

**КЫРГЫЗСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. К. И. СКРЯБИНА**

**ЖАЛАЛ-АБАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. Б. ОСМОНОВА**

Диссертационный совет Д 06.23.670



На правах рукописи

УДК631.8:631.452:631.524.84:633.491

**КОЛОДЯЖНЫЙ АЛЕКСАНДР ГЕННАДЬЕВИЧ**

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА  
ПЛОДОРОДИЕ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ  
КАРТОФЕЛЯ**

03.02.13 – почвоведение

Диссертация на соискание ученой степени кандидата  
сельскохозяйственных наук

**Научный руководитель:**  
д.с-х.н., профессор  
Нурудин Абылаевич Карабаев

**Бишкек -2025**

# СОДЕРЖАНИЕ

с- по

СОДЕРЖАНИЕ .....	2-3
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	4-5
ВВЕДЕНИЕ.....	6-13
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ.....	13
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13-32
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	32
2.1. Методология исследований.....	32-40
2.1.1 Объект исследования.....	40-47
- Природно-климатические условия объекта исследования.....	48-56
- Характеристика сероземно-луговых почв как объекта исследования.....	56-63
2.1.2. Предмет исследования.....	64
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	64
3.1. Сидеральные культуры в системе земледелия и их свойства.....	64-67
3.1.1. Технология возделывания промежуточных пожнивных сидератов.....	66-77
3.2. Структура продуктивности пожнивных сидеральных культур.....	77
3.2.1. Количество фитомассы пожнивных сидератов пожнивных сидератов.....	77-89
3.2.2. Биологическая продуктивность пожнивных сидеральных культур.....	89-101
3.3. Химический состав пожнивных сидеральных культур.....	101-103
3.3.1. Химический состав надземной фитомассы сидеральных культур.....	103-107
3.3.2. Химический состав корневой массы сидеральных культур.....	107-111
3.3.3. Биологический круговорот веществ на полях сидеральных культур.....	111-119

3.3.4. Преимущество внедрения сидерации перед навозом.....	119-122
3.3.5. Влияние сидеральных культур на урожайность и качество картофеля.....	122-127
3.3.6. Воздействие сидератов на содержание гумуса и питательных элементов.....	127-132
3.4. Экономическая эффективность использования сидеральных культур при возделывании картофеля .....	132-134
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	135-137
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	138
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	139-159
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	160-168

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АВП – абсолютная влажность почвы

АПК – агропромышленный комплекс

БКП – биоклиматический потенциал

БСР – бассейн суточного регулирования

ЕАЭС – Евразийский экономический союз

ЕС – Европейский союз

КДС – коллекторно-дренажная сеть

КНАУ – Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина

КО – количество осадков

КР – Кыргызская Республика

КРС – крупный рогатый скот

КПД – коэффициент полезного действия

КХ – крестьянское хозяйство

МИ – модуль испаряемости

МСХ – министерство сельского хозяйства

ООН – Организация Объединенных Наций

ОВВ – относительная влажность воздуха

ПГ – парниковые газы

ППК – промежуточные пожнивные культуры

СВ – скорость ветра

ТВ – температура воздуха

ППК – промежуточные пожнивные культуры

ТПП – температура поверхности почвы

ФАО – Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН

ФАР – фотосинтетическая активная радиация

ФМ – фито масса

РФ – Российская Федерация

*СНГ* – Содружество Независимых Государств

*ЦУР ООН* – Цели устойчивого развития ООН

*МА* – донник белый однолетний

*SA* – горчица белая

*RO* – редька масличная

*PhT* – фацелия рябинколистная

*HV* – ячмень яровой

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы диссертации.** В целях устойчивого развития Организацией Объединенных Наций в 2015 г. были поставлены задачи прекращения и обращения вспять процесса деградации земель, а также профилактики утраты биологического разнообразия и восстановления экосистем. [Цель 15: Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия]

- [15.3 К 2030 году вести борьбу с опустыниванием, восстановить деградировавшие земли и почвы, включая земли, затронутые опустыниванием, засухами и наводнениями, и стремиться к тому, чтобы во всем мире не ухудшалось состояние земель]
- [Так, в Национальной Стратегии устойчивого развития Кыргызской Республики на 2013-2017 годы, утверждённой УП КР от 21 января 2013 года №11, в разделе 10.1 «Агропромышленный сектор» особо выделено, что «процессы деградации земель для возделывания сельскохозяйственных культур и животноводства в настоящее время представляют значительную угрозу продовольственной безопасности и переходят из разряда экологических в категорию угроз устойчивому развитию страны».]

В этом контексте использование пожнивных промежуточных сидеральных культур в качестве зеленых удобрений отвечает целям экологически безопасного производства продовольствия и повышения плодородия орошаемой пашни Чуйской долины Кыргызской Республики.

Тема диссертации актуальна и направлена на решение проблем в следующих направлениях: уменьшение деградации почв, расширенное

воспроизводство почвенного плодородия, увеличение экономического и производственного потенциала агропредприятий через увеличение показателей урожайности и качества получаемой продукции при более низкой себестоимости, улучшение агроэкологических условий сельскохозяйственного производства через снижение химической нагрузки на агрофитоценозы и усиление естественных способностей самовосстановления агроэкосистем, влияние на углеродную повестку в мире, через фиксацию углерода в виде стабильных гумусовых соединений в почве, снижая тем самым карбоновую нагрузку на атмосферу Земли.

Выращивание сидератов в качестве промежуточных культур гарантирует рациональное и экологичное земледелие, а также оптимизацию таких режимов почвы, как теплового, питательного, водного, и воздушного. Агротехнический подход с применением сидератов отличается своей экологичностью и рентабельностью. Исходя из этого становится очевидной и актуальной роль использования чистых зеленых удобрений в современном сельскохозяйственном производстве.

Возделывание пожнивных покровных сидератов основано на использовании экологически чистого природного источника солнечной инсоляции, который в обозримом будущем неиссякаем. Таким образом, вышеизложенный подход обладает очевидным преимуществом, которое заключается в постоянном восполнении основного ресурса - солнечной энергии. Агроэкологическая направленность в исследованиях повышения урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия сероземно-луговых почв с фундаментальной разработкой агротехнического приема применения пожнивных сидеральных культур в условиях Чуйской долины представляется весьма актуальной.

**Связь темы диссертации с крупными научными программами (проектами), основными научно-исследовательскими работами, проводимыми образовательными и научными учреждениями. Тема диссертационной работы инициативная.**

Данное диссертационное исследование было выполнено на базе Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина как аспирантская научно-исследовательская работа.

**Цель работы:** изучить влияние сидеральных культур - горчицы белой, донника белого однолетнего, фацелии рябинколистной, ячменя ярового, редьки масличной на плодородие орошаемых сероземно-луговых почв Чуйской долины, урожайность и качество картофеля, экономическую эффективность и рентабельность картофелеводства.

**Задачи исследования:**

1. Изучить влияние минеральных удобрений совместно с сидеральными культурами на плодородие почв - содержание гумуса, азота, фосфора, калия на орошаемых сероземно-луговых почвах Чуйской долины.
2. Разработать технологию возделывания сидеральных культур, после уборки озимой пшеницы, в качестве предшественника для картофеля.
3. Определить количество надземной и подземной массы пожнивных сидератов, оценить качественный состав и количество биофильных элементов питания в горчице белой, доннике белом однолетнем, фацелии рябинколистной, ячмене яровом, редьке масличной.
4. Оценить агроэкологическое преимущество и выявить влияние использования горчицы белой, донника белого однолетнего, фацелии рябинколистной, ячменя ярового, редьки масличной на урожайность и качество картофеля.
5. Установить экономическую эффективность использования горчицы белой, донника белого однолетнего, фацелии рябинколистной, ячменя ярового, редьки масличной, в качестве сидератов при выращивании картофеля.

**Научная новизна полученных результатов.** Настоящая диссертационная работа представляет собой законченное исследование по изучению влияния различных сидеральных культур и минеральных удобрений при орошении дождеванием на плодородие сероземно-луговых почв, продуктивность картофеля и его качество.

В Чуйской долине впервые проводятся испытания широкого спектра пожнивных сидеральных культур, таких как горчица белая, донник белый однолетний, фацелия рябинколистная, ячмень яровой и редька масличная. Это дает возможность более точно выбрать оптимальные предшественники для картофеля, учитывая конкретные почвенно-климатические условия региона.

В рамках исследования впервые был проведен скрининг сидеральных культур, наиболее подходящих для возделывания в геоклиматических условиях Чуйской области Кыргызстана. В данной диссертации был впервые проанализирован количественный и качественный состав надземной и корневой фитомассы пожнивных сидератов. Это позволяет более точно учитывать баланс питательных элементов при расчете доз минеральных удобрений для картофеля.

Описаны агротехнические приемы выращивания сидеральных культур, обоснованные как с агротехнической, так и с экономической точки зрения. Также систематизированы оптимальные методы посева сидератов, которые ранее не были рекомендованы и имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными подходами.

Оценено также влияние предшествующих сидеральных культур на экономические показатели производства картофеля.

**Практическая значимость полученных результатов.** В настоящее время многие сельскохозяйственные хозяйства Кыргызстана и соседних стран СНГ могут эффективно использовать результаты данного диссертационного исследования в своей практике. Рекомендации, предложенные в работе, позволяют оптимизировать агротехнические методы, повысить урожайность и улучшить качество сельскохозяйственной продукции, а также внести значительный вклад в устойчивое развитие сельского хозяйства в регионе.

Реализация предложенной методологии также может способствовать восстановлению и сохранению почвенного плодородия, улучшению экосистемы агроценозов и повышению устойчивости сельскохозяйственного производства к изменениям климата.

Использование результатов исследования на уровне государственной аграрной политики может способствовать созданию эффективных программ поддержки устойчивого сельского хозяйства, направленных на улучшение качества и увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции, что принесет значительную экономическую выгоду и повысит социальную стабильность в сельских районах.

Результаты данной диссертационной работы были внедрены в производственную практику таких компаний, как «Кирби» в Чуйской и Иссык-Кульской областях, а также «Агровер» в Узбекистане.

Полученные результаты исследований могут быть использованы в учебном процессе Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина и курсах повышения квалификации сельскохозяйственных работников АПК КР.

**Экономическая значимость полученных результатов.** Результаты диссертационной работы имеют большой потенциал в оказании влияния на экономику сельского хозяйства.

1. Оптимизация структуры посевов и переход от традиционных зерновых культур, экономика которых в текущих рыночных условиях не приносит прибыли, к сидеральным культурам позволяет снизить производственные затраты и увеличивает потенциал последующей маргинальной культуры.

2. Снижает затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений. Применение сидеральных культур способствует установлению экологического равновесия в агрофитоценозах. Это снижает потребность в химических удобрениях и средствах защиты от вредителей, болезней, сорняков что экономически выгодно для производства.

3. Снижает затраты на механическую обработку почвы. За счет активной корневой системы сидеральных растений значительно уменьшается необходимость в глубокой механической обработке почвы. Это способствует оптимизации производственных процессов и снижению затрат на технологию возделывания полевых культур.

Результаты внедрения покровных сидеральных культур в сельскохозяйственное производство Чуйской долины имеют значительное экономическое значение. Они способствуют снижению затрат, повышению урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, а также устойчивому улучшению состояния почвы, что приводит к долгосрочным экономическим выгодам для сельского хозяйства.

Проведенный в ходе исследования экономический анализ доказал, что использование пожнивных сидеральных культур и минеральных удобрений является экономически выгодным по сравнению с контролем, где не было сидеральной культуры. Рентабельность выращивания картофеля во всех вариантах с применением сидеральных культур превысила уровень 100 %.

### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту.**

1. В условиях орошаемых сероземно-луговых почв Чуйской долины сидеральные культуры формируют значительную надземную и подземную фитомассу, которая, вовлекаясь в биологический круговорот служит источником положительных эффектов при возделывании картофеля - росту урожайности картофеля на фоне повышения почвенного плодородия.

2. Технология возделывания сидеральных культур, обладающая преимуществами в сравнении с традиционными методами, за счет повышения производительности труда, снижения энергетических затрат, значительного сохранения почвенной влаги в корнеобитаемом горизонте, ускоренного появления всходов сидеральных растений, минимального воздействия на почвенный микробиом.

3. Количественный и качественный состав надземной и подземной массы пожнивных сидератов, а также количество биофильных элементов питания, в

составе фитомассы сидеральных культур - горчицы белой, донника белого однолетнего, фацелии рябинколистной, ячменя ярового, редьки масличной при использовании сидеральных культур в системе агротехнологии возделывании картофеля.

4. Агроэкологическое преимущество использования горчицы белой, донника белого однолетнего, фацелии рябинколистной, ячменя ярового, редьки масличной на урожайность и качество картофеля.

5. Экономическая эффективность использования горчицы белой, донника белого однолетнего, фацелии рябинколистной, ячменя ярового, редьки масличной, в качестве зеленого удобрения при выращивании картофеля.

**Личный вклад соискателя.** Личный вклад автора заключается в участии разработки плана исследования, его целей и задач, были проведены полевые работы, отбор данных, обобщение и интерпретация данных собственных исследований, написание статей и окончательное оформление диссертационной работы.

**Апробация результатов диссертации.** Материалы диссертации были доложены и обсуждались на: Международной научно-практической конференции, посвященный 90-летию со дня рождения академика НАН КР, член-корреспондента РАСХН И. М. Ботбаева, г. Бишкек, 20-21 мая, 2020 года (Бишкек, 2020); Республиканской научно-практической конференции «Современные тенденции и перспективы развития образования и науки», г. Талас, 24 апреля 2021 года (Талас, 2021); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агронауки в условиях адаптации к глобальному изменению климата», г. Алматы, 17 июня 2021 года (Алматы, 2021); Международной научно-практической конференции «Продовольственная и биологическая безопасность в Кыргызской Республике: вызовы и перспективы для повышения устойчивости к внешним воздействиям, потрясениям и стрессам», г. Бишкек, 18 июня 2021 года (Бишкек, 2021); Международной научно-практической конференции

«Современное образование и наука: влияние тенденции информатизации на духовно-нравственное и физическое развитие личности», г. Нарын, 25 июня 2021 года (Нарын, 2021); IV Международной научно-практической конференции Общества почвоведов Кыргызстана, посвященная 95-летию академика А. М. Мамытова, «Сохранение почв – сохранение горной экосистемы», г. Талас, 24 июня 2022 года (Талас, 2022).

#### **Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.**

По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 10 статей – в научных изданиях, рекомендованных Национальной аттестационной комиссией при Президенте Кыргызской Республики, 3 статьи – в рецензируемых изданиях, индексируемых системой РИНЦ с импакт-фактором не ниже 0,1.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из: введения; 3 глав (обзора литературы, методологии и методов исследования, результатов собственных исследований); заключения; практических рекомендаций; списка использованных источников и приложения. Работа изложена на 168 страницах компьютерного текста, иллюстрирована 20 рисунками (в том числе диаграммы, фото), содержит 18 таблиц и приложения. Библиографический указатель содержит 202 источников русскоязычных и иностранных авторов, включая собственные публикации соискателя.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

### ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Деградация почвенных ресурсов на сегодняшний день остается одним из глобальных мировых мегатрендов. Согласно анализу последних публикаций, деградация почвенных ресурсов имеет отчетливую тенденцию к прогрессированию. Причины обеднения почвы в основном сводятся к нескольким критическим точкам:

- 1) нерациональные пути управления и агрессивное использование земельных ресурсов;
- 2) постоянно нарастающий антропогенный фактор;
- 3) демографический рост;
- 4) глобальное изменение климата в мире.

Несомненно, что все перечисленные вопросы требуют своевременного решения и в условиях современного Кыргызстана [80, 81, 82, 197]. Более того, нужно подчеркнуть, что от своевременно принятых мер современным вызовам зависит продовольственная безопасность страны. Согласно литературным источникам, географическое расположение территории Кыргызской Республики обладает индивидуальной спецификой. Равнинные земли в Кыргызстане составляют всего лишь 11 % от общей территории. Только этот скромный процент территории может быть пригодным для эксплуатации в качестве орошаемых пахотных земель [79, 106, 107]. Сельскохозяйственный сектор занимает 51 % общей площади.

Определяющим фактором в процессе деградации плодородия почв является уменьшение гумуса орошаемой пашни вследствие агрессивных антропогенных и природных факторов [5, 50, 80, 98, 121]. К основным деградационным процессам в почве относится вынос питательных элементов в составе урожая сельскохозяйственных культур с последующим развитием дефицита питательных элементов в почве. Таким образом, возникает проблема восполнения органического вещества, т. к. его количества в почве, оставляемого в составе пожнивных и корневых остатков, явно недостаточно.

Проведенный анализ литературных источников позволяет с уверенностью говорить о существенном, недостаточно используемом резерве для оптимизации агроэкологического состояния почв и биодинамического земледелия при использовании пожнивных сидеральных культур - зеленых удобрений [6, 10, 11, 13, 31, 34, 36, 140].

Когда затрагиваются вопросы внедрения сидератов в сельскохозяйственное производство, в библиографических материалах широко применяют такие термины, как «зеленое удобрение» или «сидерация», которые являются синонимами. Также широко употребляется термин «покровная культура», что подразумевает покрытие поверхности поля растительным покровом с целью достижения тех же эффектов, что и «сидеральная культура». Сельскохозяйственные культуры, которые выращиваются после сбора основной культуры и запахиваются в почву в качестве зеленых удобрений, называются пожнивными сидератами или сидеральными культурами, или, как частный случай, покровными культурами [37, 65, 104].

Сидерация (зеленое удобрение) - это один из приемов в растениеводстве, который имел место быть в странах древнего земледелия, таких как Индия и Китай, которые считаются колыбелью зеленых удобрений [65, 104]. В Европе широкое распространение зеленые удобрения получили в XVI в. Гидрометеорологическая обстановка того периода времени позволяла широко использовать сидераты.

Впервые сидеральные культуры применили в Италии, далее этот метод использовали во Франции, а затем данный прием был внедрен в практику и в Испании. В Германии и Польше в конце XVIII в. в качестве зеленого удобрения стали применять люпин [164, 165, 166, 168, 173, 175]. Использование сидеральных культур – улучшателей почвенного плодородия - широко распространено в странах Западной Европы и Северной Америки [36, 62, 163, 176, 178, 180].

