофеля летней посадки (1,12) – 1200–1400 °С. Далее происходит снижение показателей биоклиматических коэффициентов и к концу вегетации они составляют у овощного гороха при сумме среднесуточных температур воздуха 2000–2200 °С – 0,5, у сахарной кукурузы (2200–2400 °С) – 0,98, у сорго зернового (2600–2800 °С) – 0,6, у лука репчатого (2200–2400 °С) – 0,67 и у картофеля летней посадки (2000–2200 °С) – 0,56.

5 Разработаны уравнения, связывающие биоклиматический коэффициент с суммой среднесуточных температур воздуха, нарастающим итогом:

- для овощного гороха – $y = -0,5 \times 10^{-6}x^2 + 0,001x + 0,4736, R^2 = 0,81$;
- для сахарной кукурузы – $y = -0,2 \times 10^{-6}x^2 + 0,0008x + 0,3549, R^2 = 0,93$;
- для сорго зернового – $y = 0,3 \times 10^{-12}x^4 - 0,2 \times 10^{-9}x^3 + 0,3 \times 10^{-5}x^2 - 0,0009x + 0,5916, R^2 = 0,96$;
- для лука репчатого – $y = -0,3 \times 10^{-6}x^2 + 0,0008x + 0,5275, R^2 = 0,92$;
- для картофеля летней посадки – $y = 0,4 \times 10^{-12}x^4 - 0,2 \times 10^{-8}x^3 + 0,2 \times 10^{-5}x^2 - 0,0007x + 0,8562, R^2 = 0,89$.

6 Уточнены нормы водопотребности (нетто, м³/га) для орошения сельскохозяйственных культур на орошаемых черноземах обыкновенных юга России для лет различной обеспеченностью осадками, которые изменяются у овощного гороха от 90 м³/га при 5 % обеспеченностью осадками до 2680 м³/га при 95 %,

у сахарной кукурузы от 380 до 5270 м³/га, у сорго зернового от 1030 до 7430 м³/га, у лука репчатого от 150 до 6520 м³/га, у картофеля летней посадки от 900 до 5920 м³/га.

7 Уточнены коэффициенты выноса элементов питания с 1 т основной и побочной продукции в условиях орошения Ростовской области для черноземов обыкновенных. Для овощного гороха они равны 11,8 кг/ т азота, 11,6 кг/т фосфора, 7,0 кг/т калия; для сахарной кукурузы 20,8 кг/т азота, 17,8 кг/т фосфора, 10,9 кг/т калия; для сорго зернового 19,3 кг/т азота, 16,5 кг/т фосфора, 10,1 кг/т калия; для лука репчатого 2,4 кг/т азота, 2,7 кг/т фосфора, 3,9 кг/т калия; для картофеля летней посадки 3,9 кг/т азота, 4,3 кг/т фосфора, 3,9 кг/т калия.

8 Установлено, что при возделывании горчицы сарептской в качестве сидерата различного срока посева в почву заделывается от 8,3–9,7 т/га на неорошаемых участках и до 9,2–11,6 т/га сухого органического вещества, где осуществлялось регулярное орошение. Наибольшее количество сухого вещества, 11,0 т/га, было получено при осеннем сроке посева, что говорит о целесообразности применения горчицы в качестве сидерата в осенний период под яровые культуры.

9 Определено, что наибольшая урожайность картофеля летней посадки получена на участках, где в качестве сидеральной культуры использовалась горчица и составила 43,5 т/га, после гороха урожайность составила – 46,2 т/га, после люпина – 41,8 т/га, после рапса – 39,8 т/га, после гречихи – 38,3 т/га, на контрольном варианте, без сидерации – 35,3 т/га.

10 Установлено, что в звеньях севооборота наибольшее количество зерновых единиц в сумме за 3 года получено на первом варианте опыта, где в звене севооборота возделывались сахарная кукуруза (поле 1), горчица в качестве сидерата под картофель летней посадки (поле 2) и лук посевом семенами в грунт (поле 3) и составило 37,4 т з. е. На варианте опыта, где в первый год возделывалось сорго зерновое вместо сахарной кукурузы продуктивность звена севооборота снизилась на 1 т з. е. или на 2,7 %. На втором и пятом варианте опыта, где вместо сидерата возделывался овощной горох, продуктивность составила 33,6 и 32,7 т з. е. соответственно. На вариантах опыта, где во второй год исследований проводилась об-

работка под картофель летней посадки по типу полупара продуктивность гектара пашни была наименьшей и составила 28,2 и 27,0 т з. е.

11 Определено, что экономически более выгодным звеном севооборота является контрольный вариант (сахарная кукуруза – сидерат + картофель летней посадки – лук), где были получены: наибольший условный чистый доход 416,8 тыс. руб./га и рентабельность 160,7 %; энергетически более выгодными являются варианты, где возделывалась промежуточная культура. Приращение валовой энергии с учетом побочной продукции составило – 337,2 и 343,6 ГДж/га. Использование сидеральных культур позволяет получать на этих вариантах КЭЭ – наибольший – 2,3, энергоемкости 1 т з. е. продукции составила 4,9–5,1 ГДж/га.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1 Для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых черноземах обыкновенных юга России, необходимо использовать следующие режимы орошения. Для овощного гороха влажность почвы и сахарной кукурузы влажность почвы рекомендуется поддерживать в течение всей вегетации не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м; у сорго зернового – при сочетании дождевания в начальные периоды роста, а затем полив по бороздам и на варианте с использованием внутрпочвенного струйного полива и далее дождевания, лука репчатого посевом семенами в открытый грунт 80 % НВ в слое 0,4 м и дифференцированный (80 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70 % НВ).

2 Для расчета доз минеральных удобрений рекомендуется использовать уточненные коэффициенты выноса макроэлементов питания с 1 т основной и побочной продукции на орошаемых черноземах обыкновенных юга России, которые равны: для овощного гороха 11,8 кг/т азота, 11,6 кг/т фосфора, 7,0 кг/т калия; для сахарной кукурузы 20,8 кг/т азота, 17,8 кг/т фосфора, 10,9 кг/т калия; для сорго зернового 19,3 кг/т азота, 16,5 кг/т фосфора, 10,1 кг/т калия; для лука репчатого 2,4 кг/т азота, 2,7 кг/т фосфора, 3,9 кг/т калия; для картофеля летней посадки 3,9 кг/т азота, 4,3 кг/т фосфора, 3,9 кг/т калия.

3 В звенья орошаемого севооборота необходимо включать промежуточные (овощной горох) и сидеральные (горчицу сарептскую) культуры, которые способствуют восполнению плодородия почвы, повышается биопродуктивность орошаемого гектара, улучшается качество сельскохозяйственной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Авдеев, Ю. С. Влияние удобрений на урожай и крахмалистость картофеля на дерново-подзолистых почвах / Ю. С. Авдеев – М.: Агрохимия. – 1987. – № 4. – С. 61–66.

2 Агафонов, Е. В. Влияние удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и качество клубней картофеля на черноземе обыкновенном / Е. В. Агафонов, Н. П. Каменский, С. А. Гужвин // Плодородие. – 2013. – № 3. – С. 17–19.

3 Агафонов, Е. В. Почвы и удобрения в Ростовской области: учеб. пособие / Е. В. Агафонов, Е. В. Полуэктов. – Новочеркасск, 1995. – 200 с.

4 Агеев, В. В. Влияние озимых промежуточных культур на некоторые элементы плодородия карбонатных черноземов / В. В. Агеев, А. И. Мешкова // Научные основы рационального использования почв Северного Кавказа и пути повышения их плодородия / Кабардино-Балкарский гос. университет. – Нальчик, 1971. – С. 39–42.

5 Агеев, В. В. Роль пожнивных и корневых остатков культур зернопропашного севооборота в накоплении органического вещества и элементов минерального питания растений в почве / В. В. Агеев, В. И. Демкин // Агрохимия. – 1990. – № 3. – С. 38–50.

6 Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / под ред. Н. И. Кузнецова [и др.] // СГАУ. – Саратов, 2003. – 260 с.

7 Агроклиматические ресурсы Ростовской области. – М.: Гидрометеиздат, 1972. – 251 с.

8 Агротехнические требования по внесению трав на зеленое удобрение / М.: Колос, 1974. – 400 с.

9 Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных система земледелия и агротехнологий: метод. рук. – М.: Росинформагротех, 2005. – 784 с.

10 Адиньяев, Э. Д. Возделывание кукурузы при орошении / Э. Д. Адиньяев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 174 с.

11 Айдаров, И. П. Комплексное обустройство земель/ И. П. Айдаров – М.: МГУП, 2007. – 208 с.

12 Алабушев, А. В. Адаптивная технология выращивания сорго зернового в засушливой зоне Северного Кавказа / В. А. Алабушев. – Ростов н/Д.: «Книга», 2000. – 192 с.

13 Алабушев, А. В. Научно обоснованный подход к семеноводству сорго / А. В. Алабушев // Земледелие. – 2012. – № 2. – С. 43–44.

14 Алабушев, А. В. Проблема разработки адаптивной технологии возделывания сорго в засушливой зоне Российской Федерации / А. В. Алабушев, Н. В. Шишкин, Г. П. Герасименко. – Симферополь, 1996.

15 Алабушев, А. В. Проблемы и перспективы технологии возделывания сорго на зерно и зелёную массу / А. В. Алабушев // Кукуруза и сорго. – 1996. – № 1. – С. 13–16.

16 Алабушев, А. В. Результаты и перспективы исследований по технологии возделывания сорго / А. В. Алабушев // Тез. докл. Российской конф. «Проблемы биологии, селекции и технологии возделывания и переработки сорго». – Волгоград, 1992. – С. 74–77.

17 Алабушев, В. А. Состояние и направления развития зерновой отрасли / В. А. Алабушев, А. В. Гуреева, С. А. Раева // Всерос. НИИ зерновых культур им. И. Г. Калиненко. – Ростов н/Д.: Книга, 2009. – 187 с.

18 Алабушев, А. В. Состояние и перспективы производства зернового сорго / А. В. Алабушев, Л. Н. Анипенко // Кукуруза и сорго. – № 6. – 2005. – С. 7–12.

19 Алабушев, А. В. Способы основной обработки почвы при возделывании зернового сорго / А. В. Алабушев, Н. В. Шишкин, А. И. Степенко // Кукуруза и сорго. – 1996. – № 6. – С. 16.

20 Алабушев, А. В. Способы посева и урожайность зернового сорго / А. В. Алабушев, В. И. Бескровный // Интенсификация производства и использование кормов: сб. науч. тр. / ДГСХИ. – Персиановка, 1984. – С. 30–32.

21 Алабушев, А. В. Теоретические основы растениеводства / А. В. Алабушев, Б. Н. Сорокин. – Ростов н/Д., 1998. – 192 с.

22 Алабушев, В. А. Технологические приёмы возделывания и использования сорго / В. А. Алабушев // Всерос. НИИ зерновых культур им. И. Г. Калининко. – Ростов н/Д., 2007. – 222 с.

23 Алабушев, А. В. Технология возделывания сорго на зерно, семена, силос: рекомендации / В. А. Алабушев. – зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1989. – С. 4–16.

24 Алабушев, А. В. Выращивание сорго бессменно / А. В. Алабушев, Б. Н. Малиновский // Кукуруза и сорго. – 1985. – № 1. – С. 26.

25 Алабушев, А. В. Уникальные возможности сорго / А. В. Алабушев // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 19.

26 Алабушев, А. В. Урожайность зернового сорго и элементы ее структуры в звене севооборота и при бессменном посеве / А. В. Алабушев, Г. В. Метлина, А. Н. Удод // Достижения, направления развития сельскохозяйственной науки России. – Ростов н/Д., 2005. – С.

27 Алабушев, А. В. Энергетическая оценка производства сорговых культур / А. В. Алабушев, Л. Н. Анипенко, С. Н. Пелех // Зерновые и кормовые культуры: сб. науч. тр. ВНИИСЗК. – зерноград, 2000. – С. 6–8.

28 Алабушев, А. В. Эффективность производства зерна сорго / А. В. Алабушев, Л. Н. Анипенко. – Ростов н/Д., 2002. – 190 с.

29 Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.

30 Алексеев, Е. К. Зеленое удобрение на орошаемых землях / Е. К. Алексеев. – М.: Сельхозизд, 1957. – 284 с.

31 Алпатьев, А. М. Влагодоборот культурных растений / А. М. Алпатьев. – Л.: Гидрометеодиздат, 1954. – 248 с.

32 Амусин, В. Б. Использование сидератов в системе удобрений кукурузы на зерно, возделываемой по интенсивной технологии на темно-каштановых почвах Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Амусин Вячеслав Борисович. – Ленинград, 1990. – 17 с.

33 Анзорге, Х. Удобрение соломой в ГДР / Х. Анзорге // Использование органических удобрений. – М.: Колос, 1966. – 281 с.