В настоящее время фермеры многих стран уделяют серьезное внимание вопросам экологизации аграрного сектора, куда входят повсеместное

возделывание сидератов для повышения плодородия почв и урожайности агроценозов [159, 161, 195, 199]. Следует отметить, что в Западной Европе в качестве зеленых удобрений широко распространено возделывание таких культур, как фацелии, ярового и озимого рапса, клевера лугового, райграса итальянского, кормового редиса, китайской редьки, горчицы белой, а также смеси с викой или горохом [164, 165, 168, 175, 176, 180, 191, 200]. Во время цветения сидераты привлекают как полезных насекомых пчел-опылителей, так и хищных насекомых, которые являются природными фитосанитарами, уничтожают вредителей и способствуют увеличению урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур, а также позволяют сокращать применение инсектицидов [37, 65, 104].

На основании анализа литературных данных, становится очевидным, что большинство стран зарубежья эффективно применяют в качестве сидератов промежуточные культуры, которые позволяют эффективно и экологично использовать пашни и региональный климатический потенциал [1, 3, 10, 13, 15, 28, 41, 51, 102, 105, 128, 129, 131, 160, 164, 168, 176]. Активное внедрение в практику сидеральных культур рекомендуется для повышения плодородия истощенных почв, а также при освоении новых земель в рамках биологической экологизации [58, 65, 73, 104, 167, 171, 177, 178, 182, 186].

В настоящее время в странах СНГ сидеральные культуры получили широкое распространение в России и Белоруссии, благодаря методу биологической рекультивации. Данная методика хорошо освоена и широко распространена в этих странах и сопряжена с высокими показателями урожайности сельскохозяйственных культур и профилактикой деградации земельных ресурсов [6, 65, 99, 104, 147]. Коллеги из стран СНГ делятся своим успешным освоением сидератов в качестве инструмента по повышению урожайности последующих возделываемых сельскохозяйственных культур.

Так, в монографии В. Г. Лошакова «Зеленое удобрение в земледелии России» (2015) освещены принципиальные утверждения современной теории и практики методологии сидерации для воспроизводства плодородия почв.

Показана роль сидератов как элементов плодосмена в современных севооборотах, их значение в биологизации и экологизации земледелия, а также во внедрении систем органического сельского хозяйства. Автором в условиях Нечерноземья России испытаны агротехнические приемы возделывания широких ассортиментов сидеральных культур. Рекомендовано возделывание пожнивных сидератов для стимулирования активности агроэкосистем пашни и повышения качества и продуктивности сельскохозяйственных культур. В своих трудах автор настаивает на концепции расширения площадей для возделывания покровных пожнивных сидеральных культур и подробно описывает условия для достижения этих целей. Обоснована высокая рентабельность данного агротехнического метода.

К. И. Довбан в научном труде «Зеленые удобрения в современном земледелии» (2009) привел подробный анализ размещения сидератов по различным природным регионам Белоруссии и России, раскрыл экологические и экономические аспекты сидерации для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

По результатам многочисленных исследований, значительное количество сидеральных культур обладают выраженной корневой системой, которая при своем развитии достигает подпахотных горизонтов почв. В данных слоях почв они способны усваивать подвижные элементы питания и аккумулировать их в более высоком, пахотном горизонте, т. е. их корневые массы пополняют запас питательных элементов в пахотном слое почвы и вовлекают их в малый биологический круговорот веществ [37, 62, 102, 174, 179].

Кроме того, сидеральные культуры имеют в составе своих корневых выделений органические кислоты, способные переводить соединения азота и фосфора в легкодоступную для растений форму, а фитомасса сидератов резко повышает микробиологическую активность почвы, вследствие чего высвобождаются питательные элементы и углекислый газ, оказывая прямое воздействие на улучшение питательного режима пашен, повышается фотосинтетическая активность растений [86, 112, 113, 136]. Как видно из

литературных источников, наибольший эффект достигается оставлением в почве свежих растительных остатков пожнивных культур.

По результатам анализа научных данных плеяды авторов, в условиях подзимнего и ранневесеннего возделывания промежуточных культур сидераты обладают возможностью кумулировать 350-450 центнеров зеленой биомассы на гектар, а это достигает 70-80 центнеров на гектар в пересчете на воздушно-сухую массу [16, 37, 65, 70, 77, 104]. Поэтому многие хозяйства с низким экономическим потенциалом могут ориентироваться на возделывание сидератов и биологизацию системы земледелия.

Многочисленные научные труды доказывают, что сидеральные культуры обладают способностью повышать коэффициент полезного использования солнечной энергии, а также коэффициент использования пашни за счет обогащения почвы биологическим азотом и органическим веществом [2, 29, 36, 74, 100, 101, 168, 175]. Таким образом, использование фитогенных ресурсов вносит существенный вклад в использование особенностей агроклиматических условий региона, повышающих коэффициент полезного действия (КПД) фотосинтетической активной радиации (ФАР), что способствует эффективному, экологичному и экономически выгодному использованию пашен Кыргызстана.

Поэтому многие авторы констатируют тот факт, что в основе фитогенных факторов формирования плодородия почвы особая роль принадлежат промежуточным сидеральным культурам, которые способствуют увеличению такого важного природного потенциала, как КПД ФАР и полезного использования площадей пашни [65, 104, 147].

Итак, агротехнический прием сидерации является неисчерпаемым и постоянно возобновляемым резервом органических и экологически чистых зеленых удобрений и заправки в почву 20-30 т/га надземной фитомассы сидератных культур, что эквивалентно использованию 30-50 т/га перепревшего навоза [32, 37, 84].

Анализ литературных источников подтверждает, что биомасса пожнивных сидератных культур, предназначенная для внесения в почву в

качестве удобрения, содержит равное количество азота, соответствующего содержанию азота подстилочного навоза, однако содержание фосфора и калия незначительно меньше [2, 4, 35]. К примеру, надземная фитомасса донника содержит следующий элементный состав: 0,7-0,8 % азота, 0,05 % фосфора, 0,19-0,20 % калия и 0,9-1,0 % кальция [76, 100, 169].

Поэтому почвоохранное и экологическое качество сидератов приобретает весомое значение, когда едва ли не повсеместно снижается плодородие пашни, что является негативным следствием грубого нарушения агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, сопровождаемого отсутствием севооборотов с многолетними бобовыми травами и малым внесением органических удобрений, а также мизерным оставлением послеуборочных растительных остатков [7, 36, 37, 33, 38, 71, 186].

Учитывая мотивы деградации почвенного плодородия, ученые констатировали, что сидераты, используемые как зеленые удобрения, способны обогатить почву органическим веществом, восполняющим гумус, а также биологическим азотом и другими питательными элементами питания растений [36, 74, 109].

Так называемый синергетический эффект, когда совместное применение минеральных и сидеральных удобрений показало более значимое увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, чем их применение по отдельности, был отмечен в работах некоторых исследователей [36, 70, 84, 109]. Отмечаем, что в наших полевых опытах посевы пожнивных сидеральных культур размещены на фоне (N120, P90, K120) вносимые для полей картофеля в условиях орошаемого земледелия Чуйской долины, что является 1/2 частью от практической нормы минерального удобрения картофеля.

Основным фактором обогащения почвенного ресурса питательными элементами и пополнения запасов гумуса служит органическая субстанция растений в виде остатков надземной части культуры и ее корневой системы. Корневые выделения растений в виде раствора метаболитических веществ в ризосферу при установлении устойчивых симбиотических связей с почвенными

микроорганизмами могут составлять до 30-60 % от массы всего органического вещества, синтезированного растением в процессе фотосинтеза.

Данную группу соединений и соответственно органического вещества в виде остатков отмерших микроорганизмов и почвообитающих животных мы не можем учесть в рамках полевого опыта и этой научно-исследовательской работы, но о ее влиянии на процессы формирования почвенного плодородия необходимо помнить [5, 7, 46, 121, 137, 141, 151, 190]. Трансформация органического вещества почвы в гумус состоит из сложных процессов фрагментации и разложения органической субстанции пашни [5, 7, 45, 66, 97, 141].

Органика почвы включает в себя внушительный диапазон компонентов, которые динамически конвертируются в почве с течением времени. Часть таких компонентов включают в себя ряд неустойчивых соединений, которые элементарно подвергаются разложению под воздействием микрофлоры почвы, с выделением углерода в атмосферу [7, 9]. Однако, некоторая доля органического углерода, тем не менее, модифицируется в устойчивые соединения, такие как органоминеральные комплексы, на распад которых могут потребоваться десятки лет и даже столетия [5, 45, 66, 97, 141].

Запасы углерода в почве находятся в динамической трансформации. На уменьшение или увеличение запасов углерода могут влиять различные аспекты. К самым распространенным можно отнести антропогенное воздействие, особенности предыдущего землепользования, индивидуальные физико-химические свойства и биоциноз почвы, а также специфика географических и климатических условий региона [149, 151]. Как правило, на достижение динамического равновесия запасов углерода в почве под влиянием управления могут потребоваться несколько лет или даже десятилетий.

В почвоведении известно, что определенная часть поступающей в почву свежей фитомассы сидератов под воздействием микроорганизмов создает буферную зону мертвого органического вещества, часть которого стремительно разлагается с выделением углерода в окружающую среду, другая же часть

надолго сохраняется в почве - такой срок может исчисляться десятками лет [5, 7, 46, 97, 98, 121, 124, 138, 141, 151]. Управление плодородием почвы и землепользование значительно повышают резервы углерода в органическом веществе почвы через регулирование скорости разложения в условиях поступления свежего детрита [7, 9]. С этой точки зрения, применение сидератов, которые обладают широким спектром в составе органической биомассы, обогащая почву, оптимально.

Необходимо отметить важную роль микробиоциноза почвы. Под воздействием почвенных микроорганизмов органические вещества, поступающие в почву в составе сидератов, претерпевают ряд ключевых биохимических процессов, таких как гумификация и минерализация [86, 112, 113, 116, 158, 169, 170, 183, 194]. Благодаря микробиому почвы, в частности процессу минерализации, часть химических элементов растительных остатков могут быть доступными в качестве питательных веществ для растений, другая часть дополняет органическое вещество почвы [112, 113].

Сельскохозяйственные культуры в составе урожая выносят из пашни и оставляют в почве разное количество фитомассы и соответственно, химических элементов питания агроценозов. При этом процесс гумификации органических веществ, а также минерализация послеуборочных растительных остатков агроценозов зависит не только от их количественного состава, но и от качественных показателей химического состава фитомассы растений [8, 9, 42, 68, 69, 79, 145, 153].

Известно, что в благоприятных почвенных условиях (оптимальный водный, температурный и воздушный режимы почв) агроэкосистемы земледелия, разложение и гумификация растительных остатков каждой сельскохозяйственной культуры происходит по-разному. Если растительные остатки агроценозов содержат азота и фосфора в малом количестве и богаты углеродом (широкое отношение углерода к азоту), то процесс минерализации идет медленнее [79, 112, 113, 121]. Например, в трудно разлагаемой соломе пшеницы баланс между количеством углерода и азота в органическом

материале (соотношение C: N) составляет 1 к 50. При высоком содержании азота и фосфора и меньшем содержании углерода (узкое отношение C: N) идет интенсивный синтез гумусовых веществ [5, 7, 121]. Например, в надземной фитомассе люцерны соотношение C (42,04) : N (2,01) = 20,9, а в корнях пахотного слоя соотношение C (39,35) : N (2,36) = 16,67, и такое соотношение C:N является залогом оптимального прохождения микробиологических процессов в почве [79].

К группе растительных остатков агроценозов, интенсивно минерализующих и быстро высвобождающих питательные элементы для последующих культур (в убывающем порядке) относятся послеуборочные остатки сахарной свеклы, картофеля, люцерны, фасоли, гороха и кормовых бобов. Для полной их минерализации в почвенных условиях практически не нужны дополнительные источники минерального азота и фосфора [42, 79, 86].

К трудно разлагаемым формам послеуборочных растительных остатков агроценозов (в убывающем порядке) относятся послеуборочные остатки фитомассы пшеницы, кукурузы на зерно, ячменя, хлопчатника, табака. Разложение их послеуборочных растительных остатков в почвенной среде затруднено без дополнительного внесения к ним минерального азота, возможно и фосфора, и при отсутствии внесения азотных удобрений для минерализации их фитомассы микроорганизмы мобилизуют азот органических веществ почвы [42, 49, 79, 112, 113].

По литературным данным, соотношение углерода к азоту фитомассы сидеральных растений, особенно зеленой надземной массы, имеют очень узкое отношение C:N, что соответствует бурному протеканию процесса минерализации свежей растительной массы сидератов [37, 65, 104].

Поэтому фитомасса пожнивных сидератов при поступлении в почвенную среду подвергается быстрой минерализации при благоприятном тепловом, водном и воздушном режимах пашни. Этот биохимический процесс замедляется поздней осенью, при резком похолодании погоды, затем затухает зимой, и только весной и летом, во время вегетации

сельскохозяйственных культур, микробиологическая активность почвы нарастает интенсивно [86, 112, 113].

Хорошим подспорьем для восполнения гумуса почвы является совместная минерализация трудно разлагаемой соломы и интенсивно минерализуемых растительных масс [108, 111, 193, 198, 200].

Свежая фитомасса сидеральных культур — это не только органическая основа для повышения питательных свойств почвы, также это естественный стимулятор для активной жизнедеятельности почвенной микрофлоры. Важно подчеркнуть, что покровные сидеральные культуры обладают целым рядом плеотропных свойств, таких как улучшение аэрации ризосферы, повышение влагоемкости почвы, профилактика ветреной эрозии пашен [37, 36, 62, 63, 73, 109, 151, 188].

Как показали многочисленные научные исследования, при минерализации поступающей в почву богатой растительной массы пожнивных сидеральных культур, велика роль жизнедеятельности микроорганизмов почвы. Таким образом, на сегодняшний день теоретической основой фитогенных агротехнических методов повышения плодородия земель считаются микробиологические процессы почвы, активность которых регулируется посредством влияния энергии органического вещества [5, 7, 9, 86, 112, 113, 116, 118, 158].

Под воздействием свежей фитомассы сидератов бурно происходит синтез физиологически активных соединений, гумусообразование и полная минерализация растительной массы, что является главной функцией микроорганизмов в почвенных процессах и биологическом круговороте веществ [5, 7, 97, 124, 141].

В исследовании Мишустина Е. Н. (1972, 1975) доказана стимулирующая функция сидератов на развитие и рост отдельных штаммов микроорганизмов. На основании этого исследования становится возможным регулирование баланса доступных для растений питательных элементов, например таких, как фосфаты, нитраты, и других важных соединений.

По мнению автора, первоочередной задачей повышения плодородия почвы должна быть возможность активации естественного микробиома посредством оптимизации питательной среды гетеротрофных бактерий, и только затем необходимо культивировать колонии автотрофов. В свою очередь, автотрофы значительно обогатят почву азотом и фосфатами. Этому соответствует поступление в почвенную среду свежей фитомассы пожнивных сидератов.

На протяжении многих лет при изучении вопроса повышения плодородия почв, ученые сходятся во мнении, что сидеральные культуры являются наиболее рациональным и производительным способом восполнения биоэнергетическим сырьем истощенных почв [29, 36, 37, 58, 70, 77, 102].

Как видно из материалов исследований, во время вегетации сидераты активно усваивают фосфор, калий, кальций и магний, которые находятся в подпахотных слоях почвы. Таким образом, сидеральные культуры вводят важнейшие питательные элементы из нижних горизонтов в пахотный слой почвы, где последние находятся в дефицитном состоянии.

Поступающая в почву богатая фитомасса сидератов при повышенной микробиологической активности пашни улучшает их питательный режим, а высвобождаемый при разложении фитомассы  $\text{CO}_2$  повышает процесс фотосинтеза [120, 144, 201].

Подводя итог вышесказанному, можно с уверенностью заключить, что богатый органический состав сидеральных культур является оптимальным энергетическим ресурсом для грунтового микробиоциноза как фундаментального аспекта в улучшении плодородных свойств почвы [5, 6, 9, 49]. При этом воспроизводство плодородия орошаемых почв осуществляется путем восполнения органического вещества фитомассой сидеральных культур, которые представляют источники образования и накопления гумуса почвы [4, 5, 55].

Материалы многочисленных исследований показали, что внедрение в аграрное производство пожнивных сидеральных культур повышает экономическую эффективность и рентабельность отрасли растениеводства, которая непосредственно влияет на рост социально-экономического положения аграрных хозяйств и искореняет бедность сельского населения [54, 61, 108, 135, 184].

Литературные источники подтверждают значительную рентабельность от внедрения в сельскохозяйственное производство сидеральных культур. Во-первых, использование сидератов экономит расход органических и минеральных удобрений, во-вторых, снижает затраты на средства защиты растений, в-третьих, значительно повышает урожайность основных агрокультур [36, 109, 187, 189, 192, 198].

Необходимо отметить, что в реалиях настоящего времени ведущим трендом является потребление экологически чистых продуктов. Выращивание сельскохозяйственных культур с применением сидератов отвечает основным требованиям экологичности в производстве агрокультур, которые высоко оцениваются на мировом рынке.

Согласно литературным источникам, при внедрении в производство сидеральных культур соблюдаются основные принципы биологического земледелия [14, 30, 32, 84, 109, 118, 134, 142, 150]. Активное внедрение сидеральных культур в сельскохозяйственное производство помогает добиться следующих целей:

- снижение потребления комплексных химических удобрений, а также сочетанное применение минеральных удобрений в комплексе с агротехникой возделывания сидеральных культур;
- минимизация количества гербицидных обработок, дезинсекций и использования химических средств, направленных на борьбу с болезнями сельскохозяйственных культур;
- оптимизация процессов плодородия почвы путем стимулирования микробиоциноза и процессов минерализации и гумификации почвы.

В этой связи использование сидеральных культур заслуживает пристального внимания, так как утверждается, что именно они представляют собой основное звено органического земледелия и являются наиболее экологически чистой системой производства продовольствия [32, 37, 47, 64, 104].

Внедрение в сельскохозяйственную практику сидератов в качестве зеленого удобрения значительно повлияло на развитие урожая агроценозов и способствовало улучшению качества и повышению урожайности основных сельскохозяйственных культур [13, 32, 51, 57, 115, 143].

Причем сидерация положительно действует на качество продукции растениеводства, так, в численном эквиваленте методом сидерации стало возможным заменить около тридцати тонн навоза. Необходимо подчеркнуть, что содержание нитратов было значительно ниже в продуктах, выращенных с использованием сидеральных культур. Помимо такого эффекта лабораторно подтверждено количественное повышение аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля, причем существенно выросла товарность продукции на 13 % (с 62 до 75 %) [32].

Таким образом, исследования вышеперечисленных авторов доказали, что внедрение сидеральных культур повышает плодородие пашни, оптимизирует жизнедеятельность биогеоценозов и значительно повышает качество и количество основной сельскохозяйственной продукции, делая ее экологически чистой. Очевидно, что перечисленные обстоятельства влекут за собой повышение экономической эффективности и рентабельности аграрной отрасли, в частности картофелеводства. Нельзя не отметить, что повышение экономической эффективности в сельскохозяйственном сегменте влечет за собой рост благосостояния фермерских хозяйств и сельского населения.

Опираясь на множество литературных источников, пожнивные сидеральные культуры принято возделывать между основными культурами в качестве промежуточных [51, 57, 104, 119, 128, 129, 131, 133, 143]. Согласно данным различных литературных источников, длительность вегетационного

цикла зависит от культуральных особенностей растения, и колеблется в диапазоне от 35 до 80 суток. Такие пожнивные сидераты возможно размещать после ранобураемых культур, не занимая дополнительных площадей пашни [1, 3, 10, 17, 39, 99, 119].

Сидеральные культуры представляют собой возобновляемый источник органического вещества почвы [55, 74, 76, 116, 119, 125, 132, 136]. При этом во время вегетации, обеспечивают дополнительную защиту почвы от избыточной солнечной инсоляции, подавляют избыточный рост сорной растительности, служат агросанитарным барьером, являются отличным профилактическим мероприятием ветровой и гидроэрозии, улучшают ее структуру, агротехнические, химикобиологические, а также гидрофизические свойства [35, 144].

Достоверно известно из различных литературных источников, что сидераты обладают свойствами значительно улучшать качество сельскохозяйственных культур по целому ряду характеристик [32, 115, 123]. Среди сидеральных культур высоко ценятся представители растений из семейства бобовых, которые способны клубеньковыми бактериями фиксировать азот из окружающей среды, а затем обогащать биологически активным азотом верхние горизонты почвы [48, 62, 77, 101, 119]. Наиболее распространенными представителями семейства бобовых, культивируемых в качестве сидератов, являются люпин и донник, а также соя и горох. Люпин может кумулировать из атмосферы от 250 до 400 кг/га биологического азота, донник - от 200 до 300 кг/га, соя и горох могут накапливать - до 150 кг/га [65, 104].

Преимущество летних посевов пожнивных сидератов заключается ещё и в том, что при запашке в позднеосенний период, когда в почве преобладают анаэробные процессы и температура резко снижается, разложение органического вещества идёт медленно, с образованием гумуса, и этому процессу почвообразования способствуют пожневные остатки (солома и корни) предыдущей озимой пшеницы [7, 34, 47, 62, 108, 111, 146].

Исследования доказали, что ряд представителей пожнивных сидеральных культур обладают полезными свойствами, которые могут быть успешно

применены в борьбе с распространенными заболеваниями сельскохозяйственных культур и основными вредителями. В частности, люпин отличает наличие в его составе токсичных алкалоидов. Эти соединения фатальны для колорадского жука на всех стадиях его развития, от личинки до взрослой особи [65, 104].

Зеленая масса сидератов может быть использована различными способами, среди которых выделяют основные:

- отавный способ, когда запахиваются послеуборочные растительные остатки после укоса на зеленый корм;
- способ полного использования биомассы сидеральных культур, при котором запахивается вся подземная и надземная часть [21, 38, 172].

Многочисленные литературные источники утверждают, что введение в аграрное производство сидератов является отличным профилактическим приемом процессов деградации плодородных земель, и способствует повышению производства трендового экологически чистого сельскохозяйственного продукта [6, 37, 65, 77, 104]. Поэтому земледельцам Кыргызстана необходимо широко внедрять в аграрное производство инновационный агротехнический прием – сидерацию.

Однако в Кыргызской Республике почти не используются агротехника промежуточных культур и еще мало изучены вопросы внедрения пожнивных сидеральных культур в орошаемое земледелие [78, 90]. Это связано с недостаточным изучением вопросов сидерации и промежуточных растений в аграрном производстве Кыргызстана. Так, в трудах доцента Кыргызского сельскохозяйственного института им. К. И. Скрябина М. Д. Джолоева (1969) указаны преимущества внедрения пожнивных культур (кукурузы) на показатели плодородия почв и получения дополнительного урожая зеленой массы кукурузы.

Труды Б. А. Баякеева (1987, 1988, 1991) посвящены изучению влияние основной обработки почв на урожай озимых промежуточных культур. П.

Г. Юдахин (1989) подчеркивает выгоды от возделывания озимых и яровых промежуточных культур в Ошской области.

В трудах В. И. Вдовина (1985) и С. К. Луковина (1978) затрагиваются вопросы промежуточных и совмещенных посевов кормовых культур и их преимущество при обеспечении кормами животных. Г. А. Балян, Р. Э. Эшенкулов, Б. Ю. Масаидов (2002), Г. А. Балян, А. И. Абдыкаирова, Б. Ю. Масаидов (2004) в создании зеленого конвейера для животных рекомендуют внедрение озимых промежуточных растений.

Анализируя литературные источники, становится очевидной важность восстановления плодородия орошаемых сероземно-луговых почв Кыргызстана и их оптимальная бережная эксплуатация уже сегодня, для того чтобы почвенные ресурсы сохранились на достаточно высоком плодородном уровне завтра, для будущих поколений [81, 82].

Применение агротехники с использованием пожнивных сидеральных культур может стать хорошим подспорьем в осуществлении такой глобальной цели, как сохранение плодородия почв Кыргызстана для будущих поколений, так как данный метод основан на рациональном использовании орошаемой пашни и увеличении ее плодородия, что позволяет эффективно решать задачу по профилактике деградации сероземно-луговых почв Чуйской долины. [37, 65, 77, 104]. Важно отметить, что результативность использования орошаемой пашни, а также повышение питательных элементов в почве связано с применением естественных, а не искусственных (минеральных удобрений) средств повышения плодородия.

В настоящее время в Кыргызстане вопросам экологии, «зеленой экономики» и органическому сельскому хозяйству уделяется большое внимание, в связи с чем принято соответствующее законодательство. Юридическим фундаментом развития «зеленого» сельского хозяйства в стране стал Закон от 18 мая 2019 года за № 65 «Об органическом сельскохозяйственном производстве в Кыргызской Республике» [71, 94].

Приоритетное направление программы и поддержка процесса перехода к зеленой экономике в Кыргызстане заключается в органическом сельскохозяйственном производстве, ведущим звеном которого являются агротехнические приемы сидерации.

На сегодняшний день актуальным направлением в аграрной науке, в частности проблемах земледелия, является изучение и внедрение в сельскохозяйственное производство методов биологизации земледелия, что также поддержано целями устойчивого развития Организации Объединенных Наций (ЦУР ООН). Опираясь на фундаментальные работы в области агрохимии и почвоведения ряда ученых, к наиболее рациональному методу в условиях орошаемых сероземно-луговых пашен Кыргызстана можно отнести внедрение пожнивных сидератов.

Важно заметить, что на сегодняшний день, данный агротехнический прием мало изучен в условиях нашей республики и не стоит на службе аграриев агропромышленного комплекса (АПК) [78, 90, 94]. Препятствует внедрению этого инновационного агротехнического приема отсутствие научно-обоснованных рекомендаций по использованию сидеральных растений, уделение недостаточного внимания научных кругов данному вопросу, а также нехватка лиц, ответственных за принятие решений в активном внедрении научных разработок и достижений в практическую сельскохозяйственную деятельность.

В этой связи данное диссертационное исследование должно способствовать активному внедрению в практическую сельскохозяйственную деятельность принципа возделывания пожнивных сидеральных культур, т. к. на текущий момент времени данному агротехническому приему уделяется внимание не в полной мере. Настоящее диссертационное исследование предлагает оптимальное решение задачи по организации производства экологически чистых продуктов питания для населения страны и даже стран зарубежья.

Таким образом, внедрение биологизации земледелия с использованием сидератов создает предпосылки для появления абсолютно нового типа экосистем. В таких экосистемах в полной мере задействованы и раскрыты механизмы трансформации солнечной энергии для решения проблем получения экологически ценной, чистой продукции в условиях нарастающего плодородия почв. Безусловно, такой метод позволяет создавать устойчивые высокопродуктивные землепользования с высоким уровнем экономической эффективности на фоне минимального потребления ресурсов и снижения отрицательного антропогенного фактора на агроэкосистемы.

Камнем преткновения внедрения поживных сидератов является плохая осведомленность и информированность субъектов хозяйствования о существовании таких методов в агротехнике, недостаточное отображение данной тематики в обучающих программах студентов сельскохозяйственных вузов и студентов иных учебных заведений по направлению «Экология». Недостаточное или порой почти полное отсутствие в орошаемом земледелии Кыргызстана инновационных технологий полива - дождевания и капельного орошения - тормозит распространение инновационного подхода с применением сидеральных культур.

Подводя итоги, можно заключить, что развитие аграрной науки в рамках биологизации земледелия имеет большие перспективы. Максимальному раскрытию агроэкологического, энергосберегающего и экономического потенциала будут способствовать совместное внедрение достижений из различных сфер сельскохозяйственной деятельности. Так, в настоящем диссертационном исследовании были применены агротехнический подход и использование технических достижений в области мелиорации. Все вышперечисленное позволяет улучшать плодородие почв, наращивать сельскохозяйственное производство, увеличивать поставки экологически чистых продуктов и обеспечивать экономическое благополучие аграрных хозяйств.

Обзор литературных источников позволяет сделать следующие заключения:

- в традиционном ведении системы земледелия уменьшается органическое вещество, ухудшается питательный режим и агрофизические свойства пашни, и для их восстановления широко используется сидерация;
- внедрение в производство агротехнического приема возделывания пожнивных сидератов в качестве промежуточных культур имеет внушительный биоэнергетический потенциал, является экологически и экономически рентабельным методом органического земледелия.
- промежуточные сидеральные культуры оставляют в пашне богатую свежую растительную массу, и запахиваемая в почву фитомасса сидератов повышает микробиологическую активность почвы, многократно увеличивается консорциум полезных почвенных микроорганизмов, под воздействием которых минерализуется свежая фитомасса сидератов, освобождаются питательные вещества и восстанавливается гумусовый горизонт почвы;
- введение пожнивных сидеральных культур в практическое производство параллельно решает две приоритетные задачи: сохраняет экоструктуру почвы и способствует стабильному ведению аграрного производства, что напрямую связано с повышением продовольственной безопасности страны;
- совместное использование органических и минеральных удобрений уменьшает потери питательных веществ из удобрений, повышает коэффициент использования питательных веществ, стимулирует почвенную биоту.

## ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Методология исследований

Настоящая научно-исследовательская работа была выполнена как кандидатская диссертационная работа в Кыргызском национальном аграрном университете им. К. И. Скрябина на базе крестьянского хозяйства (КХ) «Кирби» Аламединского района Чуйской области.

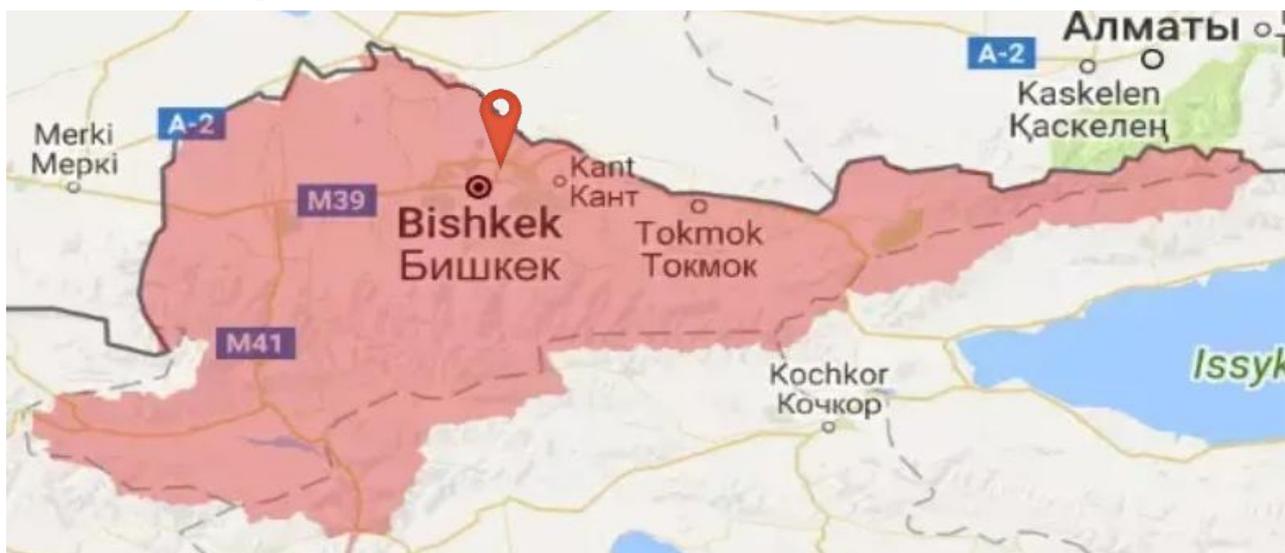


Рисунок 2.1.- Схема опытного поля в Чуйской области.

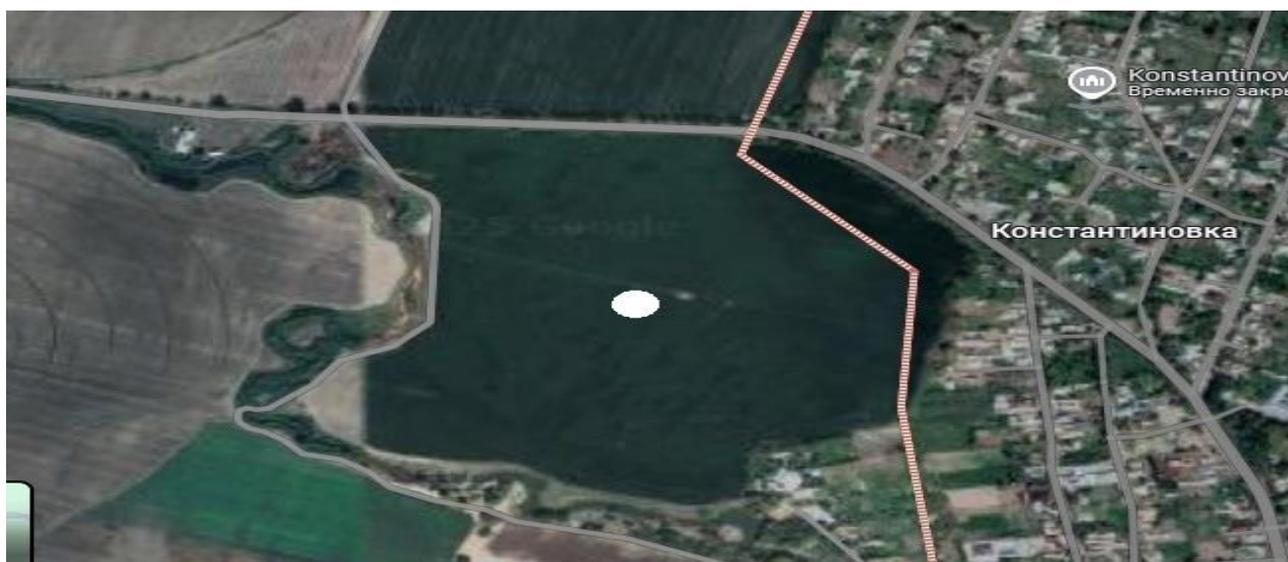


Рисунок 2.2. - Схема расположения опытного поля с. Константиновка.

Исследования проводились с 2012 по 2018 г. в полевых условиях на 125 контуре, площадью 32 га вблизи с. Константиновка.

В исследование вошли инструментальные и лабораторные методы. Диссертационная работа была выполнена в три этапа.

**Первый этап исследования.** Скрининг, как метод исследования, который занял 4 года, в период 2012 по 2016г. На протяжении этого времени были исследованы многие сельскохозяйственные культуры на предмет пригодности для использования в качестве сидеральных культур в условиях орошаемого земледелия Чуйской долины по принципу включения и исключения согласно критериям поставленных задач данного исследования.

Критерии включения:

- 1) культура должна нормально вегетировать в данных почвенно-климатических условиях;
- 2) культура должна быть однолетней;
- 3) культура должна иметь яровой тип развития;
- 4) культура должна сформировать богатую биомассу за короткий вегетационный период после уборки зерновых колосовых культур;
- 5) культура должна подходить в качестве предшественника для посадок картофеля;
- 6) культура должна быть легкой в семеноводстве и иметь низкую стоимость семян в пересчете на 1 га.

Критерии исключения:

- 1) низкая толерантность к климату;
- 2) двулетние культуры и многолетние культуры;
- 3) озимые сидераты;
- 4) пожнивные сидеральные культуры с низкой биомассой;
- 5) биологическое родство сидеральной и основной сельскохозяйственной культуры;
- 6) наличие у культуры общих вредителей и болезней с картофелем;
- 7) высокая стоимость семян в пересчете на 1 га.

На первом этапе было испытано несколько десятков сортов различных видов сельскохозяйственных растений в качестве сидератов. Были исключены

такие культуры, как люпин узколистный, люпин белый, люпин желтый, гречиха, подсолнечник, рапс яровой, сафлор, кукуруза, конские бобы, амарант, вика яровая, соя, клевер александрийский, горох посевной, просо белое, просо красное, просо черное, лён масличный. Дизайн исследования представлен на (рисунке 2.3).