34 Анипенко, Л. Н. Эффективность возделывания сорго в ОАО «Сорго» / Л. Н. Анипенко, Н. А. Ключников // Зерновые и кормовые культуры (селекция, семеноводство, технология возделывания): сб. науч. тр. ВНИИСЗК. – зерноград, 2000. – С. 17–18.

35 Асеева, Т. А. Влияние органоминеральных удобрений на плодородие почв и урожай пропашных культур в условиях Среднего Приамурья / Т. А. Асеева, В. И. Голов // Плодородие. – 2012. – № 1. – С. 25–28.

36 Астапов, В. С. Мелиоративное почвоведение / В. С. Астапов. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 369 с.

37 Афендулов, К. П. Удобрения под планируемый урожай / К. П. Афендулов, А. И. Лантухова. – М.: Колос, 1973. – 236 с.

38 Ахмедов, А. А. Сорго в засушливой зоне Северного Кавказа / А. А. Ахмедов // Вестник с.-х. науки. – 1962. – № 2. – С. 18–20.

39 Ахметзянов, И. Ориентир на сидеральный пар / И. Ахметзянов, Р. Шакиров, Г. Хуснутдинов // Сельское хозяйство России. – 1985. – № 2. – С. 42–43.

40 Бабичев, А. Н. Влияние влагообеспеченности на урожайность сорго зернового / А. Н. Бабичев, С. Г. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 47. – Новочеркасск: Геликон, 2012. – С. 13–16.

41 Бабичев, А. Н. Влияние режима орошения на рост, развитие и урожайность сорго зернового / А. Н. Бабичев, С. Г. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 49. – Новочеркасск: Геликон, 2012. – С. 4–8.

42 Бабичев, А. Н. Особенности роста и развития сорго при различных режимах орошения / А. Н. Бабичев, С. Г. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 47. – Новочеркасск: Геликон, 2012. – С. 17–21.

43 Багров, М. Н. Режим орошения сельскохозяйственных культур (применительно к условиям Нижнего Поволжья) / М. Н. Багров // Обзор. информ. – М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1975. – № 4. – 76 с.

44 Байбеков, Р. Ф. приемы регулирования плодородия почвы и продуктивности картофеля / Р. Ф. Байбеков, Н. И. Аканова, А. В. Кравченко // Плодородие. – 2014. – № 3. – С. 25–28.

45 Бактерии повышают урожай картофеля [Электронный ресурс] / А. Н. Постников, А. А. Петров–Спиридонов, О. Г. Кубарева, Н. В. Лесков, П. М. Артемьев. – Режим доступа: <http://agroxxi.ru/journal/199904/199904001.pdf>, 2016.

46 Балакай, Г. Т. Орошение гарантирует стабильное производство зерна / Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай, С. Г. Балакай // Земледелие. – № 5. – 2011. – С. 29–31.

47 Балакай, Г. Т. Развитие мелиорации – основа стабилизации производства сельскохозяйственной продукции в России [Электронный ресурс] / Г. Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 2(02). – 9 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=21&id=22>.

48 Балакай, Г. Т. Орошаемое земледелие – затратное и высокодоходное производство / Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай, С. Г. Балакай // Донская аграрная научно-практическая конференция «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы»: всероссийский сб. науч. тр. / Роль мелиорации, лесного и водного хозяйства в развитии аграрного сектора / ФГБОУ ВПО АЧГАА. – зерноград, 2012. – С. 139–142.

49 Балакай, Г. Т. Соя на орошаемых землях / Г. Т. Балакай. – М., 1999. – 198 с.

50 Балакай, С. Водопотребление сорго в условиях Ростовской области / С. Балакай // Формування конкурентоспроможної економіки: теоретичні, методичні та практичні засади: матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції 21–22 березня 2013 р. – Тернопіль: Крок, 2013. – С. 13–15.

51 Балакай, С. Г. Влияние влагообеспеченности на урожайность зернового сорго / С. Г. Балакай // Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства: матеріали Міжнародної науково-практичної кон-

ференції молодих учених, 5 грудня 2012 року / Національна академія аграрних наук України, Інститут водних проблем і меліорації. – Київ, 2012. – С. 10–11.

52 Балакай, С. Г. Влияние режима орошения на урожайность сорго зернового / С. Г. Балакай, А. Н. Бабичев // Мелиорация и водное хозяйство: материалы науч.-практ. конф. «Современное состояние и перспективы развития мелиоративного, лесомелиоративного и водохозяйственного комплексов Юга России» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН) 27–28 сентября 2012 г., г. Новочеркасск / ФГБОУ ВПО НГМА. – Вып. 10. – Новочеркасск: Лик, 2012. – С. 10–14.

53 Балакай, С. Г. Влияние способов полива на урожайность зерна [Электронный ресурс] / С. Г. Балакай, Г. Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. – № 4(12). – 11 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru>.

54 Балакай, С. Г. Отзывчивость сорго зернового на внесение минеральных удобрений [Электронный ресурс] / С. Г. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. – № 4(12). – 9 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru>.

55 Балакай, С. Г. Показатели продуктивности сорго зернового при различной влагообеспеченности на орошаемых землях Ростовской области / С. Г. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 50. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – С. 24–28.

56 Балакай, С. Г. Режимы орошения и водопотребление сорго зернового [Электронный ресурс] / С. Г. Балакай, А. Н. Бабичев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 3(11). – 12 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=188&id=194>.

57 Балакай, С. Г. Режим орошения и удобрения сорго зернового на орошае-

мых черноземах Ростовской области : автореф. ... канд. с.-х. наук : 06.01.02 / Балакай Софья Георгиевна. – Новочеркасск, 2013. – 23 с.

58 Балакай, С. Г. Режим орошения и удобрения сорго зернового на орошаемых черноземах Ростовской области : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.02 / Балакай Софья Георгиевна. – Новочеркасск, 2013. – 170 с.

59 Балакай, С. Г. Сорго – культура больших возможностей [Электронный ресурс] / С. Г. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 1(05). – 8 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=89>.

60 Балакай, С. Г. Эффективность режимов орошения сорго зернового на чернозёмах / С. Г. Балакай // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 08(092). – IDA [article ID]: 0921308005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/05.pdf>.

61 Балашев, Н. Н. Выращивание картофеля и овощей в условиях орошения / Н. Н. Балашев. – 2-е изд., доп. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

62 Безуглова О. С. Потеря гумуса в почвах Ростовской области / О. С. Безуглова, З. В. Звягинцева, Н. В. Горяинова // Почвоведение. – 1995. – № 2. – С. 175–183.

63 Безуглова, О. С. Почвы Ростовской области: учеб. пособие / О. С. Безуглова, М. М. Хырхырова. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2008. – 352 с.

64 Бельтюков, Л. П. Удобрение зернового сорго: монография / Л. П. Бельтюков. – зерноград: АЧГАА, 2010. – 136 с.

65 Бельтюков, Л.П. Ключников Н.А. Удобрение зернового сорго. / Л. П. Бельтюков, Н. А. Ключников – зерноград, 2010 – 135 с.

66 Беседин, А. Г. Конвейер гороха / А. Г. Беседин // Картофель и овощи. – 2014. – № 8. – С. 36.

67 Бескровный, В. И. Урожайность различных по спелости сортов и гибридов зернового сорго в зависимости от сроков посева и густоты стояния растений /

В. И. Бескровный // Интенсивная технология возделывания и использования сорго: сб. науч. тр. – зерноград, 1986. – С. 52–56.

68 Бзиков, Н. А. Возделывание зернового сорго в южных и юго-восточных регионах страны / Н. А. Бзиков, М. А. Мисик // Кукуруза и сорго. – 1976. – № 12. – С. 16.

69 Бобченко, В. И. Технология циклического соединения орошаемого и богарного земледелия / В. И. Бобченко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1996. – № 2. – С. 27–29.

70 Бобченко, В. И. Циклическое передвижное орошение – вариант для черноземов / В. И. Бобченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 1988. – № 11. – С. 50–51.

71 Большаков, А. З. Сорго – базовая культура в кормопроизводстве для всех видов сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы в условиях развития сельских территорий Курской области: памятка сорговода / А. З. Большаков. – Ростов н/Д.: «Ростиздат», 2007. – 64 с.

72 Большаков, А. З. Сорго – культура XXI века: памятка сорговода / А. З. Большаков. – Ростов н/Д.: «Ростиздат», 2002. – 30 с.

73 Большаков, А. З. Сорго: от селекции к технологии / А. З. Большаков, Н. Я. Коломиец. – Ростов н/Д.: «Ростиздат», 2003. – 112 с.

74 Борисов, В. А. Удобрения овощных культур / В. А. Борисов. – М.: Колос, 1978. – 208 с.

75 Брезгунов, М. А. Люпин на зеленое удобрение / М. А. Брезгунов // Земледелие. – 1984. – № 1. – С. 44–45.

76 Берестецкий, О. А. Биологические основы плодородия почвы / О. А. Берестецкий, Ю. М. Возняковская, Л. М. Доросинский и др. – М.: Колос, 1984. – 287 с.

77 Бушуев, Н. Н. Ресурсосберегающие технологии возделывания картофеля в почвенно-экологических условиях Омана / Н. Н. Бушуев, А. В. Шуравилин, Табук Мусалем Ахмед // Плодородие. – 2013. – № 4. – С. 42–44.

78 Васильев, В. А. Справочник по органическим удобрениям / В. А. Васильев, Н. А. Филиппова. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.

79 Васильев, М. Д. Севообороты – основа повышения урожайности / М. Д. Васильев. – М.: Россельхозиздат, 1970. – 88 с.

80 Васильев, С. М. Набор сельскохозяйственных культур в севообороте при периодическом орошении / С. М. Васильев, Е. С. Корепанова // Совершенствование технологий и техники орошения в современных условиях землепользования: сб. науч. тр. ФГНУ «РосНИИПМ» / под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск, 2005. – С. 176–180.

81 Васильев, С. М. Повышение устойчивости и эффективности использования агроландшафтов аридной зоны в условиях постоянного и циклического орошения / С. М. Васильев. – Ростов н/Д., 2006. – 364 с.

82 Васильев, С. М. Проведение агротехнических мероприятий при использовании циклического орошения / С. М. Васильев // Проблемы информационного и метрологического обеспечения эксплуатации оросительных систем, пути и методы их решения: сб. науч. тр. / ФГНУ «РосНИИПМ» / под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск, 2005. – С. 122–129.

83 Васецкий, В. Ф. Репчатый лук ялтинский / В. Ф. Васецкий // Картофель и овощи. – 1993. – № 1. – С. 27–29.

84 Влияние влагообеспеченности на продуктивность горчицы сарепской как сидерата / В. А. Монастырский, А. Н. Бабичев // Донская аграрная научно-практическая конференция «Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы»: всероссийский сб. науч. тр. / Роль мелиорации, лесного и водного хозяйства в развитии аграрного сектора / ФГБОУ ВПО АЧГАА. – зерноград, 2012. – С. 81–85.

85 Влияние орошения на свойства черноземов Северного Кавказа / А. Т. Лисконов [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство: обзор. информ. / ЦБНТИ Минводстрой СССР. – М., 1990. – С. 50.

86 Влияние севооборотов, способов обработки почв и удобрений на изменение содержания гумуса в черноземе типичном / В. В. Никитин, С. И. Тютюнов,

В. Д. Соловиченко, А. Н. Воронин, Е. В. Навольнева // Аграрная наука. – 2015. – № 3. – С. 5–7.

87 Водная стратегия агропромышленного комплекса России на период до 2020 года. – М., 2009. – 71 с.

88 Воеводина, Л. А. Метод определения необходимого количества органического вещества для поддержания запасов гумуса / Л. А. Воеводина, О. В. Воеводин // Мелиорация и водное хозяйство. Рациональное использование орошаемых ландшафтов на юге России (Шумаковские чтения): материалы науч.-практ. конф. – Новочеркасск, 2005. – Вып. 3. – С. 121–125.

89 Воеводина, Л. А. Основные направления ресурсосбережения при возделывании овощных культур и картофеля в условиях орошения / Л. А. Воеводина // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГНУ «РосНИИПМ» / под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: «Геликон», 2010. – Вып. 43. – С. 171–178.

90 Возняковская, Ю. М. Рациональные приемы применения зеленого удобрения / Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова, А. К. Никонорова // Земледелие. – 1993. – № 2. – С. 14–16.

91 Возняковская, Ю. М. Сидеральные удобрения регуляторы почвенно-микробиологических процессов в условиях почвоутомления / Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова, Л. Г. Петрова // Доклады ВАСХНИЛ. – 1988. – № 2. – С. 6.

92 Вольфкович, С. И. Комплексные азотно-фосфорные удобрения / С. И. Вольфкович. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 50 с.

93 Воробьева, Р. П. Изменение водных свойств почв при длительном орошении / Р. П. Воробьева, А. В. Шуравилин, В. В. Кандиус // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – № 2. – С. 33–34.