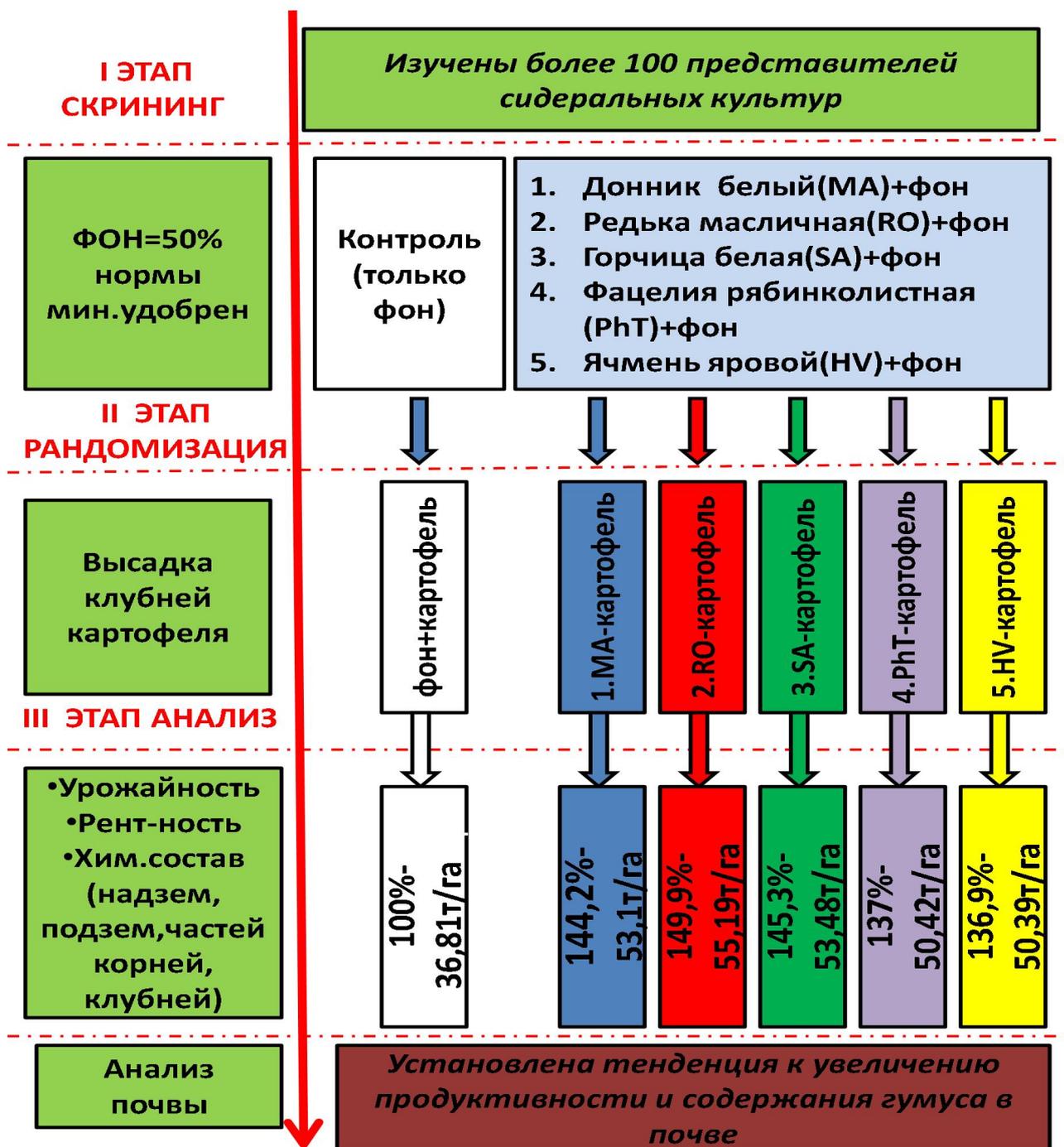


Рисунок 2.3. - Дизайн-схема исследования (2012-2018 г.)

**Второй этап** - рандомизация, как метод исследования занял 3 года, с 2016 по 2018 г. В это время был заложен полноценный полевой опыт с отобранными 5 сидеральными культурами и контрольным вариантом.

**На третьем этапе** был проведен сравнительный анализ результатов опыта, произведена оценка количественных и качественных ключевых показателей растительной массы сидератов, урожая картофеля, агрохимических показателей почвы, проведена статистическая обработка данных опыта по методу НСР 0,5 с установлением пределов достоверности.

А также был проведен анализ экономической эффективности агротехнических мероприятий по применению сидеральных посевов при возделывании картофеля.

При постановке и проведении полевых опытов исследования неукоснительно соблюдались общепринятые методики научных исследований в растениеводстве и земледелии Кыргызской Республики [12, 67].

При постановке и проведении полевых опытов исследования неукоснительно соблюдались общепринятые методики научных исследований в растениеводстве и земледелии Кыргызской Республики [12, 67].

**Методика полевого опыта** была принята по Доспехову Б. А. Схема полевого опыта приведена в (рисунке 2.4).

Отбор почвенных образцов и их подготовка к лабораторным исследованиям проведены по общепринятым в КР методикам. Отобранные для лабораторного исследования почвенные образцы предварительно были хорошо высушены на протвнях при наружной температуре воздуха под навесом. Затем уже в воздушно-сухом состоянии были просеяны через сито 2 мм и хранились до анализа в полиэтиленовых пакетах.

Обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась методами математической статистики [67].

Полевые опыты с пожнивными сидеральными культурами закладывались после уборки урожая озимой пшеницы по следующей схеме, представленной на (рисунке 2.4).

	Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3	Вариант №4	Вариант №5	Контроль
3 повторность Ширина делянки по захвату сеялки 12м ←→						
Защитная полоса 1 метр						
2 повторность Длина делянки 12 м ↑↓						
Защитная полоса 1 метр						
1 повторность Площадь делянки 144 м <sup>2</sup>						

Рисунок 2.4. - Схема опытов. Площадь 1 повторности 864 м<sup>2</sup>

- отбор надземной фитомассы 1м<sup>2</sup>

- отбор корневой фитомассы горизонт 0-25 см и 25-50 см, 1/16м<sup>2</sup>

- отбор почвенных проб для анализов в весенний период горизонт 0-25см и 25-50см

- отбор клубней картофеля в период уборки урожая 2м<sup>2</sup>

1. Контроль - фон (N<sub>120</sub>, P<sub>90</sub>, K<sub>120</sub>)
2. Горчица белая +фон
3. Донник белый однолетний +фон

4. Ячмень яровой +фон
5. Фацелия рябинколистная + фон
6. Редька масличная +фон

Примечание: \* фон ( $N_{120}$ ,  $P_{90}$ ,  $K_{120}$ ) представлен 50% от практической нормы Кирби нормы:  $N = 120$  кг/га действующего вещества;  $P = 90$  кг/га действующего вещества;  $K = 120$  кг/га действующего вещества.

Технология полевых работ на опытном участке и лабораторные исследования растительных и почвенных образцов выполнены по общепринятым методикам КР. Так, отбор надземной массы сидеральных культур (поздней осенью перед вспашкой) произведен на площади  $1 \text{ м}^2$  в четырехкратной повторности по диагонали каждой делянки опыта, и в каждом варианте опыта по 3 повторности, т.е. отбираются  $4 \times 3 = 12$  образцов надземной массы на каждом варианте опыта по методу Л. А. Гришиной, Е. М. Самойловой (1971) и Ф. И. Левина (1973).

И там же отбираются корневые образцы из пахотного (0-25 см) и подпахотного слоя (25-50 см) почвы, методом монолита из площади  $25 \text{ см} \times 25 \text{ см}$  и на глубину 25 см, т. е.  $4 \times 3 = 12$  образцов из пахотного и  $4 \times 3 = 12$  образцов из подпахотного слоев почвы. Пока корни не утратили тургора, их отмывали водой, используя сито диаметром 0,25 мм, и отделяли корни сидератов от почвы [83, 122].

Свежая надземная и корневая масса сидератов взвешивалась на аналитических весах, высушивалась до сухого состояния и снова взвешивалась, и по разницам (свежих и сухих образцов) вычислялся процент влажности фитомассы. Из образцов фитомассы сидератов, отобранных из всей делянок каждого варианта опыта, вычислялось среднее количество фитомассы и из средних образцов фитомассы сидератов отбирались образцы для лабораторных анализов.

Лабораторные анализы почвенных проб проводились по общепринятым методикам, представленным в (таблице 2.1).

Таблица 2.1 - Основные методы исследования почвенных образцов

№ п/п	Название метода
1	Обнаружение нитратного азота дисульфифеноловым методом
2	Установление подвижного калия на пламенном фотометре
3	Оценка валового фосфора по молибденофосфорной сини
4	Оценка рН на потенциометре
5	Определение емкости поглощения почв (титриметрический метод в модификации Грабарова).
6	Оценка гумуса по Тюрину
7	Фосфора по методу Мачигина
8	Азота по Къельдалю
9	Оценка валового калия с использованием пламенного фотометра
10	СО <sub>2</sub> карбонатов весовым методом

**Балансовый метод.** В расчете норм минерального питания картофеля. Отталкиваясь от закона «Возврата», проводим расчет выноса основных элементов питания с урожаем картофеля. Принимаем планируемую урожайность картофеля в 400ц/га. Принимая во внимание низкое содержание элементов питания в почве, пренебрежём их учетом при расчёте.

Исходя из того, что каждая тонна урожая картофеля выносит азота - 4,5 кг, фосфора 1,5кг, калия 6кг, пересчитывая на плановый урожай получаем, что на каждом гектаре картофельного поля с урожаем выносятся азота - 180 кг, фосфора - 60 кг, калия - 240кг, и в соответствии с законом возврата, это количество питательных веществ необходимо внести под культуру.

Учитывая, что орошаемые сероземно-луговые почвы имеют слабощелочную и щелочную реакцию, принимаем коэффициент усвоения питательных элементов из удобрений в первый год равным для азота-0,75, для фосфора 0,35, для калия 0,9, получаем следующие показатели для внесения минеральных удобрений под культуру: **азот - 240 кг/га, фосфор - 171кг/га, калий - 266/га кг.**

Таким образом, принимая расчетную практическую норму минеральных удобрений для урожая картофеля в 400ц/га. В качестве минерального фона принимаем за 50% от расчетной величины, что составляет N-120 (142) P-90 (86) K- 120 (133).

В пересчете на туки (физический вес минеральных удобрений) норма азота по карбамиду(N - 46%) составит  $120/49 = 260$  кг., норма фосфора по аммофосу (N - 10, P - 42 %) составит  $90/ 42 = 214$  кг,( минус 21 кг азота из нормы карбамида) норма калия по хлористому калию(K-50%) составит  $120/50 = 240$ кг.

Итоговая норма удобрений в физическом весе на 1га составляет - карбамида  $260-45 = 215$  кг, аммофоса **214**кг, хлористого калия **240**кг.

**Весовой метод** определения (плотности) удельного веса клубней картофеля как способ определения содержания сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля.

Удельную массу картофеля определяют отношением его массы к массе воды в объеме взвешенного картофеля. Взвесив навеску картофеля в воде и определив, его удельную массу, находят по готовой таблице соответствующее количество сухого вещества и крахмала.

### **2.1.1. Объект исследования**

**Сидеральные культуры.** Объектом исследования являются пожнивные сидеральные растения: горчица белая (*Sinapis alba*), донник белый однолетний (*Malilotus albus*), фацелия рябинколистная (*Phacelia tanacetifolia*), ячмень яровой (*Hordeum distichon*) и редька масличная (*Raphanus oliefera*), возделываемые после уборки зерновых колосовых культур на орошаемой пашне сероземно-луговых почв Центральной части Чуйской долины Кыргызстана.

Подготовленные, специально подобранные пожнивные сидераты горчица белая, донник белый однолетний, фацелия рябинколистная, ячмень яровой, редька масличная были высеяны на орошаемых полях опытного участка после отчуждения озимой пшеницы. Соблюдая основные принципы

агротехнологии, их распахивают поздней осенью и используют в качестве удобрения.

Также учитывались агроэкологические, климатические, почвенные, экономические и хозяйственные потребности возделывания. С учетом аридного климата региона специально был обеспечен бесперебойный полив, осуществляемый дождевальными агрегатами на период вегетации.

Приведем краткую характеристику используемых сидератов.



Рисунок 2.5. - Донник белый однолетний.

*Донник белый однолетний (Melilotus albus)* - Донник белый однолетний. Обычно донник белый однолетний используется не только в качестве сидерата, но и как отличное кормовое растение, а также дающее ценный мед медоносное растение. Корневая система донника белого однолетнего обладает способностью синтезировать угольную кислоту, что может быть рационально для снижения засоленности грунта [65, 104]. Также донник белый однолетний,

как и бобовые культуры, в корневой системе содержит клубеньковые бактерии, которые обладают способностью накапливать азот в почве [48].

Широко распространено применение донника белого однолетнего в борьбе с корневой гнилью, а также нематодой и проволочником [48]. В качестве пожнивной сидеральной культуры донник белый однолетний запахивается в почву осенью в фазе цветения. Кроме того, летний аридный и сухой климат Чуйской долины не позволяет развитию болезни мучнистой росы донника белого однолетнего.

Все вышеперечисленные преимущества позволяют рекомендовать его как пожнивную сидерат на полях при выращивании картофеля. Агротехника возделывания донника белого однолетнего, предназначенного в качестве сидерата, сложностей не вызывает. Полив должен производиться по показателям влажности пашни, не менее 3-4 раз за весь период вегетации данного растения. На 80-85 день вегетации его скашивают (поздняя осень) в период цветения и появления бутонов.



Рисунок 2.6. - Горчица белая.

*Горчица белая (Sinapis alba)*. Применяется в качестве зеленого удобрения перед возделыванием основных культур, таких как зерновые колосовые, кукуруза на зерно, подсолнечник, картофель, томаты и др. Явление аллелопатии горчицы белой эффективно для уменьшения роста сорной

растительности, а гликозид изоцианат надежно подавляет ряд вредителей и возбудителей болезней картофеля, способствует затенению почвы и профилактике деградации почвенного покрова, под воздействием солнечной радиации повышает воздушность пашни, активно насыщает землю фосфором и азотом. [65, 104].

После горчицы белой размещать сельскохозяйственные культуры очень выгодно, так как выделяемые ею фитонциды способствуют в почве бактериостатическому эффекту и активно подавляют рост грибков. Семена горчицы белой мелкие, поэтому их можно высевать как специальными овощными сеялками, так и любыми другими, поддающимися регулировке. Норма высева семян составляет 3-18 кг на 1 гектар. Глубина заделки семян в почву - не более 3 см.

Фитомасса горчицы белой нарастает быстро, имеет обильную листву, содержащую каротин и аскорбиновую кислоту. Горчица белая является природным антисептиком и антиоксидантом.

При использовании всей фитомассы горчицы белой в качестве сидератов в пашню поступают гликозиды (синигрин, синальбин - до 2,5 %). Эти специфические вещества обеззараживают грунт и подавляют рост сорных трав, а также 1-процентное эфирное (горчичное) масло дезинфицирует почву, предотвращает заражение будущего урожая черной ножкой, корневой гнилью, ризоктониозом (черная парша клубней), паршой обыкновенной.



Рисунок 2.7. - Редька масличная.

***Редька масличная* (*Raphanus oleifera*).** К почвам не предъявляет особых требований. Ее корни проникают глубоко в землю и изымают из нижних горизонтов все необходимые питательные компоненты, перенося их в верхний слой почвы, откуда уже основная сельскохозяйственная культура их забирает. Благодаря этому она быстро наращивает зеленую массу. Листья у нее густая, что препятствует появлению сорняков.

В составе ее листьев содержатся эфирные масла, что работает на оздоровление почвы. Поэтому при выращивании редьки масличной как сидерата снижается вероятность развития грибковых заболеваний, среди которых ризоктониоз и парша картофеля [139].

Растение славится своими разрыхляющими, структурирующими и дренирующими свойствами. Разложение подземной и надземной фитомассы сидерата редьки масличной положительно сказывается на качестве жизни полезных микроорганизмов, обитающих в почве. В качестве сидерата редька масличная подходит всем растениям, кроме культур из семейства крестоцветные (редька, редис, капуста).

После посева семян первые ростки появляются через 4-7 дней. Далее потребуется осуществлять регулярный полив растения. Когда нарастает обильная зеленая масса и в начале цветения редьку масличную можно использовать как зеленое удобрение. Поздней осенью ее зеленую массу скашивают и перепахивают, размешивая с почвой. Корневища при этом также оказываются перемешаны с верхними слоями грунта. В таком виде она перерабатывается и разлагается.



Рисунок 2.8.- Фацелия рябинколистная.

**Фацелия рябинколистная** (*Phacelia tanacetifolia*) Фацелия рябинколистная. Однолетнее растение семейства водолистниковых (*Hydrophyllaceae*). Издавна используется в качестве сидерата, пчеловоды называют ее «пчелиным хлебом» за высокую медопродуктивность - 200-400 кг/га.

Фацелия рябинколистная неприхотлива к условиям произрастания, нетребовательна к почвам, её можно сеять как на бедных почвах, так и на достаточно плодородных, главное, чтобы было достаточно влаги для получения дружных всходов и достаточно освещения для хорошего развития растения, так

как именно такие условия являются для нее благоприятными. Нормы высева фацелии рябинколистной в зависимости от условий могут составлять 6-12 кг/га. Всходы появляются через 10-14 дней, при глубине заделки семян 1-1,5 см (не более 2 см), более глубокий посев снижает всхожесть.

Фацелия рябинколистная растет очень быстро, её активный рост не позволяет сорнякам взойти и развиваться там, где посеяна фацелия рябинколистная. Её причисляют к фитосанитарным культурам благодаря высокому содержанию фитонцидов в зеленой массе, она не боится вредителей и паразитов [65, 104]. Фацелия рябинколистная способна переносить осенние заморозки до 7-9 °С, после наступления оттепели продолжает расти и выделять нектар.

Зеленая фитомасса сидерата фацелия рябинколистная выполняет роль фитосанитара почвы. Цветение фацелии рябинколистной начинается примерно спустя 40 дней после высева. Цветы раскрываются не одновременно, а последовательно, массовое цветение начинается через 15-20 дней после раскрытия первых цветков. Её зеленую массу используют как зеленое удобрение в фазе массового цветения.



Рисунок 2.9. - Ячмень яровой.

**Ячмень яровой** (*Hordeum distichon*) традиционная сельскохозяйственная культура Кыргызстана, легко и повсеместно доступна. Эту культуру можно использовать в качестве пожнивного сидерата, а также при пожнивных посевах в фазе колошения (70-75 дней), ее фитомассу распахивают в качестве удобрения.

В это время фитомасса ячменя ярового содержит протеин и все элементы питания растений, которые в почвенной среде представляют прекрасную пищу для почвенных микроорганизмов.

**Природно-климатические условия объекта исследования.** Географические и климатические условия исследований. Научно-исследовательская работа по изучению влияния пожнивных сидератов на плодородие пашни и продуктивность картофеля проводилась на орошаемых сероземно-луговых почвах компании «Кирби», расположенной в Аламединском районе Чуйской области КР. В этом хозяйстве используется инновационная агротехника возделывания картофеля с применением пожнивных сидеральных культур и передовых ирригационных систем.

Основными отличительными чертами Чуйской долины, определяющими почвенно-климатические особенности региона, является жаркое, засушливое лето, горно-долинный ландшафт, ограниченные водные ресурсы и повышенное испарение влаги из почвы. Природные условия способствуют ветреной эрозии почвы и размыванию плодородного слоя в условиях обычных мелиоративных приемов. Впервые в рамках диссертационного исследования в целях предупреждения деградации сероземно-луговых почв Чуйской долины, а также повышения ее плодородных свойств и урожайности сельскохозяйственных культур, в частности картофеля, был применен агротехнический подход с возделыванием специально подобранных сидеральных культур и инновационный метод дождевания.

Географическое расположение и особенности геодезических показателей определяют метеорологические, климатические и гидрологические условия местности. Чуйская долина является тектонической впадиной в среднем течении реки Чу, и раскинулась от Боомского ущелья до песков Мойынкум, простирается на расстояние до 250 км, с востока на запад ее ширина в центральной части в направлении север-юг достигает 70 км. Еще одной особенностью региона является незначительный уклон долины к западу, который по данным литературных источников составляет 0,2-0,3°.

В книге Д. М. Исаева и М. И. Глушковой «Рельеф Киргизии» Фрунзе, «Илим» 1964 г. подробно описана геодезическая уникальность рельефа Чуйской долины. По данным авторов, высота над уровнем моря достигает от

500 до 1500 м. Однако окаймляющие хребты возвышаются от 2500 м до 3700 м на юге. Уникальность ландшафта Чуйской долины способствует близкому расположению грунтовых вод к поверхности земли, в регионе распространения горно-долинных лугово-сероземных и сероземно-луговых почв, где в шестидесятые годы прошлого столетия была проведена комплексная мелиорация засоленных почв на фоне коллекторно-дренажной системы.

Поля КХ «Кирби» расположены севернее города Бишкек (24 км) и западнее автомагистрали Бишкек-Алматы. Местность возвышается над уровнем моря на 700 м и имеет незначительный уклон с юга на север.

**Рельеф и почвообразующие породы.** Рельеф Чуйской долины, где расположено землепользование КХ «Кирби», слабоволнистый, имеет общий уклон на север 1-1,5 градуса.

На территории землепользования КХ «Кирби» можно выделить несколько геоморфологических районов — это долина реки Чу, притеррасное плато, подгорная равнина.

Современная пойма реки Чу представляет собой извилистую, прерывающуюся узкую полосу. В сложении поймы принимают участие породы грубого механического состава: супеси, пески, галечники с прослойками глины и суглинков, - в этих условиях сформировались пойменные лугово-аллювиальные почвы.

Притеррасное плато представляет собой остатки лёссовидного плато, это равнина, сильно изрезанная балками и оврагами. Лёссовидные суглинки, слагающие это плато, характеризуются однородностью, рыхлостью и присутствием солей. Здесь преобладают сероземы светлые.

Подгорная равнина очертана плоскостными формами рельефа, который в разной степени изрезан руслами рек и каналов. Здесь можно различить лугово-сероземные, сероземно-луговые и луговые почвы. Почвообразующие породы представлены глинами, суглинками, заболоченными суглинками, часто засоленными. Грунтовые воды залегают часто на глубине 0,5-2,5 м.

**Поверхностные и грунтовые воды.** Грунтовые воды в большинстве случаев залегают глубоко, на полугидроморфных почвах они залегают на глубине 2-5 м, на гидроморфных вскрываются с глубины 1-2 м, характеризуются слабой минерализацией.

Территория хозяйства охватывает три системы орошения: Западный БЧК, восточный БЧК, русло реки Аламедин. Поверхностная гидрография включает в себя реку Чу в северном обрамлении территории, а также БСР и открытой КДС, сток которой также служит подпиткой БСР в северной и восточной части землепользования. Межхозяйственная распределительная оросительная сеть в настоящее время перестроена из земляного русла в распределители управляемого типа, представлена каналами Р-3, Р-7, Р-10 Краснореченского распреузла, каналы Р-2 и Р-4 запитаны из Чумышской плотины.

Внутрихозяйственная сеть построена частично в земляном русле реки Аламедин, частично в параболических и трапециевидных лотках различного сечения. Участки каналов, построенных в земляном русле, частично разрушены, некоторые требуют капитального ремонта. Лотковая сеть каналов оснащена гидротехническими сооружениями и находится в удовлетворительном состоянии. Старое русло реки Аламедин также проходит между полей хозяйства, перекрыто в нескольких местах земляными плотинами с устройством управляемого и аварийного сброса, используется как резервуар для накопления воды, где подпитка осуществляется из русла Ат-Башинского канала. Здесь построены электрические насосные станции, которые подают воду по закрытой оросительной сети (трубопроводы различного диаметра, от 160 до 355 мм) к оросительным машинам на полях компании.

**Климат.** Климат Чуйской долины КР относится к резко континентальному, с жарким летом, холодной зимой и преобладанием весенних осадков в году [19, 85]. Климат Чуйской долины является весьма благоприятным для посевов пожнивных растений после ранубираемых сельскохозяйственных культур. Рациональное использование

биоклиматического потенциала (БКП) дает возможность выращивать любые сельскохозяйственные растения, в том числе, и сидеральные культуры.

На основе метеорологических материалов можно дать нижеприводимую метеорологическую характеристику климатических показателей земледельческих территорий Аламединского района Центральной части Чуйской долины Кыргызстана (таблицы 2.1 и 2.2).

Солнечная активность является определяющим фактором в формировании климатических особенностей региона. Продолжительность солнечной инсоляции и радиации напрямую зависят от таких астрономических показателей, как восход и закат, которые определяют продолжительность светового дня. Необходимо отметить важность высокого полуденного стояния солнца над горизонтом в течение дня. Солнечная активность в Чуйской долине характеризуется высокой солнечной инсоляцией и низкими показателями облачности. Ясные дни в году достигают 85-90 %. По литературным данным, суммарная годовая солнечная радиация на территории Чуйской области достигает 50 ккал на 1 см<sup>2</sup> [22]. Внушительное количество тепла и солнечного света являются преимуществами этого региона, которые возможно рационально использовать, возделывая пожнивны сидераты.

Климатические особенности исследуемой территории обеспечивают довольно длительный теплый период в году, который начинается весной резким переходом от низких температур к теплу. Лето, как правило, знойное и засушливое. Осень на территории Чуйской области имеет продолжительный, сухой и теплый характер. Для зимнего периода характерно резкое снижение температур в начале и конце зимы. Климатический потенциал региона характеризуется значительной солнечной инсоляцией и засушливостью. Для успешного возделывания основных сельскохозяйственных культур и промежуточных сидератов, помимо солнечной энергии, крайне важна адекватная мелиорация (таблица 2.1).

Как отмечает З. А. Рязанцева (1965), лето на территории Чуйской долины Кыргызской Республики достаточно жаркое, и температурный максимум может достигать в июле до +41 °С, а в декабре может снижаться до - 39 °С.

Таблица 2.1 - Среднегодовое метеорологические данные центральной части Чуйской долины

Месяц	Показатель, ед. изм						
	ТВ, °С	ТПП, °С	КО, мм	ОВВ, мм	АВП, мм	СВ, м/с	МИ, мм/°С
Январь	- 5,1	- 8,5	22,2	75,2	3,3	1,7	-
Февраль	- 2,8	- 4,7	25,0	76,7	4,0	1,8	-
Март	3,8	4,0	49,0	74,7	5,8	2,1	0,24
Апрель	11,5	13,7	64,0	65,0	8,4	2,2	0,24
Май	16,9	21,0	59,5	60,0	11,2	2,1	0,27
Июнь	20,3	26,5	37,2	55,0	13,3	2,1	0,29
Июль	23,9	30,2	17,7	51,2	14,5	1,9	0,29
Август	21,9	27,2	11,7	51,7	13,1	1,7	0,29
Сентябрь	16,7	19,5	14,7	54,0	9,5	1,8	0,28
Октябрь	9,9	10,2	35,7	62,2	6,8	1,7	-
Ноябрь	1,4	1,0	37,2	72,7	4,9	1,7	-
Декабрь	- 4,1	- 5,0	25,7	75,7	3,6	1,7	-
Среднегодовая	9,5	11,2	400,0	64,5	8,2	1,8	

Среднегодовая отметка температуры воздуха обычно колеблется около +9,6 °С (таблица 2.2).

Особенностью летнего периода времени является засушливость на фоне высоких суточных температурных значений, интенсивной солнечной инсоляции и резкого ограничения атмосферных осадков. Очень важно отметить климатический максимум так называемых суховейных дней, которые, в

основном, приходится на лето. Показатели суммы среднегодовых атмосферных осадков не превышают 418 мм и приходится на весенний период (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Метеорологическая характеристика региона исследования

Показатели	Значение
Среднегодовая температура воздуха, С	+9,6
Самого теплого месяца (июля)	+23,9
Самого холодного месяца (января)	-5,1
Количество осадков, среднегодовое мм	418
Продолжительность теплого периода, дни	250
Продолжительность безморозного периода, дни	185
Сумма температур выше 10 С,	3500-3600

Необходимо подчеркнуть, что хребет Кыргызского Ала-Тоо играет существенную роль в формировании температурного диапазона, так как препятствует проникновению холодных потоков воздуха, что позволяет аккумулировать теплые воздушные массы и поддерживать мягкий температурный режим [85].

Средние даты прекращения весенних заморозков - 19-21 апреля и наступления осенних заморозков - 6-8 октября, что дает возможность возделывать пожнивны сидераты. Их запахивание в почву перед самым осенним заморозком спокойно вписывается в агротехнику возделывания картофеля в КХ «Кирби». Сумма среднесуточных температур за безморозный период и за период с температурой выше 0 °С и 10 °С соответственно равна 3400 ° и 3000-3500 °. Как правило, в этом регионе засуха развивается вследствие длительного отсутствия дождей или нерегулярного выпадения атмосферных осадков, а также недостаточного их количества.

Регион характеризуется следующими метеорологическими показателями. Среднегодовая температура Чуйской долины Кыргызстана достигает 9,5 °С. В

июле воздух прогревается в среднем до 23,9 °С, в январе - до отметки -5,1 °С. Среднегодовое количество осадков, выпадающих в Чуйской долине КР, достигает значения 400 мм. Теплый период в этом регионе довольно продолжительный, что является несомненным преимуществом для аграрного сектора Кыргызстана. Длительность зимних дней в году, когда температура опускается ниже 0 °С, составляет 85-100 дней. Особенностью теплого периода, который составляет 250 дней, является сумма положительных температур 3500 °. Длительность периода в году со средней суточной температурой выше 10 °С составляет 185 дней. Периодом начала активной вегетации принято считать среднесуточную температуру воздуха, превышающую порог 10 °С.

Внедрение пожнивных сидератов осуществляется на фоне бездефицитного обеспечения поливной водой.

Как видно из (таблицы 2.3) за последние годы произошли существенные изменения климатических показателей по сравнению со средними многолетними. Отсюда наглядно видно, что на фоне роста среднегодовых показателей температуры идет значительное снижение количества выпавших осадков, что не лучшим образом сказывается как на растениеводстве, в частности, и на всем сельском хозяйстве в целом. Поэтому для полеводства первостепенное значение приобретает система влагосбережения в почве и оросительной ирригации.

Таблица 2.3 - Метеорологическая характеристика региона исследования за последние годы.

Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	Средние за 5 лет
Среднегодовая температура воздуха, С	+11,5	+12,7	+13	+13,3	+12,5	<b>12,6</b>
самого теплого месяца (июля)	+25,1	+28	+27	+28,2	+26,5	<b>27</b>

Продолжение таблицы 2.3.

самого холодного месяца (января)	-1,8	-3,7	+1,7	-5,7	+1,1	-1,7
Количество осадков, среднегодовое мм	280,4	209,6	353	243,2	278,8	273

Опираясь на данные (таблиц 2.1 и 2.2), становится ясным, что в регионе проведения исследований имели место быть наиболее благоприятные климатические условия для возделывания сельскохозяйственных культур и размещения в севообороте промежуточных сидеральных растений в прошлом, а теперь это возможно только с применением искусственного орошения.

**Растительность.** Естественная растительность разнообразна по видовому составу - участки на возвышенностях покрыты растениями полупустынного состава, преимущественно мятликовыми, по поймам рек каналов и сазным местам растительность представлена лугами грунтового управления. Сорная растительность представлена вьюнком полевым, осотом, молочаем лозным, марью белой, дурнишником, повеликой, щетинником зеленым, куриным просом, свиноем пальчатым, эгилопсом цилиндрическим, пыреем, пасленом черным и красным и др. От такого соседства пашня терпит ущерб, т. к. засоряется сорняками через семена сорных растений, преимущественно через навоз.

**Почвенный покров.** В основном это сероземно-луговые почвы, которые относятся к Северо-Кыргызской почвенной провинции, и входят в состав земельного фонда земледельческой зоны Чуйского долины Кыргызстана [107].

Коренная мелиорация почв Чуйской долины Кыргызстана проведена с 1964 по 1967 г. Была установлена горизонтальная коллекторно-дренажная система, направленная на профилактику вторичного гидроморфного засоления почв, которая исправно функционирует по сегодняшний день.

## **Характеристика орошаемых сероземно-луговых почв Чуйской долины.**

Охрана, рациональное использование земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения и улучшение плодородия почв становится глобальной проблемой современности. Почвенное плодородие — это один из основных ресурсов природы, очень хрупкая субстанция, которую легко потерять при бездумной эксплуатации, но, вместе с тем, это хоть и трудно, но возобновляемый природный ресурс. Последние годы постоянным спутником земледельцев Кыргызстана стала проблема снижения почвенного плодородия [80, 81, 82].

Этому способствует то, что при рыночной экономике аграрные хозяйства КР заинтересованы получать больше прибыли с одного гектара орошаемой пашни, и широко практикуются повторные посевы пропашных культур – картофеля, кукурузы, овощей, фасоли, сахарной свеклы и др. Такое интенсивное ведение аграрного хозяйства обуславливает ежегодное необратимое отчуждение значительной части фитомассы растений и создает трудновосполняемый дефицит органического вещества почвы, вследствие чего образуется значительный отрицательный баланс элементов минерального питания в биологическом круговороте веществ [79, 80].

При отвальной обработке почвы и при механическом ее перемешивании без внесения органических удобрений, на орошаемых полях Чуйской долины на фоне теплого климата происходит интенсивная минерализация органического вещества почвы при дефиците поступающих в почву послеуборочных растительных остатков агроценозов [79, 80, 81, 82].

Вплоть до настоящего времени во многих хозяйствующих на земле субъектах происходит хищническая эксплуатация земельных ресурсов, что приводит к частичной или полной деградации плодородия почв в Кыргызской Республике, это особенно удручающе выглядит на фоне отсутствия или полного игнорирования почвоохранных технологических решений.

В настоящее время перед аграриями Кыргызстана стоит задача - восстановить естественные почвенные процессы, которые могут обеспечить

растение практически всем необходимым и получить высокие урожаи, а также и экологически чистую продукцию.

Сероземно-луговые почвы Кыргызстана в основном распространены в Чуйской долине и используются как орошаемые площади [106, 107]. С 1964 по 1967 г. было проведено строительство горизонтальной коллекторно-дренажной сети, которая обеспечивала и обеспечивает в настоящее время промывку водорастворимых солей, а также комплекс агротехнических мероприятий по улучшению свойств почвы. В деле улучшения этих почв хорошие результаты дали горизонтальный дренаж, промывки водорастворимых солей, внесение гипса, возделывание люцерны и внесение кислых минеральных удобрений и навоза.

Отличительными структурно-морфологическими особенностями горно-долинных сероземно-луговых почв можно считать темную окраску горизонтов гумуса по сравнению с сероземами. Необходимо отметить повышенное содержание влаги в почвенной структуре, а также наличие ржаво-охристых вкраплений в исследуемых образцах (таблица 2.3). Причем пахотный слой представляют средний, а подпахотный слой тяжелый суглинок, затем нижние горизонты почвенного профиля представлены средними суглинками.

Как видно из (таблицы 2.3), механический состав почвы представлен крупнодисперсными фракциями пыли с размерами частиц от 0,05 до 0,01 мм. Количество частиц в исследуемых образцах может находиться в интервале от 40,44 до 50,96 % (таблица 2.3) [203]. Массовая доля частиц размерами менее 0,01 мм в пахотном слое достигает 43,00 %, а в подпахотном даже 46,20 % и относится по своей структуре к тяжелосуглинистым.

Анализируя состав исследуемых образцов, можно прийти к логическому заключению, что в результате иррационального использования пашни сформировалась антропогенная плужная подошва.

Таблица 2.3 - Механический состав орошаемых сероземно-луговых почв Чуйской долины

Содержание фракций, %; Размер частиц в мм	Глубина взятия образца, см					
	0-23	24-34	40-50	80-90	130-140	190-200
1,00-0,25	1,58	1,44	0,08	0,10	0,21	0,05
0,25-0,05	14,98	13,60	15,88	11,50	11,71	14,47
0,05-0,01	40,44	40,76	44,84	49,88	50,96	49,60
0,01-0,005	13,44	13,20	13,60	13,44	13,32	10,80
0,005-0,001	13,08	16,48	11,84	11,28	11,28	12,00
<0,001	16,48	15,16	13,76	13,80	12,52	13,08
Сумма частиц <0,01	43,00	46,20	39,20	38,52	37,12	35,88

Сложившейся ситуации можно было избежать, вовремя применяя оптимальные методы обработки почвы, например разноглубинной вспашки в условиях повторных посевов пропашных культур. К сожалению, отмечается тенденция к оглинению подпахотного слоя почвы, увеличение содержания пылеватых фракций, а также низкого содержания гумуса, что приводит к деградации верхнего горизонта при распашке.

При проведении оросительных мероприятий отмечается так называемое заплывание почвы. После обильного полива такие почвы на своей поверхности формируют корки. Особенностью такой почвы является ее склонность к процессам ирригационной эрозии, что крайне важно учитывать при проведении полива методом дождевания.

Профилактические мероприятия по купированию крайне нежелательных аспектов должны быть направлены на методы из арсенала биологизации земледелия. К таким приемам можно отнести внесение органических удобрений, посев сидеральных культур, оставление растительных остатков после отчуждения урожая с полей.

Огромный вклад в изучение почвенных горизонтов Чуйской области КР внесли отечественные ученые аграрии С. И. Воронов и Б. А. Мамытова Э. Ж. Жумабекова, Н. А. Карабаев. Совместные труды ученых наглядно продемонстрировали их характеристики.

Орошаемые сероземно-луговые почвы распространены на больших территориях Чуйской долины. В трудах Э. Ж. Жумабекова Бишкек (2022 г), приведена подробная характеристика таких почв, они формируются при близком залегании пресных или минерализованных грунтовых вод (3-5м) под злаково-осоковой влаголюбивой растительностью. Так, под влиянием минерализованных грунтовых вод образовались засоленные и солонцеватые комплексы почв. По типу засоления сероземно-луговые почвы могут быть незасоленными, сульфатными, содово-сульфатными, хлоридно-сульфатными. Могут быть предрасположены ко вторичному засолению при неправильном орошении.