94 Воробьев, В. А. Оценка систем удобрения картофеля в полевых севооборотах / В. А. Воробьев // Аграрная наука. – 2015. – № 3. – С. 14–16.

95 Воробьев, С. А. Интенсивному земледелию специализированные севообороты / С. А. Воробьев // Земледелие. – 1976. – № 3. – С. 29–35.

96 Воробьев, С. А. Основы полевых севооборотов / С. А. Воробьев. – М.: Колос, 1968. – 320 с.

97 Воробьев, С. А. Роль гороха в севообороте Лесостепной зоны / С. А. Воробьев // Земледелие. – 1983. – № 7. – С. 17–19.

98 Воробьев, С. А. Севообороты интенсивного земледелия / С. А. Воробьев. – М.: Колос, 1979. – 368 с.

99 Временные рекомендации по применению зеленых удобрений в Российской Федерации / Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы. – М., 1992. – 7 с.

100 Выборнов, В. В. Режимы капельного орошения и дозы минерального питания репчатого лука на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Выборнов Владимир Владимирович. – Саратов, 2008. – 24 с.

101 Выблов, Б. Р. Сорго – культура больших возможностей / Б. Р. Выблов // Кукуруза и сорго. – 1979. – № 1. – С. 13.

102 Выращивать картофель при орошении выгодно / С. Б. Прямов, К. А. Пшеченков, Е. А. Симакова, С. В. Мальцев // Картофель и овощи. – 2014. – № 2. – С. 30–31.

103 Гайко, Н. Т. Площадь питания и урожайность зернового сорго / Н. Т. Гайко, В. И. Бескровный // Селекция, биология и агротехника сорго: сб. науч. тр. ВНИИ сорго. – зерноград, 1984. – С. 66–69.

104 Гамонов, А. М. Заделка сидератов в почву / А. М. Гамонов // Земледелие. – 1992. – № 2. – С. 64.

105 Гарюгин, Г. А. Режимы орошения сельскохозяйственных культур / Г. А. Гарюгин. – М.: Колос, 1979. – 267 с.

106 Гасанова, М. М. Система удобрений картофеля / М. М. Гасанова // Картофель и овощи. – 2013. – № 7. – С. 27.

107 Гасанов, Г. Н. Способы посева и нормы расхода семян / Г. Н. Гасанов, Н. Р. Магомедов // Зерновые культуры. – 1991. – № 3. – С. 39–41.

108 Гельцер, Ф. Ю. Роль органического вещества в структурообразовании

почв / Ф. Ю. Гельцер. – Химизация соц. земледелия. – 1937. – Т. 8 – С 53–63.

109 Гимбатов, А. Ш. Режим орошения кукурузы при близком залегании грунтовых вод / А. Ш. Гимбатов // Кукуруза. – 1978. – № 3. – С. 16–17.

110 Голубева, Г. С. Сорго при орошении / Г. С. Голубева // Кукуруза и сорго. – 1985. – № 4. – С. 39.

111 Голубев, А. В. Эффективность возделывания сорго / А. В. Голубев // Кукуруза и сорго. – 1986. – № 5. – С. 23–24.

112 Гончаров, Б. С. Возделывание сорго / Б. С. Гончаров // Опыт выращивания высоких урожаев на Дону. – Ростов н/Д., 1979. – С. 37.

113 ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО: по состоянию на 26 января 2016 г. // Техэксперт 2016 [Электронный ресурс]. – ИС «Техэксперт», 2016.

114 ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества: по состоянию на 26 января 2016 г. // Техэксперт 2016 [Электронный ресурс]. – ИС «Техэксперт», 2016.

115 ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом: по состоянию на 26 января 2016 г. // Техэксперт 2016 [Электронный ресурс]. – ИС «Техэксперт», 2016.

116 Григоренкова, Е. Н. Агробиологические особенности сорго / Е. Н. Григоренкова, Д. С. Кадралиев // Материалы докл. науч. конф. АГПУ. – Астрахань, 1997. – С. 62.

117 Гриценко, А. А. Вынос питательных веществ урожаем полевых культур / А. А. Гриценко, Л. П. Бельтюков, Н. Н. Скляр // Сб. науч. статей Донской селекционер. – зерноград, 1985. – С. 113–131.

118 Данильченко Н. В. Биоклиматическое обоснование суммарного водопотребления и оросительных норм / Н. В. Данильченко // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 4. – С. 25–29.

119 Дворянкин, А. Е. Комплексные удобрения в хелатной форме на сахарной свекле / А. Е. Дворянкин, А. А. Решетников // Агрохимические приемы повышения плодородия почв и продуктивность с.-х. культур в адаптивно-

ландшафтных системах земледелия: материалы 40-й Междунар. науч. конф. (ВНИИА). – М.: ВНИИА, 2006. – С. 138–140.

120 Девятерикова, Т. Лук с прибылью / Т. Девятерикова // Вестник овощевода. – 2015. – № 1. – С. 14–17.

121 Деградация и охрана почв / Г. В. Добровольский [и др.]; под общей ред. Г. В. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.

122 Добродомов, В. А. Использование нитратного азота промежуточными культурами. Проблемы азота в интенсивном земледелии / В. А. Добродомов // Тез. докл. Всесоюзн. совещ. – Новосибирск, 1990. – С. 242–249.

123 Довбан, К. И. Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии / К. И. Довбан. – Минск: Ураджай, 1981. – 206 с.

124 Довбан К. И. Зеленое удобрение / К. И. Довбан. – М.: Агропромиздат, 1990. – 207 с.

125 Дозоров, А. Долевое участие азота в питании растений гороха и сои / А. Дозоров // Международный с.-х. журнал. – 2003. – № 2. – С. 57–59.

126 Докучаева, Л. М. Эффективность действия различных химических отходов и их сочетаний на свойства солонцовых почв / Л. М. Докучаева // Сб. науч. тр. ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1985. – С. 26–31.

127 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

128 Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – М.: Колос, 1977. – 368 с.

129 Дробилко, А. Д. Агроприемы возделывания культур звена орошаемого севооборота / А. Д. Дробилко, Ю. А. Дробилко // Материалы науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития мелиорации и водного хозяйства» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН), 29–30 сентября. 2011 г. / НГМА. – Новочеркасск: «Лик», 2011. – С. 43–48.

130 Дробилко, А. Д. Эффективные приемы возделывания культур звена орошаемого севооборота / А. Д. Дробилко, Ю. А. Дробилко, П. Д. Шевченко // Плодородие. – 2011. – № 6. – С. 35–36.

131 Дубенок, Н. Н. Водопотребление и продуктивность раннего картофеля при спринклерном орошении / Н. Н. Дубенок, А. Ф. Дружкин, Р. А. Чечко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 15–18.

132 Дубинин, С. В. Как получить высокий урожай картофеля / С. В. Дубинин // Картофель и овощи. – 2013. – № 2. – С. 21–22.

133 Евтефеев, Ю. В. Основы агрономии: учеб. пособие / Ю. В. Евтефеев, Г. М. Казанцев. – М.: ФОРУМ, 2008. – 368 с.

134 Егоров, В. В. Кризисные явления при орошении / В. В. Егоров // Земледелие. – 1988. – № 1. – С. 30–32.

135 Еремеев, Ю. Н. Кукуруза на орошаемых землях Дона / Ю. Н. Еремеев, А. С. Михайлин. – Ростов н/Д.: Россельхозиздат, 1980. – 160 с.

136 Ефимов, И. Т. Орошаемая кукуруза / И. Т. Ефимов. – М.: Колос, 1974. – 224 с.

137 Жуйков, Г. Е. Промежуточные посевы ранневесенних культур в специализированных кормовых севооборотах / Г. Е. Жуйков, Л. М. Левченко // Орошаемое земледелие. – Киев, 1985. – № 30. – С. 47–50.

138 Жуков, А. И. Регулирование баланса гумуса в почве / А. И. Жуков, П. Д. Попов. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 40 с.

139 Запша, Н. А. Роль гороха в балансе органического вещества и элементов питания в овощных севооборотах / Н. А. Запша // Возделывание овощного гороха в Молдавии. – Кишинев, 1986. – С. 65–73.

140 Зезюков, Н. И. Сидеральный пар в ЦЧЗ / Н. И. Зезюков // Земледелие. – 1993. – № 6. – С. 10–11.

141 Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы – Ч. I. – Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. – 248 с.

142 Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы – Ч. II. – Ростов н/Д.: Донской издательский дом, 2013. – 272 с.

143 Зональные системы земледелия Ростовской области на ландшафтной основе / под ред. В. П. Ермоленко. – Рассвет, 2007. – 244 с.

144 Зональные системы земледелия Ростовской области / под ред.

Н. А. Шнейдерман, А. И. Миголь – Ростов н/Д.: Кн. изд-во, 1981. – 192 с.

145 Зуев, В. М. Восстановление структуры и плодородия почвы / В. М. Зуев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1998. – № 7. – С. 8–10.

146 Иванова, Н. А. Влияние минеральных и сидеральных удобрений на рост, развитие и продуктивность кормовых культур, возделываемых на орошаемых землях Ростовской области / Н. А. Иванова, Г. А. Сенчуков, Н. В. Михеев // Сборник научных трудов НГМА. – Новочеркасск, 1996.

147 Иванова, Н. А. Влияние сидерации почв на продуктивность последующих сельскохозяйственных культур / Н. А. Иванова, Г. А. Сенчуков, Е. Н. Лунева // Сборник научных трудов НГМА. – Новочеркасск, 1996.

148 Изменения площадей и урожайности сельскохозяйственных культур по данным ФАО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://faostat.fao.org/site/423/default.aspx#ancor>.

149 Изменение почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий Северного Кавказа под воздействием мелиорации и орошения / Э. В. Запорожниченко [и др.] // Мелиорация и орошение почв равнинного Кавказа. – М.: Наука, 1986. – С. 69–72.

150 Изменение черноземов при орошении водой неблагоприятного состава / Н. С. Скуратов [и др.] // Тез. докл. науч. конф., г. Абакан, 10–12 августа 1988 г. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 63–66.

151 Ильинская, И. Н. Оценка комплексного влияния гидрометеорологических факторов на водопотребление и урожайность кукурузы / И. Н. Ильинская, Г. А. Сенчуков // Интенсивное использование мелиорированных земель Северного Кавказа: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1987. – С. 58–64.

152 Интенсивная технология возделывания сорго [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sorgo.inf.ua/index_9_1.html, 2016.

153 Ишин, А. Г. Особенности технологии возделывания сорговых культур в засушливых районах Юго-Востока Европейской части России: рекомендации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://library.sgau.ru/public/reksorgo.pdf>, 2016.

154 Кадралиев, Д. С. Биоэнергетическая оценка выращивания сорго на орошаемых землях дельты Волги / Д. С. Кадралиев, Е. Н. Григоренкова // Материалы докл. науч. конф. АГПУ. – Астрахань, 1998. – С. 15.

155 Кадралиев, Д. С. Сорго на орошаемых землях дельты Волги / Д. С. Кадралиев, Е. Н. Григоренкова // Естественные науки. – 1999. – № 1. – С. 252–257.

156 Кадралиев, Д. С. Экологическая оценка новых поколений сортов сорговых культур на орошаемых землях дельты Волги / Д. С. Кадралиев, Е. Н. Григоренкова, Ж. И. Нурмакова // Орошение земель в обеспечении продовольственной безопасности России: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2008. – С. 80–85.

157 Кадралиев, Д. С. Эколого-биологическая оценка и технология возделывания сорго в Астраханской области / Д. С. Кадралиев // Международный сборник научных трудов (ассоциация университетов Прикаспийских государств). – Элиста – Тегеран, 2001. – С. 87–89.

158 Казинцев, Е. А. Гидрологические условия Центрального и восточного Предкавказья / Е. А. Казинцев // Мелиорация и орошение почв равнинного Кавказа. – М.: Наука, 1986. – С. 44–52.

159 Калашников, К. Г. Энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях / К. Г. Калашников, С. П. Серебряникова, Г. П. Калашникова // Оптимизация условий возделывания с.-х. культур на орошаемых землях. – Кишинев, 1989. – С. 92–105.

160 Карабецкий, И. П. Предотвратить деградацию черноземов при орошении / И. П. Карабецкий // Земледелие. – 1993. – № 1. – С. 8–9.

161 Кант, Г. Зеленое удобрение / Б. Д. Кирюшина: [пер. с нем.]. – М.: Колос, 1982. – 128 с.

162 Канукова, М. З. Особенности возделывания овощного гороха в предгорной зоне КБР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Канукова Мида Занудиновна. – Нальчик, 2000. – 21 с.

163 Каштанов, А. Н. Почвоохранное земледелие / А. Н. Каштанов, М. Н. Заславский. – М., Россельхозиздат, 1984. – С. 462.