Содержание гумуса в верхних слоях почвы составляет 1,52 %, углубляясь вниз по профилю почв, отмечается тенденция к процентному снижению гумуса. На глубине 24-37 см содержание гумуса составляет 1,14 %, на глубине 40-50 см – 0,96 % (таблица 2.4). По содержанию гумуса земли Чуйской долины относятся к среднеобеспеченным группам.

При проведении химического анализа гумусового слоя выявлено: общего азота - 0,11 %, валового фосфора - 0,12 %. Эти показатели констатируют слабую обеспеченность элементами. Однако содержание валового калия напротив, высокое, и составляет 3,10 % [106, 107]. Емкость поглощения почв, поглощенный натрий представлены в (таблице 2.4).

Таблица 2.4 - Химический состав орошаемых сероземно-луговых почв Чуйской долины

Показатели	Глубина отбора проб, см					
	0-23	24-34	40-50	80-90	130-140	190-200
СО <sub>2</sub> , %	3,95	6,01	6,35	6,53	6,87	7,04
рН	8,25	8,25	8,25	8,35	8,35	8,45
Гумус, %	1,52	1,14	0,96	0,15	0,12	0,10
Емкость поглощения, мг.экв. на 100 г почвы	11,97	16,78	12,42	10,18	8,22	6,84
Поглощенный Na, мг. экв на 100 г почвы	0,26	0,17	0,15	0,13	0,11	0,07
Na, %	3,0	2,4	1,8	1,2	0,9	0,6
N общий, %	0,11	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02
Валовый P, %	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05
Валовый K, %	3,10	2,75	2,60	2,56	2,48	2,46

Количество карбонатов в верхних горизонтах составляет 3,95 %, а в нижних горизонтах - 7,04 %. Почвенный рН равен 8,25-8,35, реакция щелочная.

Изучение плодородия почв и системы земледелия, используемые в компании «Кирби», дало возможность определить стратегию агротехнологии, которая направлена на внедрение элементов биологизации, когда основной задачей хозяйствования является управление элементами плодородия орошаемой пашни с использованием промежуточных пожнивных сидератов, максимально снижая негативное проявление антропогенного воздействия.

Почва является мало засоленной - сульфатно-хлоридного типа (таблица 2.5) Сумма солей составляет 0,097 % с тенденцией к снижению по мере углубления. Малая засоленность сероземно-луговых почв является результатом мелиоративных мероприятий по закладке горизонтальных дренажных систем для промывки из почвенного профиля легкорастворимых

солей и внедрения комплексных агротехнических мероприятий (возделывание люцерны, внесение навоза и кислых минеральных удобрений) по восстановлению плодородия мелиорируемых почв.

Таблица 2.5 - Состав водной вытяжки сероземно-луговых почв

Глубина, см	Плотный остаток, %	Щелочность, НСl <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na+K по разновидности
0-23	0,097	0,033	0,005	0,030	0,008	0,005	0,016
		0,54	0,14	0,81	0,40	0,40	0,69
24-34	0,090	0,027	0,008	0,031	0,014	0,002	0,0010
		0,44	0,23	0,65	0,70	0,20	0,42
40-50	0,060	0,029	0,006	0,016	0,010	0,002	0,006
		0,48	0,17	0,33	0,50	0,20	0,28
80-90	0,056	0,027	0,005	0,018	0,008	0,002	0,008
		0,44	0,14	0,37	0,40	0,20	0,35
130-140	0,060	0,027	0,004	0,019	0,008	0,004	0,006
		0,44	0,11	0,40	0,40	0,30	0,25
190-200	0,060	0,024	0,004	0,022	0,006	0,002	0,011
		0,38	0,11	0,46	0,30	0,20	0,46

В этом хозяйстве, учитывая отсутствие традиционных форм органического удобрения при неразвитой отрасли животноводства, был сделан упор на внедрение процессов синтезирования, накопления и трансформации органического вещества и, соответственно, энергии в почве, посредством внедрения культуры пожнивных сидератов в зернопропашное звено севооборота.

Этот прием дает существенный положительный эффект при возделывании культуры картофеля без сколько-нибудь значимого увеличения вложения материально технических и энергетических ресурсов.

Земельный фонд сельскохозяйственной зоны Чуйской долины Кыргызстана называют золотым фондом орошаемой пашни страны, более подробная характеристика почв КХ «Кирби» дается в главе 3. Результаты исследований.

В проведении НИР учитывали то, что по исследованиям А.М. Бердникова (1990), E. Schieder (1978), H. Vetter (1959) совместное внесение зеленого и минерального удобрений более эффективно, чем их отдельное применение. Р. Ворд (2001) подробно изучил трансформацию пожнивных остатков и удобрений в почве, а также детально объяснил влияние соотношения углерода к азоту в пожнивных остатках в ходе процессов иммобилизации и минерализации азота. Кроме того, заплата сидератов совместно с соломой на фоне минеральных удобрений (от 50 до 200 кг/га действующего вещества) в севообороте с сидеральным паром увеличивала питательную ценность силоса кукурузы на 0,02-0,03 кормовых единиц по сравнению с занятым паром [136].

В нашем опыте предшествующей культурой является озимая пшеница, урожай которой убирается в третьей декаде июня, и агроклиматический потенциал Центральной части Чуйской долины позволяет размещать пожнивные сидераты на фоне орошения (полив дождевальными установками).

Вышесказанное позволяет сделать следующие выводы:

- Количество атмосферных осадков и температурный режим диктуют необходимость внедрения орошаемого земледелия. Агроклиматические условия Чуйской долины предоставляют возможность успешно культивировать зерновые колосовые культуры, сахарную свеклу, кукурузу, люцерну.

- Нетипичным для традиционного агроэкологического размещения является выращивание картофеля не только раннего, но и позднего, для закладки на длительное хранение и переработки. Однако уже существует положительный опыт картофелеводства в таких условиях.

- Агроэкологический потенциал Чуйской долины в Центральной ее части допускает размещать посеы сидеральных культур после раннеубираемых зерновых колосовых, зернобобовых культур и трав.

- Орошаемые сероземно-луговые почвы являются типичными представителями почв Чуйской долины. Они широко используются в сельскохозяйственном производстве, имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при их возделывании, чтобы добиваться высоких производственных показателей, сохранить их плодородие и хрупкое экологическое равновесие.

**2.2. Предмет исследования.** Предметом исследования в данном диссертационном исследовании явились:

Показатели фитомассы изучаемых сидеральных культур

*а.* Надземная сырая масса пожнивных сидератов.

2. Надземная сухая масса пожнивных сидератов.

3. относительная влажность пожнивных сидератов.

4. сухая корневая масса пожниванных сидератов с горизонта почвы 0-25см

5. сухая корневая масса пожнивных сидератов с горизонта почвы 25-50см

6. сухая корневая масса сидератов из горизонта почвы 0-50см

*б.* Показатели химического состава изучаемых сидеральных культур.:

1. Надземной массы пожнивных сидератов

2. Корневой массы пожнивных сидератов из горизонта почвы 0-25см

3. Корневой массы пожнивных сидератов из горизонта почвы 25-50см

*в.* Показатели химического состава почвы по вариантам опыта:

1. Содержание гумуса, азота, фосфора, калия с горизонта почвы 0-25см

2. Содержание гумуса, азота, фосфора, калия с горизонта почвы 25-50см

*г.* Показатели урожайности и качества картофеля

*д.* Минеральные удобрения и их характеристики, применяемые в опыте, а именно: карбамид, аммофос, калий хлористый.

*е.* Экономическая эффективность выращивания картофеля в вариантах диссертационного исследования, в развернутом виде показатели экономической эффективности - рентабельность, себестоимость, объем валового и чистого дохода. В процессе проведения данного диссертационного исследования произошло выявление взаимосвязи между элементами предмета исследования.

## **ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **3.1. Сидеральные культуры в системе земледелия и их свойства**

Обеспечение продовольственной безопасности страны на фоне прироста населения является приоритетной задачей в развитии экономической независимости Кыргызстана. Рациональное использование и управление земельными ресурсами имеют решающее значение в вопросах предупреждения деградации почв земельного фонда Чуйской долины КР.

Для успешного решения приоритетной задачи необходимо иметь четкое осознание проблемы убывающего почвенного плодородия, а также структурное понимание ее решения и внедрения в сельскохозяйственное производство.

Необходимо подчеркнуть экономическую эффективность предпринимаемых мер по рациональному использованию природных гео-климатических ресурсов в рамках восстановления, сохранения и улучшения золотого фонда Кыргызстана.

С целью эффективного внедрения агротехнического подхода с применением сидератов, в контексте жаркого и засушливого климата Чуйской долины, реализован современный метод дождевания.

Систематический подход в решении таких ключевых аспектов сельскохозяйственного производства позволяет вышеупомянутой аграрной компании активно восстанавливать и улучшать показатели плодородия своих землевладений. Устойчивое и рациональное управление плодородием орошаемой пашни Чуйской долины КР позволяет не только повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и получать на выходе экологически чистую продукцию.

Учитывая актуальность современных трендов на экологическую конверсию, применение вышеупомянутых методов позволяет не только обеспечить продовольственную безопасность страны, но и конкурировать с другими странами.

Необходимо отметить, что деятельность агрономической службы компании «Кирби» вносит существенный вклад в развитие современной

аграрной науки Кыргызстана, является популяризатором и пропагандистом целого ряда доступных в производстве компании стратегических инструментов биологизации земледелия, которые отвечают современным ЦУР ООН [78, 89, 90, 91, 93].

Важным направлением экологического направления в современном земледелии является широкое внедрение в сельскохозяйственную практику рекуперации пожнивных сидератов и биомассы послеуборочных растительных остатков сельскохозяйственных культур [79, 94].

В рамках настоящего диссертационного исследования впервые проведен системный анализ специально отобранных пожнивных сидеральных культур с учетом геоклиматических условий Чуйской долины, таких как донник белый однолетний, горчица белая, редька масличная, фацелия рябинколистная, ячмень яровой. Нами оценивалось влияние вышеупомянутых сидератов на такие показатели, как повышение плодородия сероземно-луговых почв Кыргызстана, урожайность и качество клубней картофеля [78, 89, 90, 91, 93, 94].

В настоящем исследовании целесообразность введения в севооборот сидеральных культур подкреплена ирригационными возможностями хозяйства, где были проведены полевые исследования. Использование дождевания как оросительного метода отвечает полностью требованиям поставленного опыта и в полной мере позволяет реализовать потенциал применения сидеральных (покровных) пожнивных культур в качестве предшественника для последующей культуры картофеля.

Климатические и географические условия Чуйской долины КР располагают к использованию покровных сидератов, так как для вегетационного периода растений остается достаточное количество тепла и ФАР. В вышеназванном хозяйстве орошение полей осуществляется дождевальными агрегатами итальянского и американского производства, что является отличным подспорьем в деле выращивания сидератов после уборки основных сельскохозяйственных культур.

Подводя итоги, можно заключить, что в аридном и сухом климате с высокими температурами воздуха для успешного проведения настоящего научного эксперимента необходимым условием для оптимального возделывания пожнивных сидератов является надежное обеспечение регулярного орошения для поддержания оптимального увлажнения почвы [89, 91].

В целях повышения качества и количества сельскохозяйственной продукции важное значение имеет подбор сидеральных культур, подходящих для условий орошаемого земледелия Чуйской долины. Главным условием являются кратчайшие сроки, в которые можно получать значительную вегетативную массу, которая будет способствовать дальнейшим процессам гумизации и минерализации почвы, вследствие чего повышается содержание свежего органического вещества почвы и ее плодородие [14, 30, 55, 61, 64, 118, 126, 134, 136, 185, 195]. Таким образом, агротехнологии по внедрению промежуточных пожнивных сидеральных растений представляют основное звено экологического земледелия.

### **3.1.1. Технология возделывания промежуточных пожнивных сидератов**

В результате обширного собственного опыта в компании «Кирби» разработана и принята следующая агротехника возделывания клубней картофеля. Первым этапом производится уборка зерновых колосовых культур, а также раноубираемых овощей. Следующим этапом возделываются пожнивные сидеральные культуры, которые используются в качестве зеленых удобрений. И только после предварительных двух этапов возделывается картофель

В настоящее время многие сельскохозяйственные предприятия с низким экономическим и экологическим потенциалом могут ориентироваться на возделывание сидератов и брать курс на биологизацию земледелия [65, 104, 109]. В качестве основных ресурсов фермеры чаще всего прибегают к использованию измельченной соломы, а также биомассы сельскохозяйственных культур, остающихся после сбора основного урожая [79].

Помогает в этом приеме посев пожнивных промежуточных растений [51, 65, 104].

Профилактические мероприятия, направленные на исключение процессов деградации почвы, есть необходимое и обязательное условие для эффективного земледелия в современном мире.

В этом отношении КХ «Кирби» внедряет основательный подход, где пожнивные сидеральные культуры занимают важное место в системе земледелия для повышения плодородия орошаемой пашни [91, 94]. Реализация перечисленных агротехнических подходов основана на максимальном использовании географических и климатических природных ресурсов. Наряду с внедрением новейших мелиорационных методов полива стало возможным достижение высоких результатов в культивировании культуры картофеля в условиях Чуйской долины Кыргызстана.

**Предшествующая культура (озимая пшеница).** На опытном участке предваряла возделывание пожнивных сидератов озимая пшеница, убираемая в третьей декаде июня [88]. Биологическая продуктивность озимой пшеницы составила: всего 287,6 ц/га, зерна - 78,4 ц/га, соломы, отчуждаемой с полей 114,6 ц/га, пожнивных остатки - 15,2 ц/га, корни из слоя почвы на глубине 0-25см -64,5 ц/га, на глубине 25-50 см - 14,9 ц/га.

Как видно из данных, в почву возвращается 79,4 ц/га корневой массы и 15,2 ц/га пожнивных остатков, а отчуждается 193,0 ц/га фитомассы (зерно и солома). Самыми распространенными представителями послеуборочной биомассы являются корни и остатки соломы после отчуждения озимой пшеницы. Такие послеуборочные остатки имеют в своем составе длительно разлагаемые органические соединения, которые относятся к целлюлозно-кремземисто-лигнинным комплексам. Данные соединения имеют в своем составе значительное содержание углерода и незначительное количество азота [42, 79]. Так, соотношение углерода к азоту в пожнивных остатках озимой пшеницы составляет 1 к 61, а в корнях соответственно 1 к 33 [79]. Как известно,

уже даже при соотношении углерода к азоту в растительных остатках больше, чем 1 к 24, их относят к трудноразлагаемым.

Однако при создании оптимальных условий водного, температурного и воздушного, а также питательно режима (внесение азота) растительные остатки озимой пшеницы, особенно корни, подвергаются интенсивному разложению, где соотношение С к N равняется 1 к 33. [79, 88, 101, 138].

Хотя после размещения пожнивных промежуточных культур, т. е. во время их вегетации для их минерализации создаются приемлемые условия (температурный, водный, воздушный режимы), на полях сидеральных культур при отборе корневых образцов сидератов встречаются почти не разлагающиеся остатки соломы озимой пшеницы.

В ряде научных исследований установлено, что заплата остатков отчуждаемых зерновых колосовых культур позволяет активно трансформировать следующие показатели орошаемой пашни:

- 1) повышает содержание органических компонентов в составе почвы;
- 2) способствует увеличению емкости биоценоза пашни;
- 3) стимулирует рост колоний клубеньковых бактерий на корнях растений семейства бобовые;
- 4) оптимизирует усвоение атмосферного азота микробиотой почвы;
- 5) значительно увеличивает численность азотофиксирующих бактериальных колоний;
- 6) минимизирует необходимость азота минеральных удобрений;
- 7) повышает гидроскопичность почвы;
- 8) повышает толерантность почвы к ее размыву и ветровой эрозии [7, 8, 9, 68, 69, 110, 111, 137, 138, 145].

Рядом научных исследований доказано, что в результате минерализации и гумификации остатков соломы почвенным микробиомом формировалось повышенное количество гумусового компонента почвы [108, 125, 146]. Органические остатки также стимулируют синтез гуминовых кислот, выделяют лабильный и стабильный почвенный гумус [116, 117]. Из последних

публикаций стало известно, что надземная биомасса способствует образованию лабильного гумуса, а корневые части растений стимулируют образование как лабильного, так и стабильного гумуса [72, 92]. Достоверно установлено, что повышению плодородных свойств почвы способствует преобладание лабильного гумуса в земельном составе [136].

Комплексное воздействие трудноразлагаемых растительных остатков озимой пшеницы и свежей фитомассы пожнивных сидеральных растений, которые поступают в почву поздней осенью, несомненно, будет восполнять плодородие орошаемой пашни.

Механизм связывания органического вещества происходит через сужение азотно-углеродного соотношения. Активизируя деятельность почвенной биоты, происходит связывание этих элементов в пахотном горизонте почв, в случае разбалансированности этих элементов происходит потеря через выветривание в атмосферу и азота и углерода, причем это происходит на фоне разложения молекул гумуса, что также приводит к его утрате.

**Исследование пожнивных сидеральных растений на орошаемых сероземно-луговых почвах Чуйской долины.** Подготовленные, специально подобранные пожнивные сидераты горчица белая, донник белый однолетний, ячмень яровой, фацелия рябинколистная, редька масличная были высеяны на орошаемых участках опытного поля после отчуждения озимой пшеницы. Соблюдая основные принципы агротехнологии, их запахивают поздней осенью и используют в качестве удобрения.

Также учитывались агроэкологические, климатические, почвенные, экономические и хозяйственные потребности возделывания. С учетом аридного климата региона специально был обеспечен бесперебойный полив, осуществляемый дождевальными агрегатами на период вегетации.

**Технологические приемы выращивания сидеральных культур.** В процессе отработки технологии выращивания сидеральных культур мы пришли к пониманию того, что не имеет смысла проводить основную обработку почвы под посев сидератов, то есть пахоту.

Это позволяет снизить затраты в производственных условиях. Уйдя от пахоты как от основной обработки, соответственно, снимается вопрос и о второй, то есть предпосевной обработке почвы. Что позволяет, во-первых, сэкономить дорогостоящие ресурсы, во-вторых, без дополнительной обработки в почве сохраняется остаточное количество влаги, так необходимой в этот период для появления всходов сидератов, в-третьих, самое главное - экономится драгоценное время вегетационного периода сидеральных культур.

В (таблице 3.1) наглядно представлена информация в виде операционной карты возделывания пожнивной горчицы белой.

Таблица 3.1 - Операционная карта возделывания горчицы белой.

№	Операция	агросрок	Состав агрегата	Расход топлива	Производительность га/час.
	Уборка озимой пшеницы с измельчением соломы и ее распределением на ширину жатки.	10.07	Зерноуборочный комбайн DD W540	20-24 л/га	1.2
1	Посев горчицы разбросным методом, норма высева 18 кг/га	10.07	Трактор DD135R + навесной разбрасыватель Rauch ALPHA	1л/га	6.0
2	Орошение дождеванием, поливная норма 45 мм, до доведения влажности почвы до 75%НПВ. 8кратно	11.07-11.09	Круговая оросительная установка Valmont.50 га		0.9
3	Дискование посева на глубину 5-10 см.	25.09-10.10	Трактор DD195 + дисковая борона Rubin 3000	7-10 л/га	2.7-3.0

При этом в условиях орошения в корнеобитаемом слое почвы создаются благоприятные условия для развития растений сидеральных культур без

обязательной глубокой обработки почвы. Корневая система многих сидератов способна самостоятельно производить работу по механическому рыхлению пахотного горизонта, а корневые выделения сидератов способствуют развитию колоний микроорганизмов в ризосфере, что положительно влияет на микроагрегатное состояние почвы и придает ей структурное состояние. Поэтому, исходя из вышесказанного, в производственной практике мы пришли к нескольким способам оптимального посева сидеральных культур:

**Разбросной метод без механической заделки семян в почву.** Подходит для мелкосемянных культур, семена которых способны всходить практически с поверхности. Разбрасывание проводится распределителями минеральных удобрений тарельчатого типа, такими как Amazone, Rauh прям по жнивью озимой пшеницы. Распределители минеральных удобрений легко настраиваются на заданную норму высева, ими удобно работать, они очень маневренные и имеют огромную производительность. Мелкосемянные культуры, попадая на поверхность поля, просыпаются сквозь пожнивные остатки предшествующей культуры, достигают контакта с почвой и при наличии влаги способны к прорастанию. При осуществлении полива методом дождевания контакт семян с почвой происходит особенно надежно, и всходы сидератов появляются очень быстро.

**Разбросной метод с механической заделкой семян в почву.** В наборе сидеральных культур, или в сидеральной смеси встречаются виды растений с крупными семенами, такие как подсолнечник, ячмень, горох, вика, бобы и др., которые также достаточно качественно могут быть распределены по поверхности поля разбрасывателями минеральных удобрений, но они в силу размеров своих семян могут плохо просыпаться через пожнивные соломистые остатки и иметь недостаточный контакт с почвой для получения дружных всходов. В этом случае рекомендуется провести обработку дисковыми орудиями, такими как Amazone Catros, Lemken Rubin, или др. на минимальную глубину 4-6 см. Такая обработка очень экономична и производительна, что

позволяет надежно заделать семена сидератов в почву, и соответственно, рассчитывать на получение дружных их всходов.

**Метод прямого посева.** Самым надежным и эффективным способом посева сидеральных культур, использованным нами, является способ посева сеялками прямого высева, который гарантирует получение всходов сидеральных культур при любом количестве пожнивных остатков на поверхности поля и минимальном наличии почвенной влаги. Сеялки данной конструкции анкерные (Amazone DMS, Омичка СКП-2.1) или дисковые (Burgo, Horsch и др.) благодаря своему устройству позволяют проводить посев в необработанную почву даже при наличии большого количества пожнивных остатков. К недостатку этого метода можно отнести только потребность в наличии дорогостоящей посевной техники для прямого посева.

**Посев комбайном.** Для мелкосемянных культур подходит также метод разбросного посева, когда на зерноуборочный комбайн навешивается специальное оборудование, при помощи которого происходит распределение семян высеваемой культуры на ширину жатки комбайна. Семена ложатся на поверхность поля в промежутке между жаткой и измельчителем-распределителем соломы, половы по ходу движения комбайна. При этом распределенные по поверхности поля семена сидератов присыпаются измельченными пожнивными остатками убираемой культуры, что создает благоприятные предпосылки для появления всходов, к тому же почва, присыпанная равномерным слоем из измельченных пожнивных остатков, лучше сберегает почвенную влагу.

Все способы посева сидеральных культур могут быть рекомендованы для производственных условий, так как позволяют снизить до минимума затраты на посев, провести посевную компанию в сжатые сроки, что даст дополнительное время для вегетации сидерального посева и максимально сохранит почвенную влагу.

Для успешного выращивания сидеральных культур необходимо:

1) минимизировать сроки посевов сидеральных культур после отчуждения с полей урожая предшествующих культур;

2) распределить на полях оставшуюся фитомассу после сбора урожая максимально равномерно.

Нормы расхода посевного материала пожнивных сидеральных культур, применяемые в настоящем исследовании, составили: ячмень яровой - 150 кг/га, донник белый однолетний - 15 кг/га, редька масличная - 18 кг/га, горчица белая - 18 кг/га, фацелия рябинколистная - 10 кг/га

**Орошение** - необходимое условие для получения всходов, роста и развития сидеральных посевов. Летний период в Чуйской долине Кыргызстана характеризуется своим температурным максимумом и отсутствием осадков. Как правило, период уборки озимых колосовых культур в Чуйской долине приходится на пик знойных дней. Именно в последней декаде июня и в начале июля продуктивная влага почвы стремится к минимальным значениям в году. Необходимо отметить, что в этот максимально неблагоприятный, засушливый и жаркий интервал производится посев покровных сидеральных культур. И ни одна культура без орошения не может расти и развиваться в этот период года. Поэтому здесь орошение приобретает первостепенное значение. Причем оно должно обеспечить подачу таких норм воды на поле, которые бы компенсировали высокую суточную испаряемость с поверхности поля (до 5-10 мм), и создание продуктивного запаса влаги в почве, достаточного для всходов и развития сидеральной культуры. Поэтому рекомендуется проводить обильные поливы с периодичностью в 3-5 дней до тех пор, пока не появятся всходы, обычно это 2-4 полива подряд, потом необходимо поливать для поддержания влажности в корнеобитаемом слое на оптимальном уровне 75 % от НПВ.

Метод дождевания является максимально естественной технологией орошения, которая сочетает в себе следующие преимущества:

1) создает оптимальный микроклимат приземного слоя воздуха;

2) снижает температуру верхних слоев почвы, тем самым уменьшая испарение влаги;

3) обладает санитарными свойствами: смывает грязь и пыль с листовых пластин, усиливает клеточное дыхание и фотосинтез, т. к. стимулирует аккумуляцию углерода, способствует накоплению органического вещества;

4) позволяет рационально использовать водный ресурс;

5) дает возможность полива в любое время суток;

6) обеспечивает надежный контроль глубины увлажнения;

7) создает условия для внесения удобрений одновременно с поливом;

8) позволяет обеспечить автоматизацию труда.

Гидротехническая мелиорация позволяет использовать орошение в виде дождевания для влагозарядных, промывных, вегетационных, освежительных, удобрительных поливов и даже для борьбы с заморозками в период вегетации растений, так называемое противозаморозковое дождевание.

Забор воды для орошения дождевальными машинами и установками осуществляется из трубопроводной оросительной сети. В зависимости от принципа работы, технологии полива и перемещения дождевальных устройств можно выделить две основные схемы расположения оросительной сети и дождевальной техники: при фронтальном ее перемещении и работе по кругу. Обе эти схемы используются компанией при поливе сельскохозяйственных растений.

Таким образом, на посевах сидератов при благоприятном температурном режиме обеспечивается оптимальный водный режим, что является залогом бурного развития сидеральных растений.

### **Фенологические наблюдения во время вегетации растений и заделка в почву фитомассы сидератов.**

На опытном участке проводилось фенологическое наблюдение за ростом и развитием пожнивных сидеральных культур горчицей белой, донником белым однолетним, ячменем яровым, фацелией рябинколистной, редькой

масличной. Основные фенологические наблюдения указаны в (таблице 3.2). В задачу исследований входило фиксация следующих параметров:

Таблица 3.2 - Фенологические наблюдения

№	Фенологические фазы	культура				
		Горчица белая	Донник белый	Фацелия рябинкол	Ячмень яровой	Редька масличн
1.	Посев	20 июля	20 июля	20 июля	20 июля	20 июля
2.	Всходы	24 июля	26 июля	23 июля	24 июля	26 июля
3.	Первая пара настоящих листьев, начало кущения	27 июля	2августа	30 июля	2 августа	2августа
4.	Стеблевание, начало выхода в трубку	10 августа	25 августа	20 августа	25 августа	25 августа
5.	Бутонизация, начало колошения	20 августа	20 сентября	25 августа	10 сентября	5 сентября
6.	Начало цветения	25 августа	30 сентября	27августа	15 сентября	30 августа
7.	Молочновосковая спелость	15 сентября	15 октября	15 сентября	25 сентября	25 сентября
8.	Восковая спелость, окончание вегетации	25 сентября	30 октября	25 сентября	5 октября	10 октября

- фаза появления всходов;
- густота стояния сидератов;
- высота надземной части;
- степень загущенности и облиственности сидератов;
- фаза развития сидератов перед вспашкой растений.

Вегетационный период сидеральных растений составляет 75-80 дней, и когда они проходят фазы массового цветения, их фитомассу запахивают в почву. Это агротехническое мероприятие проводят перед наступлением осенних заморозков.

В компании «Кирби» принята следующая схема заделки фитомассы сидеральных культур: по достижении максимальной биомассы сидеральных культур, в фазу цветения или начала семяобразования посев прикатывается тяжелыми катками, затем по поверхности поля разбрасываются минеральные удобрения, после чего на поле заходит тяжелое дисковое орудие типа Lemken Rubin, которое измельчает фитомассу сидератов и частично смешивает ее с верхним слоем почвы.

В таком состоянии поле оставляется на некоторое время, в зависимости от температуры воздуха и наличия почвенной влаги, от 5 до 15 дней. За этот период аэробная почвенная биота активно проводит процесс деструкции биомассы. После чего производится отвальная вспашка на глубину пахотного горизонта.

Поздней осенью в условиях снижения температуры воздуха и наступления заморозков, когда температура опускается ниже 0 °С, микробиотическая активность прекращается и происходит так называемая «консервация» запаханной биомассы сидератов. С приходом весны и повышением среднесуточных температур воздуха возобновляется активная жизнедеятельность микробиоценоза почвы с процессами минерализации и гумизации, пик которых приходится на период вегетации картофеля [112, 113].

Как отмечалось выше, при наступлении весны и потепления активизируется почвенный микробиоценоз с прогрессирующим разложением органического вещества. Как известно, распад органических веществ сопровождается выделением влаги, тепла и углекислого газа. Дополнительный источник CO<sub>2</sub> стимулирует процессы фотосинтеза и накопления органического вещества в период вегетации основной сельскохозяйственной культуры, что, несомненно, оказывает положительное влияние на формирование качества и количества будущего урожая, в нашем исследовании - картофеля [144, 201].

Подводя итоги вышеизложенному, можно заключить, что заделываемая в почву биомасса пожнивных сидеральных культур, в контексте географических и климатических особенностей Чуйской долины Кыргызстана, при создании

должных гидротехнических условий в период вегетации максимально раскрывает свой потенциал и является существенным подспорьем при возделывании основных сельскохозяйственных культур в повышении плодородия орошаемых пашен КР [112, 113, 158].

## **3.2. Структура продуктивности пожнивных сидеральных культур**

### **3.2.1. Количество фитомассы пожнивных сидератов**

Фундаментальные положения о влиянии живых организмов на процессы почвообразования были сформулированы основоположником почвоведения В. В. Докучаевым [66]. Первоначальные внушительные успехи индустриализации сельскохозяйственного производства конца XX в. и начала XXI в., в основе которой лежал химико-техногенный подход, стабилизация показателей урожайности сопровождались ухудшением экологии почв [4, 27, 55, 76, 80, 84, 98, 117, 118, 121, 151].

В настоящее время эксплуатация орошаемой пашни Кыргызстана опирается на использование плодородия почв без восполнения запасов их органического вещества и сопровождается грубым нарушением ведения рекомендуемых систем земледелия [80, 81, 90].

Поэтому в почвах орошаемого земледелия Кыргызстана процессы минерализации органического вещества преобладают над процессами накопления в виде поступающей фитомассы в составе послеуборочных растительных остатков [4, 68, 69, 79, 110, 111, 132, 137, 145, 152, 156].

Можно заключить, что сельскохозяйственные культуры являются активными «творцами» почвенного плодородия [5, 45, 66, 97, 124].

В КР вследствие традиционного ведения орошаемого земледелия наблюдается повсеместное снижение гумуса почвы, ухудшение агрофизических и агрохимических свойств пашни, что отражается на количественных и качественных показателях урожая сельскохозяйственных культур [80, 81]. Формирование высоких урожаев коррелирует с запасами питательных веществ в ее составе [97, 98, 121, 124]. Плодородная почва – это не только благоприятная питательная среда для вегетации культур, но и еще водно-воздушный, тепловой и

биологический буфер накопления биологически активных веществ [5, 45, 97, 124, 141]. Высокое содержание гумуса в почве повышает устойчивость к возбудителям болезней и неблагоприятным внешним факторам.

Утрата плодородия пашни — это утрата продовольственной безопасности страны, отсюда вытекают проблемы здоровья нации, социальное неравенство, потеря отрасли агропромышленного комплекса страны и т. д. Сегодня, перед аграрными хозяйствующими субъектами КР стоят актуальные проблемы восполнения плодородия почв, рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения и ее сохранение как основного средства производства в земледелии и важного звена биосферы.

Государство должно инициировать кардинальные изменения в аграрной политике и открыть путь к обновлению самих основ аграрной технологии, используемых в сельском хозяйстве, остановить процесс снижения плодородия почв и увеличить производство сельскохозяйственной продукции в условиях дефицита органических удобрений [78, 79, 80, 82].

На сегодняшний день качество выращиваемого в республике картофеля оставляет желать лучшего, это связано и с нарушением севооборота и снижением плодородия почв, а также с наличием вредителей и заболеваний культуры.

В КХ «Кирби» сидераты используют как промежуточную культуру между основными сельскохозяйственными растениями, т. е. их размещение не требует ввода дополнительных площадей орошаемой пашни, что повышает экономическую эффективность аграрного хозяйства. При этом сидераты выступают в роли фитосанитаров и зеленых удобрений, препятствуют развитию водной и ветровой эрозии, улучшают ее агрохимические, водно-физические свойства и структуру почвы [58, 59, 62, 103, 104]. Поэтому в современном аграрном производстве КР внедрению сидерации, одного из главного звена систем биологизации земледелия, придают большое значение. В сельскохозяйственном секторе Кыргызстана биологизацию земледелия предстоит осуществить наряду с инновационными методами ведения

производства, когда происходит устойчивый рост урожайности сельскохозяйственных культур и повышается плодородие почвы.

Компания «Кирби» заинтересована через создание научных и технологических цепочек с Кыргызским национальным аграрным университетом им. К. И. Скрябина поднять урожайность и качество картофеля при сохранении и приумножении плодородия орошаемой пашни. Актуальность проводимых исследований определяется необходимостью изучения эффективности действия растительной массы сидеральных культур на плодородие орошаемой пашни Чуйской долины, а также повышения качества картофеля как основной сельскохозяйственной культуры.

В данной работе мы затрагиваем глобальную тему современного сельскохозяйственного производства - охрана и воспроизводство плодородия почв под воздействием пожнивных посевов промежуточных сидеральных культур, которые оставляют после себя свежую и ценную фитомассу, выполняющую роль зеленых удобрений, приумножающую плодородие пашни, и улучшающую фитосанитарное состояние орошаемой почвы [79, 90]. Кроме того, применение приема дождевания при возделывании пожнивных промежуточных культур и картофеля является водосберегающим и почвоохранным приемом агротехники возделывания сельскохозяйственных культур. В компании «Кирби» сохранили, восстановили и модернизировали системы орошения прежнего колхоза им. Ленина Аламединского района, подающие поливную воду через закрытые трубопроводы, и в настоящее время используют дождевальные агрегаты стран Европейского союза и США. Качественный и своевременно проведенный полив дождеванием имеет первостепенное значение для успеха возделывания сельскохозяйственных культур в аридном климате Чуйской долины.

Приоритетами исследования в данной научной работе стало изучение буферной емкости питательных элементов сидеральными растениями. Необходимо было оценить качественный и количественный вынос элементов минерального питания, проанализировать качественные и количественные

показатели урожая картофеля, оценить экономическую эффективность данного аграрного подхода.

**Надземная фитомасса пожнивных сидератов.** На сегодняшний день к перспективным направлениям в развитии сельскохозяйственного производства относится проблема разработки экологически безопасных технологий, позволяющих повысить почвенное плодородие и эффективно использовать природные ресурсы. Это отвечает требованиям цели устойчивого развития ЦУР ООН [197]. Вышеназванным экологическим, экономическим и биоклиматическим требованиям ведения орошаемого земледелия вполне отвечают внедренные в севооборот на орошаемых сероземно-луговых почвах Чуйской долины пожнивных сидеральных растений [78, 85, 93].

Разностороннее влияние и высокая эффективность действия свежей растительной массы сидеральных культур обуславливают правомерность их рассмотрения как фактора повышающего плодородия орошаемых сероземно-луговых почв Центральной части Чуйской долины. В этой связи представляется целесообразным изучение количества и качественного состава их фитомассы, а также постановка такой практической задачи, как регулирование количества поступающей в почву растительной массы сидератов [91, 94]. Вопрос сидерации земель в Кыргызстане остается забытой темой, и в настоящее время результаты использования сидеральных культур в орошаемых севооборотах имеют важное значение при интенсификации сельскохозяйственного производства и вносят неоценимый вклад в развитие регионов страны. Подобранные для исследования сидеральные культуры достаточно быстро и в большом объеме наращивают вегетативную массу, обладают короткими сроками вегетации, высоко толерантны к сухому и жаркому климату Кыргызстана, хорошо отзываются на адекватный систематически полив [80, 89].

Используя всю надземную фитомассу пожнивных сидеральных культур в качестве зеленых удобрений, без их отчуждения на

хозяйственную нужду, можно добиться весомых результатов в биологизации орошаемого земледелия [87].