164 Каюмов, М. К. Программирование продуктивности полевых культур / М. К. Каюмов. – М.: Росагропромиздат, 1989. – С. 368.

165 Кирюшин, В. И. Управление плодородием в интенсивном земледелии / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 1988. – № 5. – С. 2–6.

166 Ключников, Н. А. Оптимальная доза удобрений для новых сортов сорго / Н. А. Ключников, Л. П. Бельтюков, Е. В. Агафонов // Земледелие. – 2001. – № 4. – С. 28.

167 Ключников, Н. А. Продуктивность зернового сорго в зависимости от минерального питания / Н. А. Ключников, Л. П. Бельтюков, Е. В. Агафонов // Кукуруза и сорго. – 2002. – № 2. – С. 18.

168 Ключников, Н. А. Малюдин Ю. В. В содружестве с наукой / Н. А. Ключников, Ю. В. Малюдин // Земледелие. – 2001. – № 1. – 13с.

169. Ключников, Н. А. Зерновое сорго Хазине ультрараннеспелое в крайне засушливые районы / Н. А. Ключников, А. А. Рыбалкин, Я. И. Исаков // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 6. – 23 с.

170 Крестоцветные культуры: рекомендации по агротехнике и рациональному использованию). – Ставрополь, 1983. – 26 с.

171 Кружилин, И. П. Орошение картофеля в Западной Сибири / И. П. Кружилин, В. П. Часовских. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2001. – 178 с.

172 Кружилин, И. П. Сахарная кукуруза на орошаемых землях Нижнего Поволжья / И. П. Кружилин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 4. – С. 39–41.

173 Крылатов, А. Гумус определяющий фактор плодородия почв / А. Крылатов, Р. Муртазин, А. Жиров // Сельское хозяйство России. – 1983. – № 1. – С. 33–35.

174 Ковалевич, З. С. Влияние микроудобрений на содержание микроэлементов в основной и побочной продукции / З. С. Ковалевич, Г. П. Дубиковский // Агрохимия. – 1988. – № 4. – С. 94–97.

175 Ковда, В. А. Проблемы использования и мелиорации степных земель / В. А. Ковда // Степные просторы. – 1980. – № 8. – С. 18–24.

176 Ковда, В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1981. – 182 с.

177 Козин, М. А. Водный режим почвы и урожай / М. А. Козин. – М.: Колос, 1977. – 300 с.

178 Колбе, Г. Проблемы навозного удобрения в ГДР / Г. Колбе // Использование органических удобрений – М.: Колос, 1986.

179 Колганов, А. В. Орошение в России: природные ресурсы и возможности развития / А. В. Колганов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1997. – № 5. – С. 2–5.

180 Комиссаров, А. В. Влияние длительного орошения на свойства чернозема выщелоченного в Южном Предуралье / А. В. Комиссаров, М. А. Комиссаров // Земледелие. – 2015. – № 2. – С. 5–9.

181 Конова, А. М. Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на урожайность и качество картофеля / А. М. Конова, Л. Н. Самойлов // Плодородие. – 2011. – № 6. – С. 2–3.

182 Кононенко, Т. Н. Методика проведения полевых опытов в условиях орошения / Т. Н. Кононенко. – Ставрополь: СКУС, 1993. – 130 с.

183 Кононова, М. М. Органическое вещество целинных и освоенных почв / М. М. Кононова. – М.: Наука, 1972. – 277 с.

184 Коринец, В. В. Системные исследования энергоемкости возделывания кормовых культур аридной зоны в условиях Северного Прикаспия / В. В. Коринец, Д. С. Кадралиев, Е. Н. Григоренкова // Научные основы эффективного использования орошаемых земель аридных территорий России: сб. науч. тр. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2007. – С. 148–159.

185 Кормилицын, В. Ф. Большое внимание бобовым / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1993. – № 9. – С. 16–17.

186 Кормилицын, В. Ф. Зеленое удобрение и плодородие орошаемой почвы / В. Ф. Кормилицын // Степные просторы. – 1993. – № 4. – С. 14–15.

187 Кормилицын, В. Ф. Сидеральный пар в орошаемой земледелии Поволжья / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1994. – № 4. – С. 8–10.

188 Коршунов, А. В. Орошение и удобрения – гаранты высоких урожаев картофеля / А. В. Коршунов, Р. Л. Рахимов // Картофель и овощи. – 2011. – № 6. – С. 7–10.

189 Костяков, А. Н. Основы мелиораций / А. Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 750 с.

190 Костяков, А. Н. Основы мелиораций / А. Н. Костяков. – М., 1968. – 750 с.

191 Кузнецова, Н. В. Режим орошения для получения планируемого урожая репчатого лука / Н. В. Кузнецова, Л. Н. Маковкина // Плодородие. – 2009. – № 5. – С. 31–32.

192 Кузнецов, А. Е. Энергетический анализ технологий возделывания картофеля / А. Е. Кузнецов, Т. И. Роганова, Т. И. Беззубцева // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1996. – № 7. – С. 18–19.

193 Кулыгин, В. А. Агротехнические приемы и продуктивность овощных культур и картофеля в условиях орошения / В. А. Кулыгин // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 27–29.

194 Кулыгин, В. А. Влияние разных режимов орошения на эффективность использования оросительной воды при возделывании картофеля и овощных культур [Электронный ресурс] / В. А. Кулыгин // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ. – 2011. – № 65 (1). – 10 с. – Режим доступа: <http://ej.ru/2010/10/11>.

195 Кулыгин, В. А. Особенности режима орошения, водопотребления и агротехники картофеля на предкавказских черноземах : автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.02. – Новочеркасск, 1993. – 20 с.

196 Кулыгин, В. А. Основные направления в повышении эффективности использования оросительной воды при возделывании картофеля / В. А. Кулыгин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – № 2. – С. 44–48.

197 Кулыгин, В. А. Ресурсосберегающие приемы орошения и минерального питания при возделывании картофеля [Электронный ресурс] / В. А. Кулыгин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – № 1(17). – С. 28–43. – Режим доступа: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec320-field6.pdf.

198 Кулыгин, В. А. Способы основной обработки почвы при возделывании картофеля на орошении [Электронный ресурс] / В. А. Кулыгин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 3(15). – С. 16–26. – Режим доступа: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec275-field6.pdf.

199 Кулыгин, В. А. Эффективность использования оросительной воды при возделывании сельскохозяйственных культур в центральной орошаемой зоне Ростовской области [Электронный ресурс] / В. А. Кулыгин, И. Н. Ильинская // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – № 2(18). – С. 3–15. – Режим доступа: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec335-field6.pdf.

200 Кук, Дж. У. Регулирование плодородия почв / Дж. У. Кук. – М., 1970. – 520 с.

201 Кук, Дж. У. Система удобрений для получения максимальных урожаев / Дж. У. Кук. – 1975. – 416 с.

202 Лапа, В. В. Продуктивность севооборотов, баланс элементов питания и изменение плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении удобрений / В. В. Лапа // Плодородие. – 2014. – № 5. – С. 5–8.

203 Лапа, И. В. Особенности отзывчивости на удобрения зернобобовых культур в условиях правобережного полесья УССР / И. В. Лапа, М. Н. Кузюра // Агрохимия. – 1988. – № 2. – С. 20–25.

204 Лапченков, Г. Я. Влияние интенсивного использования североприазов-

ского чернозема при орошении водами местного стока на основные элементы плодородия почвы / Г. Я. Лапченков, Б. В. Романов // Научные основы рационального использования почв Северного Кавказа и пути повышения их плодородия / Кабардино-Балкарский гос. университет. – Нальчик, 1971. – С. 27–31.

205 Левандовский, И. Л. Уход за посевами при орошении / И. Л. Левандовский, В. И. Заверюхин // Земледелие. – 1988. – № 2. – С. 52–53.

206 Листопадов, И. Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии / И. Н. Листопадов, И. М. Шапошникова – М.: Россельхозиздат, 1984. – 205 с.

207 Литвинцев, П. А. Влияние систематического использования сидератов на продуктивность зернопарового севооборота / П. А. Литвинцев, И. А. Кобзева // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 23–24.

208 Лобов, Н. Ф. Опыт возделывания картофеля при орошении в Ростовской области / Н. Ф. Лобов. – Новочеркасск: ЮжНИИГиМ, 1963. – С. 77–81.

209 Лозановская, И. Н. Теория и практика использования органических удобрений / И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, П. Д. Попов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 232 с.

210 Лорх, А. Г. Динамика накопления урожая картофеля / А. Г. Лорх. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 192 с.

211 Лошаков, В. Г. Промежуточные культуры фактор экологически чистого земледелия / В. Г. Лошаков // Аграрная наука. – 1994. – № 6. – С. 24–25.

212 Лошаков, В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечернозёмной зоны / В. Г. Лошаков. – М., 1980. – 133 с.

213 Лысогоров, С. Д. Орошаемое земледелие / С. Д. Лысогоров, В. А. Ушкаренко. – М.: Колос, 1981. – 382 с.

214 Льгов, Г. К. Орошаемое земледелие Северного Кавказа / Г. К. Льгов. – Нальчик, 1960. – 228 с.

215 Майдунова, В. Е. Диагностика минерального питания овощного гороха при возделывании на обыкновенном черноземе / В. Е. Майдунова // Бюл. почв. ин-та им. Докучаева. – 1987. – № 44. – С. 33–34.

216 Мамедов, Ш. М. Временные рекомендации по возделыванию зернового

сорго в условиях равнинной зоны Дагестана / Ш. М Мамедов, О. К. Османов, Ю. Н. Еремеев. – Новочеркасск, 1987. – 15 с.

217 Мангуш, П. А. Агроклиматическое обоснование размещения сорго на территории Российской Федерации / П. А. Мангуш // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сорго: тез. докл. ВНИИ сорго. – зерноград, 1999. – С. 67.

218 Мартыненко, Т. А. Эффективность применения фосфогипса при поливе лука репчатого минерализованными водами Ингулецкой оросительной системы / Т. А. Мартыненко // Плодородие. – 2014. – № 6. – С. 41–43.

219 Маслиев, С. В. Рост, развитие и урожайность сахарной и лопающейся кукурузы в зависимости от приемов обработки почвы / С. В. Маслиев, Н. А. Орлянский // Кукуруза и сорго. – 2014. – № 4. – С. 3–5.

220 Мейерманов, М. К. Роль промежуточных культур в улучшении некоторых элементов плодородия почвы. Севообороты интенсивного земледелия / М. К. Мейерманов. – Горький, 1983. – С. 81–83.

221 Мелиоративный кадастр (по состоянию на 01.01.2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru>ministry/department/show/70.htm>, 2013.

222 Мелихов, В. В. Теория и практика возделывания кукурузы на зерно в ЦЧО и Поволжье / В. В. Мелихов // Вопросы прикладной ботаники, генетики и селекции. – М.: Вестник РАСХН, 2004. – 408 с.

223 Мельников, М. М. Два урожая в год с поливного гектара / М. М. Мельников. – Симферополь, 1975. – 18 с.

224 Меркушина, А. С. Реакция овощных сортов гороха на сернокислую медь / А. С. Меркушина, А. К. Ольховская, Н. П. Стеценко // Прогрессивная технология выращивания овощных культур в открытом и защищенном грунте. – М., 1985. – С. 13–19.

225 Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 45 с.

226 Методика полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М.: Колос, 1972. – 153 с.

227 Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / В. М. Володиным [и др.]; под ред. В. М. Володина. – Курск: ВНИИЗ и ЗПЭ. ЮМЕКС, 1999. – 48 с.

228 Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологических процессов в сельском хозяйстве / ВАСХНИЛ. ЦНИПТИМЭЖ. – Запорожье, 1982. – 32 с.

229 Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологических процессов в сельском хозяйстве / Ю. Ф. Новиков [и др.]; под ред. Ю. Ф. Новикова. – Запорожье: ВАСХНИЛ. ЦНИПТИМЭЖ, 1989. – 36 с.

230 Методические рекомендации по определению эффективности сельскохозяйственного производства. – М: ВНИЭСХ, 1997. – 68 с.

231 Методические рекомендации по оценке топливо энергетических затрат по выполнению механизированных процессов в растениеводстве / МСХ ВАСХНИЛ. – М., 1985. – 102 с.

232 Методические указания для экономических исследований и обоснований мероприятий в сельском хозяйстве / Краснодарский ордена Трудового Красного Знамени СХИ. – Краснодар, 1975. – 82 с.

233 Методика экономических исследований в агропромышленном производстве / под ред. В. Р. Боева. – М.: РосНИИ по социальным и кадровым проблемам, 1995. – 218 с.

234 Минаков, И. А. Эффективность инвестиции зернового производства / И. А. Минаков, Н. Н. Евдокимов // Зерновые культуры. – 2000. – № 3. – С. 3–6.

235 Минашина, Н. Г. Заботиться о плодородии почв при орошении / Н. Г. Минашина // Мелиорация и водное хозяйство. – 1988. – № 2. – С. 36–38.

236 Минеев, В. Г. Практикум по агрохимии / В. Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

237 Минеев, В. Г. Химизация земледелия и природная среда / В. Г. Минеев. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 287 с.

238 Минеральные удобрения и сидераты повышают плодородие чернозёмов при орошении / П. Д. Шевченко, А. Д. Дробилко, Ю. А. Дробилко, С. А. Мали-

ков // Материалы науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития мелиорации и водного хозяйства» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН) 29–30 сентября. 2011 г. / НГМА.– Новочеркасск: «Лик», 2011. – С. 156–162.

239 Михайлов, Н. И. Определение потребности растений в удобрениях / Н. И. Михайлов, В. П. Книпер. – М.: Колос, 1971. – 256 с.

240 Монастырский, В. А. Влияние сидеральных культур на урожайность картофеля летней посадки на орошаемых черноземах Ростовской области: автореф. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Монастырский Валерий Алексеевич. – Новочеркасск, 2013. – 23 с.

241 Монастырский, В. А. Влияние сидеральных культур на урожайность картофеля летней посадки на орошаемых черноземах Ростовской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Монастырский Валерий Алексеевич. – Новочеркасск, 2013. – 148 с.

242 Монастырский, В. А. Возделывание сидеральных культур и их влияние на урожайность и качество клубней картофеля летней посадки [Электронный ресурс] / В. А. Монастырский // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – № 92(08). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf>.

243 Монастырский, В. А. Накопление биомассы сидеральными культурами в зависимости от нормы высева / В. А. Монастырский, А. Н. Бабичев // Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России: материалы Международной научно-практической конференции, 7–10 февраля 2012 года. – пос. Персиановский: Изд-во ДонГАУ, 2012. – С. 110–112.

244 Монастырский, В. А. Режим орошения сахарной кукурузы / В. А. Монастырский // Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. 24 квітня 2015 р. – Херсон: ІЗЗ, 2015 – С. 103–106.

245 Монастырский, В. А. Рост, развитие сидеральных культур и их влияние

на агрохимические свойства орошаемых черноземов Ростовской области [Электронный ресурс] / В. А. Монастырский, А. Н. Бабичев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. – № 2(10). – 11 с. – Режим доступа: <http://www.rosnii-pm-sm.ru/archive?n=171&id=174>.

246 Монастырский, В. А. Урожайность и качество картофеля летней посадки в зависимости от используемого сидерата [Электронный ресурс] / В. А. Монастырский, А. Н. Бабичев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. – № 4(12). – 12 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=205&id=210>.

247 Назаров, Ю. И. Минеральные удобрения и урожайность сорговых культур / Ю. И. Назаров, В. А. Седяревич // Селекция, биология и агротехника сорго: сб. науч. тр. ВНИИ сорго. – зерноград, 1984. – С. 74–81.

248 Найдин, П. Г. Влияние удобрений на повышение устойчивости против неблагоприятных внешних условий / П. Г. Найдин // Удобрения под зерновые и зернобобовые культуры. – М.: Колос, 1964. – С. 13–15.

249 Наумкина, Л. Н. Используем сидераты и солому / Л. Н. Наумкина // Кукуруза и сорго. – 1996. – № 4. – С. 7–8.

250 Нечаев, В. И. Методика определения эффективности производства зерна / В. И. Нечаев // АПК: экономика, управление. – 2000. – № 12. – С. 72–77.

251 Новиков, А. И. Роль сидератов в воспроизводстве почвенного плодородия в Верхневолжья / А. И. Новиков, Н. А. Лопачев, А. Н. Панова // Вестник ОрелГАУ. – 2011. – № 4(31). – С. 10–11.

252 Об утверждении коэффициентов перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур: приказ Минсельхоза РФ от 11.01.2013 № 6 // Гарант Эксперт 2015 [Электронный ресурс]. – НПП «Гарант-Сервис», 2015.

253 Олексенко, Ю. Ф. Основная обработка почвы под сорго / Ю. Ф. Олексенко // Земледелие. – 1979. – № 11. – С. 29–30.

254 Олексенко, Ю. Ф. Основные приёмы сортовой агротехники сорго: обзорная информ. / Ю. Ф. Олексенко. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. – 40 с.

255 Ольгаренко, В. И. Влияние дифференциации поливной нормы на рост и развитие картофеля летнего срока посадки в условиях поймы Нижнего Дона [Электронный ресурс] / В. И. Ольгаренко, А. Н. Бабичев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2015. – № 3(19). – Режим доступа: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec357-field6.pdf.

256 Ольгаренко, В. И. Возделывание картофеля летнего срока посадки / В. И. Ольгаренко // Наука и молодежь: новые идеи и решения: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, посвящённой 70-летию Победы в Великой Отечественной войне, г. Волгоград 1–3 апреля 2015 г. – Ч. I. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, ИПК «Нива», 2015. – С. 335–338.

257 Ольгаренко, В. И. Возделывание картофеля летней посадки в условиях орошения на пойменных землях Юга России [Электронный ресурс] / В. И. Ольгаренко // Научный журнал КубГАУ: политематический сетевой электрон. журн. / Кубанский гос. аграрн. ун-т. – Электрон. журн. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 107(03). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/13.pdf>.

258 Ольгаренко, В. И. Дифференцированные режимы орошения и минерального питания картофеля летнего срока посадки / В. И. Ольгаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 52. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – С. 160–164.

259 Ольгаренко, В. И. Исследования режимов орошения и удобрения картофеля летнего срока посадки / В. И. Ольгаренко // Мелиорация, водоснабжение и геодезия: материалы межвузовской научно-практической конференции / коллектив авторов; под ред. проф. А. Ю. Черемисинова. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2014 – С. 52–56.

260 Ольгаренко, В. И. Орошение картофеля летнего срока посадки на Юге России / В. И. Ольгаренко // Актуальные вопросы ведения земледелия в условиях

изменения климата: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых 25 апреля 2015 г. – Херсон: ИОЗ, 2015. – С. 130–133.

261 Определение плотности грунта методом режущего кольца. Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docload.ru/Basesdoc /3/3258/index.htm>, 1985.

262 Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docload.ru/Basesdoc/3/3258/index.htm>, 1985.

263 Опыт орошения сельскохозяйственных культур на черноземах Ростовской области / Г. А. Сенчуков [и др.] // Мелиоративное состояние орошаемых земель и использование водных ресурсов: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1986. – С. 154–165.

264 Орлов, Д. С. Органическое вещество степных почв Поволжья, процессы его трансформации при орошении / Д. С. Орлов, В. А. Барановская, А. А. Околева // Почвоведение. – 1987. – № 10. – С. 65–79.

265 Орлов, Д. С. Особенности органического вещества орошаемых почв / Д. С. Орлов, Е. М. Аниканова, В. А. Маркин // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны. – М.: Наука. – 1980. – С. 35–61

266 Орошение земель Ростовской области: моногр. / под ред. В. М. Волошкова, В. В. Турулева. – Ростов н/Д.: Изд-во «Эверест», 2009. – 256 с.

267 Орошение и сохранение плодородия черноземов / Л. М. Докучаева [и др.] // Тез. докл. Всесоюзной науч.-техн. конф. «Повышение эффективности использования водных ресурсов в сельском хозяйстве», сентябрь 1989 г. / НИМИ. – Новочеркасск, 1989.

268 Основы научных исследований в агрономии / В. Ф. Моисейченко [и др.]. – М.: Колос, 1996. – 336 с.

269 Пазяева, Т. В. Интенсивные севообороты при орошении / Т. В. Пазяева // Селекция, агротехника и орошение овощных культур. – Кишинев, 1989. – С. 26–30.

270 Панников, В. Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников,

В. Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 612 с.

271 Пара, Н. П. Требования к условиям питания и урожайность овощного гороха / Н. П. Пара, В. Е. Майдунова // Возделывание овощного гороха в Молдавии. – Кишинев, 1986. – С. 37–65.

272 Пат. 2483516 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Устройство для внутрпочвенного полива семян при посеве / Балакай Г. Т., Балакай Н. И., Балакай С. Г., Бабичев А. Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно исследовательский институт проблем мелиорации». – № 2012106788/13; заявл. 24.02.12; опубл. 10.06.12, Бюл. № 16. – 6 с.

273 Пергаев, О. А. Технология выращивания зернового сорго: науч.-метод. рекомендации / О. А. Пергаев. – Клепино, 2011. – 14 с.

274 Пергаев, О. А. Зерновое сорго в степной зоне Крыма / О. А. Пергаев // Кукуруза и сорго. – 2013. – № 1. – С. 29–32.

275 Пищейко, Л.Н. Влияние хлоридно-натриевых оросительных вод на некоторые физико-химические свойства черноземов Приазовья / Л. Н. Пищейко // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны. – М.: Наука, 1980. – С. 13–21.

276 Плешаков, В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / В. Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 148 с.

277 Повышение плодородия орошаемых земель / В. И. Остапов, И. Д. Филиппьев [и др.]. – Киев: Изд-во «Урожай», 1989. – 168 с.

278 Поляков, П. В. Орошение и удобрения картофеля в пойме Дона / П. В. Поляков // Агротехника картофеля: сб. науч. тр. – М.: МСХ РСФСР, 1959. – С. 157.

279 Полуэктов, Е. В. Влияние антропогенной деятельности на свойства почв: учеб. пособие / Е. В. Полуэктов, В. В. Турулев. – Новочеркасск, 1995. – 110 с.

280 Полуэктов, Е. В. Почвенно-земельные ресурсы Ростовской области: моногр. / Е. В. Полуэктов / Новочеркасская государственная мелиоративная академия. – Новочеркасск: УПЦ «НАБЛА» ЮРГТУ (НПИ), 2008. – 355 с.

281 Попов, А. А. О мелиоративных режимах орошаемых черноземов Ростовской области / А. А. Попов, Ал. А. Попов // Тез. докл. VII Всесоюзного съезда почвоведов, 14–18 августа 1989 г. – Новосибирск, 1989. – 80 с.

282 Попов, А. А. Мелиоративное состояние орошаемых земель Ростовской области / А. А. Попов // Мелиорация и орошение почв равнинного Кавказа. – М.: Наука, 1986. – С. 24–28.

283 Попова, Т. В. Гумусное состояние черноземов при орошении / Т. В. Попова // Орошаемые черноземы. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – С. 137–144.

284 Постников, А. В. Поточно-промышленное производство компостов / А. В. Постников, М. Е. Шулепов // Земледелие. – 1992. – № 5. – 32 с.

285 Посыпанов, Г. С. Особенности расчета доз удобрений под планируемый урожай зернобобовых / Г. С. Посыпанов // Агрохимия. – 1982. – № 9. – С. 74–81.

286 Практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания гороха. – М.: Агропромиздат, 1986. – 48 с.

287 Приходько, В. Е. Гумус почв и почвенных мезоструктурных отдельностей и его изменение при орошении / В. Е. Приходько // Проблемы повышения плодородия почв в условиях Алтайского края. – Новосибирск, 1984. – 201 с.

288 Приходько, В. Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / В. Е. Приходько. – М.: Интеллект, 1996. – 180 с.

289 Промежуточные посевы на Дону: рекомендации / сост. А. С. Михайлин. 1977. – 32 с.

290 Пронько, Н. А. Приемы восстановления плодородия почв при орошении / Н. А. Пронько, А. Г. Романова // Плодородие. – 2005. – № 4(25). – С. 31–32.

291 Прянишников, Д. М. Агрохимия. Избранные сочинения / Д. М. Прянишников. – М.: Колос, 1965. – Т. 1. – 757 с.

292 Прянишников, Д. Н. Об удобрениях полей и севооборотов / Д. Н. Прянишников. – М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1962. – 25 с.

293 Пупонин, А. И. Влияние удобрений, обработка почвы и погодных условий на урожай / А. И. Пупонин // Земледелие. – 1983. – № 4. – С. 24–26.

294 Рабаев, М. Выращивание картофеля при орошении в условиях засушли-

вой степи Приуралья / М. Рабаев, А. Шауленова // Главный агроном. – 2015. – № 3. – С. 45–48.

295 Ресурсосберегающая и природоохранная технология возделывания сорго: метод. рекомендации / В. В. Коринец, Д. С. Кадралиев [и др.]. – Астрахань, 2007. – 24 с.

296 Ресурсосберегающие приемы возделывания полевых культур в орошаемых севооборотах: рекомендации / под ред. П. Д. Шевченко, Г. Т. Балакай. – Новочеркасск: Лик. 2014. – 92 с.

297 Роль сидератов в повышении плодородия почвы / В. Б. Остроумов, Л. М. Курасова, Н. И. Петушок, В. М. Дудкин, А. С. Акименко // Сахарная свекла. – 1999. – № 12. – С. 6–7.

298 Романенко, Т. А. Удобрения: значение, эффективность применения / Т. А. Романенко, А. И. Тютюнникова, В. Г. Сычев. – М.: ЦИНАО, 1998. – 376 с.

299 Ряховская, Н. И. Урожайность картофеля и плодородие почв в севообороте с однолетними сидеральными культурами в условиях Камчатки / Н. И. Ряховская, Н. М. Шалагина // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 32–34.

300 Руководство по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://libgost.ru/rukovodstvo/67834-Tekst_Rukovodstvo_Rukovodstvo_po_opredeleniyu_fizicheskikh_teplofizicheskikh_i_mehanichestskih_harakteristik_merzlykh_gruntov.html, 1973.

301 Сагалбеков, У. М. Эффективный сидерат / У. М. Сагалбеков // Земля сибирская дальневосточная. – 1987. – № 6. – С. 20.

302 Самарина, Л. Н. Влияние орошения на химико-технологические свойства зеленого горошка в консервах / Л. Н. Самарина, Н. А. Самарин, О. Н. Алейникова // Сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВИР. – 1989. – Т. 23. – С. 82–89.

303 Сгодлева, В. И. Повышение качества кормов в условиях концентрации и специализации кормопроизводства / В. И. Сгодлева, А. В. Залевский. – М.: ВАСХНИЛ, 1978. – С. 44–45.

304 Селиванов, А. В. Возделывание картофеля в Среднем Поволжье с ис-

пользованием биопрепаратов и микроудобрений / А. В. Селиванов, Л. С. Федотова // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 35–38.

305 Селицкий, С. А. Высокопродуктивные звенья орошаемых севооборотов / С. А. Селицкий // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. ФГБНУ «РосНИИПМ» / под ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: Геликон, 2011. – Вып. 45. – С. 140–143.

306 Семеноводство овощных и бахчевых культур: справочник / под ред. С. И. Сычева, Г. П. Мизунова. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 111.

307 Сенчуков, Г. А. Ландшафтно-экологические и организационно-хозяйственные аспекты обоснования водных мелиораций земель / Г. А. Сенчуков. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. – 276 с.

308 Сенчуков, Г. А. Методические рекомендации по возделыванию сорго на орошаемых землях Ростовской области / Г. А. Сенчуков, А. С. Михайлин, Ю. Н. Еремеев // ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1983. – 20 с.

309 Сереев, Н. А. Особенности формирования экономически эффективных севооборотов на орошаемых землях КФХ и мелких СПК / Н. А. Сереев, А. А. Новиков // Материалы науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития мелиорации и водного хозяйства» (Шумаковские чтения совместно с заседанием секции РАСХН) 29–30 сентября. 2011 г. / НГМА.– Новочеркасск: «Лик», 2011. – С. 127–129.

310 Сидеральные культуры для Нечерноземной зоны / В. М. Тужилин [и др.] // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 5. – С. 27–28.

311 Система ведения агропромышленного производства Ростовской области: рекомендации. В 2 т. / ЮжНИИГиМ. – Ростов н/Д.: Молот, 1996. – Т. 1. – 422 с.; Т. 2. – 319 с.

312 Скуратов, Н. С. Методика определения наименьшей влагоемкости / Н. С. Скуратов, Д. А. Штокалов // Методики по определению скорости впитывания воды в почву, параметров поверхностных способов полива, объемной массы и наименьшей влагоемкости почвы, отбора почвенных образцов на анализ: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1985. – С. 54–55.

313 Скуратов, Н. С. Ощелачивание почв под влиянием орошения и пути его устранения / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева // Вопросы мелиоративного состояния орошаемых земель и использование водных ресурсов Северного Кавказа: сб. науч. тр. / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1983. – С. 25–28.

314 Смирнов, Р. Н. Влияние орошения и качества поливных вод на защелачивание черноземов Ростовской области / Р. Н. Смирнов // Тез. докл. VI делегатского съезда почвоведов. – Ташкент, 1985. – 103 с.

315 Смирнов, Р. Н. Оценка влияния орошаемого земледелия на плодородие почв донских оросительных систем / Р. Н. Смирнов // Методологические усовершенствования технологии изыскания и оценки территории для мелиоративного освоения: сб. науч. тр./ Южгидроводхоз. – Ростов н/Д., 1987. – С. 97–103.

316 Справочник овощевода. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 224 с.

317 Совершенствование зональной технологии возделывания зернового сорго / А. В. Алабушев, В. И. Бескровный, Н. В. Шишкин, Н. И. Сарычева // Сб. науч. тр. ВНИИИсорго. – зерноград, 1995. – С. 23–27.

318 Соколовский, С. П. Водно-солевой режим почв и развитие орошения в Центральном и Восточном Предкавказье: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.01.02 / Соколовский Сергей Петрович. – М., 1983. – 21 с.

319 Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика) / А. В. Алабушев [и др.]. – Ростов н/Д.: «Книга», 2003. – 368 с.

320 Соромотина, Т. В. Влияние срока посадки и возраста рассады на урожайность и качество початков сахарной кукурузы / Т. В. Соромотина, А. С. Елисеев // Кукуруза и сорго. – 2013. – № 4. – С. 14–17.

321 Соромотина, Т. В. Изменение морфобиологических показателей и урожайности початков сахарной кукурузы в зависимости от плотности посадки и ширины междурядий / Т. В. Соромотина, А. С. Елисеев // Кукуруза и сорго. – 2013. – № 1. – С. 10–13.

322 Состояние и использование земельного фонда Ростовской области / В. М. Лобанов [и др.]. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 1997. – 231 с.

323 Станков, Н. З. Корневая система полевых культур / Н. З. Станков. – М.: Колос, 1964. – 280 с.

324 Столба, П. Д. Корневые и пожнивные остатки с/х растений / П. Д. Столба // Химизация сел. хоз-ва. – 1991. – № 6. – С. 50–52.

325 Сыпко, М. Е. Влияние химической мелиорации на состав гумуса нейтральных солонцов поймы Нижнего Дона / М. Е. Сыпко // Пути повышения продуктивности солонцовых земель: тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. – Новосибирск, 1986. – С. 43.

326 Сычев, В. Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь / В. Г. Сычев. – М.: ЦИНАО, 2003. – 228 с.

327 Сычев, В. Г. Состояние и стратегия развития агрохимического обслуживания сельскохозяйственного производства России на период до 2010 года / В. Г. Сычев, А. Н. Аристархов // Плодородие. – 2004. – № 5. – С 2–5.

328 Сухарев, Ю. И. Формирование питательного режима почв аридной зоны при капельном орошении картофеля / Ю. И. Сухарев, А. В. Шуравилин, Табук Мусаллам Ахмед // Плодородие. – 2013. – № 1. – С. 38–40.

329 Технология посева овощных культур с одновременным поливом / Г. Т. Балакай, А. Н. Бабичев, Н. И. Балакай, С. Г. Балакай // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 16–17 октября 2013 г. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – Т. 1. – С. 150–154.

330 Тимофеева, И. И. Правильно используйте сортовые ресурсы картофеля / И. И. Тимофеева // Картофель и овощи. – 2012. – № 6. – С. 4–5.

331 Ткачева О. А. Эколого-экономические аспекты устойчивости сельскохозяйственного землепользования [Электронный ресурс] / О. А. Ткачева, Е. Г. Мещанинова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. –

Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. – № 1(09). – 13 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=153&id=168>.

332 Турулев, В. В. Севообороты орошаемых земель / В. В. Турулев, М. С. Овчаренко. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2006. – 272 с.

333 Удобрение картофеля / Е. В. Лекомцева, Т. Е. Иванова, И. Л. Иванов, Т. Ю. Бортник // Картофель и овощи. – 2015. – № 4. – С. 34–35.

334 Указания по рациональному использованию орошаемых черноземов Северного Кавказа и ЦЧО / Н. С. Скуратов, Л. М. Докучаева, Д. И. Щеглов, Ю. А. Панков. – Новочеркасск, 1992.

335 Указания по регулированию пищевого режима орошаемых черноземов Северного Кавказа / ЮжНИИГиМ. – Новочеркасск, 1990. – 48 с.

336 Усманов, Ю. А. Зеленое удобрение / Ю. А. Усманов. – Уфа, 1988. – 56 с.

337 Устройство и технология внутрпочвенного струйного полива высеваемых семян [Электронный ресурс] / Г. Т. Балакай, Н. И. Балакай, А. Н. Бабичев, С. Г. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2011. – № 3(03). – 11 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=37&id=47>.

338 Ушаков, В. А. Новые сорта овощного гороха для расширения конвейера / В. А. Ушаков, И. П. Котляр, Е. П. Пронина // Картофель и овощи. – 2014. – № 12. – С. 31–33.

339 Федин, М. А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М. А. Федин. – М.: М-во сельского хозяйства СССР, 1985. – 285 с.

340 Федотова, Л. С. Система удобрений картофеля должна быть научно обоснованной / Л. С. Федотова, Г. И. Филипова // Картофель и овощи. – 2010. – № 5. – С. 10–13.

341 Хаваева, И. П. Изучение интенсивности цветения новых форм овощного гороха для поиска источников повышения потенциала продуктивности: материалы докл. II Междунар. симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспек-

тивы их практического использования» / И. П. Хаваева, В. А. Епихов. – Пущино, 1997. – Т. 4. – С. 379–380.

342 Халипов, Ш. А. Промежуточные культуры на орошаемых землях / Ш. А. Халипов. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 127 с.

343 Хорошкин, А. Б. Зеленый горошек, томаты, картофель: полноценное питание – полновесный урожай! Применение минеральных удобрений Гидро Агри / А. Б. Хорошкин // Сельские зори. – 2001. – № 4. – С. 14–15.

344 Царев, А. П. Агробиологические основы выращивания и использования сорговых культур в Поволжье / А. П. Царев, Е. В. Морозов. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2011. – 244 с.

345 Чобану, С. А. Овощные севообороты зоны промышленного овощеводства / С. А. Чобану // Оптимизация условий возделывания с.-х. культур на орошаемых землях. – Кишинев, 1989. – С. 145–152.

346 Шалашова, О. Ю. Очищающие, удобрительные и мелиорирующие компосты / О. Ю. Шалашова, Р. Е. Юркова, С. Л. Гарин // Мелиорация антропогенных ландшафтов: межвуз. сб. науч. тр. – Т. 22: Проблемы природопользования и обеспечения экологической безопасности. – Новочеркасск, 2004. – 294 с.

347 Шафран, С. А. Агрохимическое обоснование применения калийных удобрений в Нечерноземной зоне России / С. А. Шафран, Ф. В. Янишевский // Агрохимия. – 1998. – № 4. – С. 5–17.

348 Шафран, С. А. Комплексные минеральные удобрения / С. Я. Шафран // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 11. – С. 26–30.

349 Шафран, С. А. Окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая картофеля на почвах Нечерноземной зоны с разными агрохимическими свойствами / С. А. Шафран, Е. С. Козеичева // Плодородие. – 2015. – № 1. – С. 8–10.

350 Шафран, С. А. Оптимизация азотного питания зерновых культур при разной обеспеченности дерново-подзолистых почв фосфором и калием: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.03 / Шафран Станислав Аронович. – М., 1995. – 51 с.

351 Шевченко, П. Д. Орошаемое земледелие и растениеводство / П. Д. Шевченко, Г. Т. Балакай, В. Н. Василенко. – Новочеркасск: Лик. 2009. – 451 с.

352 Шепель, Н. А. Рекомендации по возделыванию сорго на Кубани / Н. А. Шепель. – Краснодар: Кн. изд-во, 1975. – 24 с.

353 Шитикова, А. В. Формирование урожая и качество клубней картофеля в зависимости от уровня минерального питания / А. В. Шитикова, А. С. Черных // Плодородие. – 2013. – № 2. – С. 12–13.

354 Шкарда, М. Применение местных удобрений в ЧССР / М. Шкарда // Использование органических удобрений – М.: Колос, 1986. – 364 с.

355 Шорин, П. М. Перспективы возделывания сорго в предгорьях Северного Кавказа / П. М. Шорин // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 5. – С. 14–15.

356 Шумаков, Б. А. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур – основа для проектирования режима орошения / Б. А. Шумаков // Биологические основы орошаемого земледелия. – М.: АН СССР, 1957. – С. 370–375.

357 Щедрин, В. Н. Влияние различных доз удобрений на урожайность овощных культур / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, В. А. Кулыгин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 6. – С. 30–32.

358 Щедрин, В. Н. Орошение сегодня: проблемы и перспективы / В. Н. Щедрин. – М.: ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2004. – 225 с.

359 Щедрин, В. Н. Перспективы развития мелиорации и водного хозяйства в Российской Федерации [Электронный ресурс] / В. Н. Щедрин, Г. А. Сенчуков // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 1(05). – 9 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=83>.

360 Щедрин, В. Н. Проблемы и перспективы оросительных мелиораций в Ростовской области / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, А. Н. Бабичев // Международный сборник научных трудов / ФГБОУ ВПО АЧГАА. – Зерноград, 2012. – С. 567–579.

361 Щедрин, В. Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на юге России / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем

мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 3(15). – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=273&id=274>.

362 Щедрин, В. Н. Цикличность в природе и в мелиорации – путь к реализации технологий будущих поливов / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, Т. П. Андреева // Труды Кубанского государственного аграрного университета: научный журнал / Серия: Агроинженер 2/2008 / КубГАУ, 2008. – Спецвыпуск. – С. 128–133.

363 Эволюция черноземов при орошении / В. Г. Розанов [и др.]; под ред. В. Г. Розанова // Русский чернозем – 100 лет после Докучаева. – М.: Наука, 1983. – 160 с.

364 Экологические аспекты орошения черноземов / Л. М. Докучаева [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 6. – С. 36–37.

365 Экономическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур: методические указания к дипломной и курсовой работам по растениеводству / Г. А. Медведев [и др.] / Волгоградская гос. с.-х. акад. – Волгоград, 1994. – 24 с.

366 Якименко, В. Н. Длительность последействия калийных удобрений на урожайность картофеля и калийное состояние почвы / В. Н. Якименко // Плодородие. – 2015. – № 2. – С. 11–13.

367 Яхтанигова, Ж. М. Возделывание сортов сахарной кукурузы в Московской области / Ж. М. Яхтанигова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 6. – С. 62–63.

368 Agoston, G. *Med mindig a jobb novenyek koze tartozik* / G. Agoston // *Mezogardasag*. – 1987. – Т. 42. – № 6. – Р. 5.

369 Anderson, W. C. *Sequential yield component analysis of processing peas* / W. C. Anderson, G. W. Haglund Eaton // *HortScience*. – 1986. – Т. 21. – № 1. – Р. 103–105.

370 Bandelow, W. *Mehrjahrigе Ergebnisse der staatlichen Sortenprufung beim Anbau der Gemuseerbsensorten “Aldina”, “Apex” und “Kati”* / W. Bandelow // *Berlin: Gartenbau*, 1986. – Т. 33. – № 3. – S. 71–72.

371 Bartos. J. *Ekonomika Vyroby konzervarenskeho hrasku* / J. Bartos // *Zahradnictvo*, 1987. – T. 12. – № 10. – P. 453–455.

372 Brunsgaard, G. Protein quality and energy density of green peas as influenced by seed size and time of harvest / G. Brunsgaard, U. Kidmose // *J. Sc. Food Agr.*, 1994. – Vol. 65. – № 3. – P. 363–370.

373 Bainbridge, D. A. Buried clay pot irrigation: a little known but very efficient traditional method of irrigation / D. A. Bainbridge // *Agricultural water management*. – 2001. – Vol. 48. – № 2. – P. 79–88.

374 Barbiery, G. Recerche sulla irrigazione del mais in relazione alle fazi del ciclo biologico / G. Barbiery, P. Tedeschi, G. Zerbi // *Irrigazione*. – 1976. – V. 23. – № 3. – P. 39–40.

375 Barth, H. K. Sustainable and effective irrigation through a new subsoil irrigation system (SIS) / H. K. Barth // *Agricultural water management*. – 1999. – Vol. 40. – № 2–3. – P. 283–290.

376 Boonchoo, S. Barley yield and grain protein concentration as affected by assimilate and nitrogen availability / S. Boonchoo, S. Fukai, S. Hetherington // *Australian Journal of Agricultural Research*. – 1998, 49: 4, – P. 695–706.

377 Boonstra, Drainable surplus assessment in irrigated agriculture: field application of groundwater approach / J. Boonstra, M. N. Bhutta, Sultan A. Rizvi // *Irrigation and Drainage systems*. – 1997. – Vol. 11. – № 1. – P. 41–60.

378 Bullock, D. Double cropping grain sorghum after small grains / D. Bullock, D. Lee // Athens, Ga, 1987. – 15 c.

379 Cardvell, V. B. Fifty years of Minnesota corn production: Sources of yield increase / V. B. Cardvell // *Agronomy J.* – 1982. – V. 74. – № 6. – P. 984–990.

380 Cebula, S. Wplyw rozstawy rzadow na plonowanie i jakosc dwoch odmian grochu zielonego / S. Cebula, M. Poniedzialek // *Krakow: Ogrodnictwo*, 1987. – T. 16. – S. 185–200.

381 Chandra, S. Stover quality of dual-purpose sorghums: genetic and environmental sources of variation / S. Chandra, E. Zerbini, H. F. W. Rattunde, D. J. Flower // *Field crops research*. – 2001. – Vol. 71. – № 1. – P. 1–8.

382 Dellenbach, P. Variations de la teneur en eau sol pour divers regimes d'irrigations et diverses cultures / P. Dellenbach // Comptes Rendus Hebdomadaire des Seances l'Academie d'agriculture de France. – 1972. – V. 58. – № 10. – P. 784–806.

383 De Wet, J. V. J. Origin of Sorghum bicolor. Distribution and domestication / J. V. J. De Wet, J. P. Hucabay // Evolution. – 1967. – Vol. 21. – № 40. – P. 787–802.

384 De Wet, J. V. J. Systematics and evolution of Sorghum sect. Sorghum (Gramineae) / J. V. J. De Wet // Amer. J. Bot. – 1978. – V. 65. – № 4. – P. 477–484.

385 Frohlich, H. Aufgaben bei der wieteren Erhöhung des staatlichen Aufkommens sowie der Ertrage bei Gemuserbsen / H. Frohlich, G. Schucher // Berlin: Gartenbau, 1985. – T. 32. – № 2. – S. 35–36.

386 Frohlich, H. Intensivierung der Produktion sowie der Vorfertigung und Verarbeitung von Gemuserbsen und Gemusebohnen in LPG / H. Frohlich, K. Wollank // Berlin: Gartenbau, 1986. – T. 33. – № 3. – S. 65–68.

387 Hector, D. Adapting a barley growth model to predict grain protein concentration for different water and nitrogen availabilities / D. Hector, S. Fukai, P. Yoyne // Australian Society of Agronomy Inc. – Toowoomba – Australia, 1997. – P. 117–121.

388 Janert, H. Der Creifswalder Rohrflug und deine Arbeitweise Wasserwirtschaft / H. Janert. – U-technik. – № 4.

389 Jiao Bin Utilization of green manure for raising soil fertility in China / Bin Jiao // Soil Science. – 1983. – Vol. 135. – № 1. – P. 65–69.

390 Managing subsurface drip irrigation in the presence of shallow ground water / J. E. Ayars, R. A. Schoneman, F. Dale, B. Meso, P. Shouse // Agricultural water management. – 2001. – Vol. 47. – № 3. – P. 243–264.

391 Milotay, P. Gsemegekukorica / P. Milotay // Kerteszeti Szuleszet. – 1989. – P. 38.

392 Molina Navarro, E. Maiz dulce (Zea mays var. rugosa) / E. Molina Navarro // Agr. Vergel. – 1990. – P. 9.

393 Morrison, K. J. Green manure and cover crops for irrigated lands / K. J. Morrison // Wash., 1981. – P. 2–6.

- 394 Optimization model for water allocation in deficit irrigating systems. I. Description of the model / R. Lopez, E. Camacho, J. Reca, M. Alcaide, J. Roldan // *Agricultural water management*. – 2001. – Vol. 48. – № 2. – P. 103–116.
- 395 Roce, C. *Agricultural Physics* / C. Roce / Oxford. – Pergamen Press Ltd. – 1966. – 255 p.
- 396 Salazar Centeno, D. Standort- und fruchtfolgespezifische Einflüsse bei variiertem Unkrautbekämpfung im Gemusemais-, Sorghum- und Sojaanbau Nikaraguas / D. Salazar Centeno // Aachen: Shaker, 1994. – P. 142.
- 397 Sanvar, A. Irrigating water distribution and long-term effects on crop and environment / A. Sanvar, R.A. Feddes, W. G. M. Bastiaanssen // *Agricultural water management*. – 2001. – Vol. 50. – № 2. – P. 125–140.
- 398 Scaggs, R. K. Predicting drip irrigation use and adoption in a desert region / R. K. Scaggs // *Agricultural water management*. – 2001. – Vol. 51. – № 2. – P. 125–142.
- 399 Snowden, J. D. *Cultivated races of sorghum* / J. D. Snowden. – London, 1936. – 274 p.
- 400 Snowden J. D. The wild fodder sorghums of the section *Eu-sorghum* / J. D. Snowden // *J. Linn. – Soc.* – London, 1955. – 55. – P. 191–260.
- 401 Standfield, J. R. *Fuel in British Agriculture* / J. R. Standfield // N. J. A. E. Publication. – 1973. – № 3. – P. 125–130.
- 402 Stapf, O. *Sorghum* / O. Stapf // *Flora of Tropical Afrika*. – London, 1934. – V. 9. – P. 104–154.
- 403 Villar, J. L. High density sorghum production for late planting in the Central Great Plains / J. L. Villar, J. W. Maranville, J. C. Gardner // *J. Product. Agr.* – 1989. – T. 2. – № 4. – P. 333–338.
- 404 Wichelns, D. The role of “virtual wate” in efforts to achieve food security and other natural goals with an example from Egypt / D. Wichelns // *Agricultural water management*. – 2001. – Vol. 49. – № 2. – P. 131–151.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метеорологические показатели за годы исследований

Таблица А.1 – Метеорологические показатели за годы исследований (2003–2014 гг.)

Год	Месяц												Сумма (среднее)	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	за год	за апрель – сентябрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Осадки, мм														
Среднемноголетние	25	25	25	35	40	50	45	40	35	30	35	35	586,9	266,2
2003	49,8	52,2	37,9	21	13,8	30,6	91,5	70,2	39,1	111,3	44,1	25,4	808,8	336,3
2004	105,4	155,8	34,9	21,8	44,3	84,3	56,2	97,6	32,1	44,1	65,6	66,7	598,4	243,2
2005	87,4	55,4	79,8	22,6	45,9	76,7	68,2	28,8	1,0	65,1	30,4	37,1	624,9	273,4
2006	87,6	56,6	101,4	10,3	35,1	105,8	27,0	61,4	33,8	40,2	53,5	12,2	367,7	145,9
2007	56,2	17,4	30,5	15,7	10,7	56,6	22,8	12,6	27,5	32,4	44,3	41,0	538,0	282,9
2008	33,3	16,4	102,1	103,9	27,7	30,7	73,7	1,0	45,9	23,7	40,2	39,4	596,5	216,5
2009	47,2	52,0	106,4	17,3	47,3	15,7	23	36,9	76,3	22,8	54	97,6	526,8	226,7
2010	70,3	26,6	48,6	42,6	89,4	10	65,7	3,4	15,6	38	39,4	77,2	476,2	305,2
2011	39,3	18,1	20,4	31,5	35,2	114,0	35,5	53,8	35,2	37,1	24,7	31,4	586,9	370,3
2012	40,7	37,1	33,2	28,6	114,9	64,0	49,1	99,4	14,3	37,8	15,5	52,3	611	173,2
2013	94,1	18,4	64,9	10,6	9,2	31,3	39,4	47,1	35,6	156,6	31,2	72,6	463,8	283,9

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2014	38,2	14,6	36,3	52,5	104	62,2	3,7	2,5	59	22,9	6,4	61,5	586,9	266,2
Среднемесячная температура, град.														
Средненоголетние	-6	-5,2	4,5	9	15	19,8	23,1	22,1	16,1	9,6	2,2	-2,9	3294,8	3205,6
2003	-3	0	0,3	8,1	19,6	18,5	21,4	21,8	15,8	10	4,7	-1,2	3528,3	3208,6
2004	0	-0,3	5	9,9	16,1	19	21,6	22,2	17,7	10,3	4,4	-0,4	3817,3	3248,3
2005	0,6	-4,7	-0,4	11,8	19,4	20,4	22,3	23,5	19,1	11,1	4,7	-0,2	3881,2	3553,3
2006	-10,4	-6,0	4,0	11,2	16,2	22,3	22,0	26,4	18,4	11,5	4,6	1,6	3704,8	3553,3
2007	3,2	-1,3	4,7	9,6	19,7	23,3	25,7	26,9	18,9	12,0	1,6	-1,8	4334,4	3785,1
2008	-6,7	-1,1	6,7	6,7	15,7	21,1	23,6	25,1	16,2	11,1	3,1	-1,1	3662,2	3306,2
2009	-4,5	0,2	3,6	8,8	16,4	21	27,6	21,4	17,6	12,7	5,6	-1,3	3926,8	3440,4
2010	-6,4	-2,8	1,3	11,4	16,9	25	26,7	27,3	18,9	7,4	9,3	2	4167,1	3849,1
2011	-4,7	-7,0	+0,7	+9,3	18,3	22,5	26,4	22,8	18,6	9,5	-0,2	+2,3	3604,4	3596,0
2012	-4,8	-9,1	-0,2	14,6	19,7	23,5	25,2	24,5	17,1	13,3	5,4	-3,0	3838,6	3800,3
2013	-1,0	0,7	3,1	11,7	21,1	23,6	24,4	24,4	16,1	8,5	2,4	-3,9	3987,6	3699,7
2014	-7,3	-2,4	4,7	10,3	19,4	21,0	24,6	25,6	17,3	7,9	1,6	-0,7	3710,8	3605,1
Относительная влажность воздуха, %														
Средненоголетние	87	84	82	72	67	67	65	67	70	72	86	89	76	68
2003	86	74	81	73	63	70	82	77	72	83	90	88	78	73

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2004	88	89	80	76	66	74	80	78	76	84	90	91	81	75
2005	89	82	74	67	72	74	75	68	68	82	88	90	77	71
2006	77	80	72	72	70	66	57	54	60	79	82	82	71	63
2007	84	75	70	63	56	54	50	45	63	68	77	86	66	55
2008	77	72	74	74	65	56	63	50	65	81	80	81	70	62
2009	92	90	85	53	69	48	50	54	64	77	90	89	72	56
2010	88	88	79	63	70	55	50	33	57	74	81	93	69	55
2011	88	77	75	63	65	54	50	49	61	78	79	88	69	57
2012	90	85	77	63	55	57	49	51	53	70	78	85	68	55
2013	91	83	75	75	51	49	48	50	62	86	75	86	69	56
2014	89	90	76	65	66	59	49	45	57	70	82	92	70	57

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Баланс питательных веществ на орошаемом поле по звеньям

Таблица Б.1 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (1 звено)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
1 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	166,3	75	142	1335
Внесено с минеральными удобрениями	–	180	80	80
Вынос с урожаем кукурузы сахарной	4,2	237	203	124
Наличие в пожнивных остатках кукурузы сахарной	1,7	49	63	52
2 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	67	82	1343
Заделано в почву с сидератами	7,8	161	57	98
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Вынос с урожаем картофеля	4,1	174	191	174
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,8	33,4	22,2	24,1
3 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	168,3	237	140,2	1376,1
Внесено с минеральными удобрениями	–	140	150	120
Вынос с урожаем лука	3,8	129	138	206
Наличие в пожнивных остатках лука	0,7	31,2	25,7	36,1
Наличие в почве после уборки лука	165,2	279,2	177,9	1326,2
Баланс питательных веществ	–1,1	204,2	35,9	–8,9

Таблица Б.2 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (2 звено)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
1 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	166,3	75	142	1335
Внесено с минеральными удобрениями	–	180	80	80
Вынос с урожаем кукурузы сахарной	4,2	237	203	124
Наличие в пожнивных остатках кукурузы сахарной	1,7	49	63	52
2 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	67	82	1343
Внесено с минеральными удобрениями	–	60	186	60
Вынос с урожаем овощного гороха	3,2	28,7	102,5	57,4
Наличие в пожнивных остатках овощного гороха	2,2	70,4	31,2	34,1
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Вынос с урожаем картофеля	4,1	174	191	174
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,8	33,4	22,2	24,1
3 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	159,5	178	197,9	1314,8
Внесено с минеральными удобрениями	–	140	150	120
Вынос с урожаем лука	3,8	126,9	138	203
Наличие в пожнивных остатках лука	0,7	20,8	25,1	35,4
Наличие в почве после уборки лука	156,4	211,9	235	1267,2
Баланс питательных веществ	–9,9	136,9	93	–67,8

Таблица Б.3 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (3 звено)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
1 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	166,3	75	142	1335
Внесено с минеральными удобрениями	–	180	80	80
Вынос с урожаем кукурузы сахарной	4,2	237	203	124
Наличие в пожнивных остатках кукурузы сахарной	1,7	49	63	52
2 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	67	82	1343
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Вынос с урожаем картофеля	3,9	141,2	155,3	141,2
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,7	30,4	19,8	20,4
3 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	160,6	106,2	116,5	1307,2
Внесено с минеральными удобрениями	–	140	150	120
Вынос с урожаем лука	3,7	122	136,6	195,3
Наличие в пожнивных остатках лука	0,7	24,8	25,1	35,4
Наличие в почве после уборки лука	157,6	149	155	1267,3
Баланс питательных веществ	–8,7	74	13	–67,7

Таблица Б.4 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (4 звено)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
1 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	166,3	75	142	1335
Внесено с минеральными удобрениями	–	180	80	80
Вынос с урожаем сорго зернового	4,3	247	209	131
Наличие в пожнивных остатках сорго зернового	1,85	47	65	62
2 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,85	55	78	1346
Заделано в почву с сидератами	7,8	161	57	98
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Вынос с урожаем картофеля	4,0	169	186	169
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,8	33,4	22,2	24,1
3 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	168,45	230,4	141,2	1384,1
Внесено с минеральными удобрениями	–	140	150	120
Вынос с урожаем лука	3,75	128	138	205
Наличие в пожнивных остатках лука	0,7	31,2	25,7	36,1
Наличие в почве после уборки лука	165,4	273,6	178,9	1335,2
Баланс питательных веществ	–0,9	198,6	36,9	0,2

Таблица Б.5 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (5 звено)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
1 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	166,3	75	142	1335
Внесено с минеральными удобрениями	–	180	80	80
Вынос с урожаем сорго зернового	4,2	237	203	124
Наличие в пожнивных остатках сорго зернового	1,7	49	63	52
2 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	55	78	1346
Внесено с минеральными удобрениями	–	60	186	60
Вынос с урожаем овощного гороха	3,2	28,7	102,5	57,4
Наличие в пожнивных остатках овощного гороха	2,2	70,4	31,2	34,1
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Вынос с урожаем картофеля	4,0	169	186	169
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,8	33,4	22,2	24,1
3 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	160,5	171,1	199,9	1322,8
Внесено с минеральными удобрениями	–	140	150	120
Вынос с урожаем лука	3,8	126,9	138	203
Наличие в пожнивных остатках лука	0,7	20,8	25,1	35,4
Наличие в почве после уборки лука	157,4	205	236	1276,2
Баланс питательных веществ	–8,9	130	94	–58,8

Таблица Б.6 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (6 звено)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
1 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	166,3	75	142	1335
Внесено с минеральными удобрениями	–	180	80	80
Вынос с урожаем кукурузы сахарной	4,2	237	203	124
Наличие в пожнивных остатках кукурузы сахарной	1,7	49	63	52
2 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	55	78	1346
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Вынос с урожаем картофеля	3,4	134	148	134
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,5	24,3	16,2	16,1
3 год				
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	160,9	95,3	116,2	1313,1
Внесено с минеральными удобрениями	–	140	150	120
Вынос с урожаем лука	3,6	118	135,5	189
Наличие в пожнивных остатках лука	0,7	24,8	25,1	35,4
Наличие в почве после уборки лука	158	142,1	155,8	1279,5
Баланс питательных веществ	–8,3	67,1	14,8	–55,5

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Баланс питательных веществ на орошаемом поле по культурам

Таблица В.1 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (горох)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	67	82	1263
Заделано в почву с сидератами	4,2	116	28	91
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Наличие в почве перед летней посадкой картофеля	168	333	280	1439
Вынос с урожаем картофеля	3,4	141	155	141
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,6	29,7	20,3	22,1
Наличие в почве после уборки картофеля	165,2	221,7	145,3	1320,1
Баланс питательных веществ	1,4	154,7	63,3	57,1

Таблица В.2 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (горчица)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
1	2	3	4	5
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	67	82	1263
Заделано в почву с сидератами	7,8	161	57	98
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85

Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5
Наличие в почве перед летней посадкой картофеля	171,6	378	309	1446
Вынос с урожаем картофеля	4,1	174	191	174
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,8	33,4	22,2	24,1
Наличие в почве после уборки картофеля	168,3	237,4	140,2	1296,1
Баланс питательных веществ	4,5	170,4	58,2	33,1

Таблица В.3 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (гречиха)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	67	82	1263
Заделано в почву с сидератами	4,8	71	13	26
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Наличие в почве перед летней посадкой картофеля	168,6	288	265	1374
Вынос с урожаем картофеля	3,7	153	169	153
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,7	32,1	21,4	23,1
Наличие в почве после уборки картофеля	165,6	167,1	117,4	1244,1
Баланс питательных веществ	1,9	100,1	35,4	–18,9

Таблица В.4 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (люпин)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	67	82	1263
Заделано в почву с сидератами	3,2	96	26	66
Внесено с минеральными удобрениями	–	150	170	85
Наличие в почве перед летней посадкой картофеля	167	313	278	1414
Вынос с урожаем картофеля	3,5	167	184	167
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,65	32,7	21,8	23,5
Наличие в почве после уборки картофеля	164,2	178,7	115,8	1270,5
Баланс питательных веществ	0,4	111,7	33,8	7,5

Таблица В.5 – Баланс питательных веществ на орошаемом поле (рапс)

Показатель	Органическое вещество (гумус), т/га	Легкогидролизуемый азот, кг/га	Подвижный фосфор, кг/га	Подвижный калий, кг/га
1	2	3	4	5
Наличие в почве весной, слой 0–30 см	163,8	67	82	1263
Заделано в почву с сидератами	5,7	107	23	218
Внесено с минеральными удобрениями	-	150	170	85

Продолжение таблицы В.5

1	2	3	4	5
Наличие в почве перед летней посадкой картофеля	169,5	324	275	1566
Вынос с урожаем картофеля	3,7	159	175	159
Наличие в пожнивных остатках картофеля	0,7	32,4	21,3	23,1
Наличие в почве после уборки картофеля	166,5	197,4	121,3	1430,1
Баланс питательных веществ	2,7	130,4	39,3	167,1

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Густота стояния растений и выживаемость зеленого горошка в зависимости от режима орошения

Таблица Г.1 – Густота стояния растений и выживаемость зеленого горошка в зависимости от режима орошения, в среднем за 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Норма высева, млн шт./га	Число растений при уборке, млн шт./га				Выживаемость, %			
		2003 г.	2004 г.	2005 г.	среднее	2003 г.	2004 г.	2005 г.	среднее
80 % НВ в слое 0,6 м	1,0	0,89	0,94	0,91	0,91	89	94	91	91
80 % НВ в слое 0,4 м	1,0	0,87	0,89	0,87	0,88	87	89	87	88
70 % НВ в слое 0,4 м	1,0	0,71	0,79	0,73	0,74	71	79	73	74
70 % НВ в слое 0,6 м	1,0	0,66	0,74	0,70	0,70	66	74	70	70
80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	1,0	0,85	0,91	0,88	0,88	85	91	88	88
Без орошения	1,0	0,56	0,67	0,62	0,62	56	67	62	62

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Длина вегетационного периода в зависимости от режима орошения

Таблица Д.1 – Длина вегетационного периода в зависимости от режима орошения, 2003–2005 гг.

Вариант опыта	Год исследований			Среднее за 2003–2005 гг.
	2003	2004	2005	
80 % НВ в слое 0,6 м	80	89	85	85
80 % НВ в слое 0,4 м	82	90	85	86
70 % НВ в слое 0,4 м	80	87	83	83
70 % НВ в слое 0,6 м	79	86	82	82
80 % НВ в слое 0,4 м до цветения, далее в слое 0,6 м	81	89	85	85
Без орошения	78	85	81	81

В днях

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Густота стояния растений и выживаемость лука репчатого в зависимости от режима орошения

Таблица Ж.1 – Густота стояния растений и выживаемость лука репчатого в зависимости от режима орошения, в среднем за 2006–2008 гг.

Вариант опыта	Норма высева, млн шт./га	Число растений при уборке, млн шт./га				Выживаемость, %			
		2006 г.	2007 г.	2008 г.	среднее	2006 г.	2007 г.	2008 г.	среднее
80–100 % НВ в слое 0,4 м	1,3	0,71	0,7	0,73	71	55	54	56	55
80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	1,3	0,7	0,7	0,71	0,7	54	54	55	54
70–100 % НВ в слое 0,4 м	1,3	0,65	0,63	0,7	0,66	50	48	54	51
Без орошения	1,3	0,44	0,43	0,47	0,45	34	33	36	34

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Продолжительность вегетационного периода в зависимости от режима орошения

Таблица И.1 – Продолжительность вегетационного периода в зависимости от режима орошения, 2006–2008 гг.

В днях

Вариант опыта	Год исследований			Среднее за 2006–2008 гг.
	2006	2007	2008	
80–100 % НВ в слое 0,4 м	97	100	106	101
80–100 % НВ до окончания формирования листового аппарата, далее 70–100 % НВ	95	99	100	98
70–100 % НВ в слое 0,4 м	87	91	95	91
Без орошения	84	86	91	87

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Акты внедрения