Как показывают материалы исследований, основная фитомасса пожнивных сидеральных культур сосредоточена в надземной массе, и эффект обогащения орошаемой пашни органическим веществом достигается внедренными в аграрное производство сидератов, особенно богатых надземной массой и выполняющих роль зеленых удобрений (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Фитомасса пожнивных сидеральных культур

№ п/п	Варианты	Доля надзем- ной массы, %	Фитомасса сидератов, кг/га				
			общая сухая	корневая  Сухая	из них надземная масса		
					свежая	сухая	% влаж- ности
1	Контроль		–	–	–	–	–
2	Горчица белая	67,30	12349,8	4039,8	47760	8310,0	82,5
3	Донник белый	56,53	6308,9	2742,2	15923	3566,7	77,6
4	Ячмень яровой	54,69	5912,4	2679,1	15544	3233,3	79,2
5	Фацелия рябинколистная	45,10	8719,9	4786,6	21974	3933,3	82,1
6	Редька масличная	68,64	12140,3	3807,0	49309	8333,3	83,1
<i>НСР<sub>0,5</sub></i>				<i>1431,7</i>		<i>1205,4</i>	

Так, количество надземной массы сидеральной культуры горчицы белой от общего количества фитомассы составляет (при расчете на сухое вещество) 67,30 % при влажности 82,5 %, донника белого однолетнего - 56,53 % при влажности 77,6 %, ячменя ярового - 54,69 % при влажности 79,2 %, фацелии

рябинколистной - 45,10 % при влажности 82,1 %, редьки масличной - 68,64 % при влажности 83,1 %.

Данные (таблицы 3.1) свидетельствуют о том, что количество надземной фитомассы вышеназванных сидератов сопоставимо с их корневой массой. И за исключением фацелии рябинколистной надземная масса данных сидеральных культур преобладает над их совокупной корневой массой, что играет важную роль при использовании их фитомассы в качестве зеленых удобрений.

Поэтому отчуждение надземной массы сидератов на хозяйственные нужды резко снижает их эффективность при использовании в качестве зеленого удобрения.

Пожнивные сидеральные культуры, набирая во время вегетации зеленую массу, не оставляют пространства для солнечного света и тем самым не дают развиваться сорной растительности, т. е. улучшают фитосанитарное состояние полей. Даже единично развивающиеся сорняки не успевают обсемениться и запахиваются в зеленом виде в почву [87].

Поэтому вся агротехника проведения зяблевой вспашки на полях пожнивных сидератов должна быть направлена на полную заделку богатой надземной фитомассы в почву, буквально перед осенними заморозками.

Сидеральные культуры, запахиваемые осенью во время вегетации, оставляют в орошаемой пашне вегетирующие свежие, зеленые пожнивные остатки [87]. Так, в зеленой надземной фитомассе сидератов процент влажности составляет 77,6-83,1 %. В таком состоянии наполненности протеином, сахаром и другими органическими соединениями, они запахиваются в пашню, представляют ценную органическую пищу для почвенных микроорганизмов, и, безусловно, способствуют бурному развитию микробиологической активности почвы [5, 7, 9, 52, 98, 112, 113, 138].

По количеству оставляемой на поле надземной фитомассы лидирует сидеральная культура редька масличная (49309 кг/га), на втором месте стоит горчица белая (47760 кг/га). По сравнению с другими сидератами малое количество надземной массы оставляет пожнивная культура ячмень яровой

(15544 кг/га) и донник белый однолетний (15923 кг/га). Свежая надземная фитомасса фацелии рябинколистной составляет 21974 кг/га. Зеленая часть сидеральных культур содержит эфирные вещества, отпугивающие вредителей и препятствующие развитию болезней растений, т. е. обладает фитосанитарными функциями [57, 62, 139].

При проведении данного научного исследования надземная фитомасса сидеральных культур горчицы белой, донника белого однолетнего, ячменя ярового, фацелии рябинколистной, редьки масличной является хорошим биоэнергетическим материалом для почвенных микроорганизмов [5, 7, 8, 49, 53, 79, 112, 113, 124, 141]. Эти культуры в контексте географических и климатических особенностей Чуйской долины Кыргызстана, при создании должных гидротехнических условий в период вегетации, максимально раскрывают свой потенциал и являются существенным подспорьем при возделывании основных сельскохозяйственных культур в повышении плодородия орошаемой пашни КР.

Осенью, перед наступлением осенних заморозков, в первой декаде октября на полях пожнивных сидеральных культур производится запашка сидератов с использованием техники с тяжелыми катками и дисковыми боронами, после чего реализуется зяблевая вспашка. Бурная микробиологическая активность почвы приходится на время вегетации картофеля, что работает на улучшение питательного режима и увеличение урожайности картофеля.

Агрономическим службам хозяйств, где внедряются пожнивные сидераты, предстоит работать над созданием вышеназванных технологических условий минерализации, поступающей в почву фитомассы сидеральных растений. Возможно, управление процессами жизнедеятельности микробиоценоза почвы, для пополнения запасов органического вещества почвы, что напрямую влияет на повышение потенциала продуктивности почвы и урожайности товарных культур. [112, 113, 158].

Кроме того, при минерализации фитомассы сидератов в приземную атмосферу активно выделяется углекислый газ, т. е. концентрация диоксида углерода имеет четко выраженный максимум в период наивысшей микробиологической активности почвы, когда идет интенсивное разложение органического вещества почвенными микроорганизмами.

Чем дольше занимают пашню сельскохозяйственные культуры, тем больше связывается углекислый газ атмосферы. Как известно, в глобальных изменениях климата на Земле фундаментальное значение имеет карбоновый цикл окружающей среды. С циклом углерода непосредственно связаны экологические, геофизические и химические циклы других распространенных химических элементов [5, 124, 141]. Цикл углерода зависит от равновесия поглощения и выделения углекислого газа.

Процесс поглощения оксида углерода непосредственно связан с фитоценозом и процессом фотосинтеза. Здесь  $\text{CO}_2$  расходуется на создание органического вещества и наращивания биомассы в процессе вегетации растений. Выделение углекислого газа неразрывно связано с процессами дыхания почв и разложения органического вещества с высвобождением тепла, угольной кислоты, которая является нестойким соединением и распадается на воду и  $\text{CO}_2$ . Удаление углекислого газа сопровождается элиминацией  $\text{CO}_2$  с поверхности земли в атмосферу. Основными производителями углекислого газа являются почвенные микроорганизмы, представители почвенной фауны и корни растений [5, 124, 141, 201].

Таким образом, в Чуйской долине создаются благоприятные условия в весенний период для минерализации и гумизации микроорганизмами почвы, растительной биомассы. При поступлении в почву богатой свежей надземной фитомассы сидеральных культур весной, при вегетации картофеля, резко повышается микробиологическая активность почвы. Вследствие чего обеспечивается лучшая минерализация поступающих в почву растительных остатков зеленых сидеральных культур.

Весной в геоклиматических условиях Чуйской долины Кыргызстана отмечаются наиболее оптимальные условия для интенсивного процесса разложения растительной биомассы, с максимальной активностью в летние месяцы года.

В процессе разложения органического вещества в приземные слои атмосферного воздуха выделяется вода, углекислый газ и тепло. Повышенная концентрация оксида углерода способствует бурному протеканию процесса фотосинтеза. Таким образом, происходит естественная стимуляция процесса фотосинтеза и прогрессирующего прироста значительного количества фитомассы.

Активное стимулирование процесса фотосинтеза обеспечивает повышение качества и количества урожая картофеля. Исходя из вышеизложенного следует, что заделываемые в пашню сидеральные культуры, а также послеуборочная растительная биомасса основных сельскохозяйственных культур максимально полноценно обеспечивают восполнение питательными элементами основную сельскохозяйственную культуру и почвенную структуру.

Пожнивные сидеральные культуры — это экологически чистые, экономически выгодные органические удобрения, применение которых базируется на использовании ресурсов солнечной энергии, прямо на месте выращивания основной товарной культуры, в нашем случае – картофеля.

**Корневая масса сидератов.** Роль корней растений трудно переоценить в почвообразовательном процессе, который идет непосредственно в тесной связке с процессом ассимиляции, трансформации и перераспределения энергии в толще почвы. Накопление органического вещества в почве, создание почвенной структуры, жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, образование угольной и органических кислот в почве, процессы химического метаболизма элементов питания напрямую взаимосвязаны с функционированием корневых систем растений [86, 92, 112, 113].

Кроме того, корневая система растений участвует в удалении углекислого газа, которая сопровождается элиминацией CO<sub>2</sub> с поверхности земли. Основными производителями углекислого газа являются почвенные колонии микроорганизмов, представители почвенной фауны [5, 8, 97, 124].

При внедрении в сельскохозяйственное производство сидеральных культур проявляется их положительное влияние и высокая эффективность действия их зеленой растительной массы на питательный режим почв, особенно вегетирующей свежей корневой массы [29, 39, 60]. Они обуславливают правомерность рассмотрения корневой массы сидератов как биологического фактора повышения плодородия орошаемых почв Чуйской долины, где констатируется их положительное воздействие в качестве зеленого удобрения. В (таблице 3.4) представлены количественные показатели корневой массы пожнивных сидеральных растений опытного участка.

Таблица 3.4 – Корневая масса пожнивных сидеральных культур, кг/га

№ п/п	Варианты опыта	Корневая масса пожнивных культур из слоя почвы, кг/га			Остатки предшествующей культуры	Всего фито-массы в почве
		0-25 см	25-50 см	0-50 см		
1	Контроль	657,8*	151,1*	808,9*	986,7*	1795,6*
2	Горчица белая	3528,7	511,1	4039,8	1324,4*	13674,2
3	Донник белый	2355,5	386,7	2742,2	1528,9*	7837,8
4	Ячмень яровой	2017,7	661,4	2679,1	1484,5*	7396,9
5	Фацелия рябинколистная	4337,7	448,9	4786,6	1336,3*	10056,2
6	Редька масличная	3528,8	278,2	3807	1431,1*	13571,4
	<i>НСР 0,5</i>					<i>1360</i>

Примечание: \* - корневые остатки и солома озимой пшеницы, отобранные осенью, перед запашкой сидератов.

Из материалов исследований видно, что изучаемые сидеральные культуры имеют хорошо развитую корневую систему, проникающую в подпахотные горизонты почв, где они усваивают подвижные элементы питания и аккумулируют их в пахотном горизонте, т. е. свежие корневые массы сидератов пополняют запас питательных элементов в пахотном слое почвы [92, 120]. Корни пожнивных сидеральных растений во время вегетации, контактируя с частицами почвы, способствуют равномерному размещению органического вещества и образованию структурных агрегатов.

Данные (таблицы 3.4) показывают, что по количеству корневой массы, оставляемой в полуметровом слое почвы, доминирует сидеральная культура фацелия рябинколистная (4786,8 кг/га), основная масса ее корней накапливается в пахотном слое почвы (90,6 %).

После распашки богатой фитомассы сидератов органическое вещество поступает в почву не после завершения вегетации (отмирания) растений, а в период их активной жизнедеятельности, т. е. в свежем вегетирующем состоянии. В процессе активного цикла вегетации растений в ризосферу выделяются корневые экссудаты, и происходит бурное развитие микробиологической активности почвы [8, 9, 49, 112, 113]. Процесс жизнедеятельности микроорганизмов в ризосфере на корневых выделениях способствует переводу элементов питания в легкодоступную для растений форму. Тем самым оказывается самое прямое воздействие на улучшение питательного режима почвы, что способствует бурному развитию сидератов.

Горчица белая в полуметровом слое почвы накапливает 4039,8 кг/га корневой массы, редька масличная - 3807 кг/га, донник белый однолетний - 2742,2 кг/га, ячмень яровой - 2679,1 кг/га. При этом у ячменя ярового только 24,7 %, у горчицы белой 12,6 % корневой массы сосредоточено в подпахотном слое почвы.

Кроме того, корневая система сидеральных растений имеет хорошо развитую структуру и способность активно улучшать качество почвы за счет извлечения питательных веществ из подлежащих горизонтов как из пахотного,

так и из подпахотного слоев почв, в более верхние горизонты, обеспечивая оптимальное питание основным сельскохозяйственным культурам, способствует вовлечению питательных элементов в биологический круговорот веществ.

Необходимо отметить, что при проведении заделки сидератов в почву корневая система пожнивных сидеральных культур обладает таким преимуществом, как равномерное распределение корневых остатков на пашне, чего невозможно добиться при внесении традиционных органических удобрений - навоза. При этом качество навоза может различаться, что напрямую связано с соблюдением основных этапов заготовки.

К тому же нужно отметить, что оптимальная заготовка традиционных органических удобрений обходится недешево. При неправильной заготовке качество такого удобрения остается сомнительным, т.к. содержит в своем составе большое количество семян сорных растений. При использовании сидеральных культур, наоборот, отмечается подавление роста сорных трав, что выгодно отличает сидераты от использования навоза.

Материалы исследований этой главы позволяют сделать следующие выводы:

- из общего количества фитомассы пожнивных сидеральных культур основную часть составляет надземная фитомасса, на долю которой приходится 45,1–68,64 % от общей фитомассы;
- основная масса корней пожнивных сидеральных культур, возделываемых на орошаемой пашне Чуйской долины, сосредоточена в пахотном слое, и они как зеленое удобрение обогащают пашню свежим органическим веществом;
- корневая масса пожнивных сидеральных культур запахивается в почву в свежем состоянии, в процессе разложения органического субстрата создает оптимальные условия по восполнению питательных свойств почв и повышению ее воздушности;

– фитомасса сидератов и послеуборочные растительные остатки предшествующей культуры (озимая пшеница), равномерно распределяются по площади полей, в отличие от традиционных органических удобрений;

### **3.2.2. Биологическая продуктивность пожнивных сидеральных культур.**

Сотрудничество в области экологии и зеленой экономики в мире и на пространстве Евразии оценивается как перспективное направление и становится все более значимым фактором, влияющим на политику и экономику отдельно взятых стран [82, 197]. В ЕАЭС и КР придается большое значение развитию органического сельского хозяйства и повышаются требования к экологически чистым продуктам питания [71].

Решение этой проблемы возможно при внедрении инновационной производственной схемы, которая сочетает в себе традиционные методы производства и новейшие технологии биологизации отрасли, сопровождаемые современными научными и техническими разработками [17, 29, 61, 63, 64, 102, 122].

В этом контексте представляет большую актуальность внедрение пожнивных сидеральных культур на орошаемых полях Чуйской долины, где агроклиматический потенциал на фоне орошения позволяет получать полноценный урожай фитомассы сидератов. Они являют собой возобновляемый источник зеленых удобрений - основу органического сельского хозяйства и биологизации земледелия в Кыргызской Республике, что является важным звеном перехода к зеленой модели экономики страны [71, 78, 90, 91, 94].

Системный подход и последовательное использование пожнивных сидеральных культур в виде нетрадиционных удобрений способно обеспечить органическими и питательными веществами почву и повысить показатели урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Помимо этого, практическое применение такого агротехнического приема отвечает современным требованиям биологизации земледелия, позволяет получить экологически чистую продукцию и решить вопросы

экономической безопасности страны. Благодаря применению такого подхода в аграрной промышленности Кыргызстана, сельскохозяйственная продукция упрочняет свои позиции в конкурентоспособности не только на внутреннем, но и на внешнем рынке Азии [78].

Считается, что сельскохозяйственные земли являются значительным природным буфером и существенным источником основных парниковых газов, таких как закись азота, метан, углекислый газ, а также биогенного углерода, источником которого в основном является микробное сообщество почвы [98, 109].

Почвенное дыхание является основным поставщиком паров  $\text{CO}_2$ . По литературным источникам и мнению экспертов этой области, около 90 % углекислого газа атмосферы имеет геогенный характер [5, 97]. Почва содержит значительно большее количество углерода, чем в атмосфере. По литературным данным, оно составляет по предварительным расчетам около 1400-1500 Гт С углерода.

Культивирование пожнивных сидеральных культур имеет дуальную природу. С одной стороны, служит усвоению  $\text{CO}_2$  сидеральными растениями (так называемая секвестрация углерода) во время их вегетации, а с другой стороны, при разложении оставляемой в пашне их фитомассы в приземную атмосферу, выделяется  $\text{CO}_2$ , способствующий активизации процесса фотосинтеза основного агроценоза.

На фоне богатого поступления свежей растительной массы сидератов происходит бурное развитие микробиологической активности почвы, т. е. насыщение почвы консорциумом полезных микроорганизмов [112, 113, 158]. Кроме того, при осенней распашке зеленой массы сидератов значительно уменьшается засорение трудно искореняемыми сорняками и предотвращается ухудшение фитосанитарного состояния орошаемой пашни [96].

Для раскрытия роли пожнивных сидеральных растений большое значение имеет изучение биологической продуктивности и химического состава их фитомассы [88]. Это дает возможность для изучения биологического

круговорота веществ и разработки приемов регулирования поступающих в почву химических элементов, т.е. позволяет дать им научно-обоснованную характеристику как предшественника.

Таким образом, в аграрных хозяйствах Чуйской долины необходимо взять курс на биологизацию земледелия, способствующую увеличению урожайности и улучшению качества сельскохозяйственной продукции, а также повышению плодородия орошаемой пашни. Такое агротехническое мероприятие позволяет улучшить экологическую обстановку и создает благоприятную среду обитания [87, 89].

Изучаемые нами сидеральные культуры накапливают различную по количественно-качественному составу фитомассу, что по-разному влияет на формирование урожая последующей культуры - картофеля (таблица 3.3).

Экологическая направленность использования пожнивных сидеральных культур базируется на способности сидератов извлекать и буферировать питательные элементы. Такие химические элементы, как фосфор, калий, кальций, магний, марганец и другие труднодоступные и крайне важные для вегетации соединения извлекаются сидеральными растениями из глубоких подпахотных горизонтов с последующим активным использованием этих веществ в более высоких горизонтах для оптимальной вегетации основных сельскохозяйственных культур [92].

Культивирование пожнивных сидеральных культур представляет собой природный резервуар необходимых растениям субстанций, с замедленным, постепенным высвобождением по мере гумизации и минерализации, под воздействием микробиоценоза почвы, который обеспечивает культуру на протяжении всего вегетационного периода [114, 116]. Главная задача, которую решают пожнивные сидеральные культуры — это восполнение и образование оптимального циклического обращения основного органического вещества в почве. Это видно из (таблицы 3.5), где приводятся показатели фитомассы промежуточных пожнивных культур горчицы белой, ячменя ярового, донника

белого однолетнего, фацелии рябинколистной, редьки масличной и их влияние на урожайность картофеля.

Это подтверждается полученными материалами исследования, которые позволяют констатировать, что дополнительно продуцируемая фитомасса пожнивных сидеральных культур играет роль зеленых удобрений [94]. Они, улучшая питательный режим орошаемой пашни, увеличивают урожайность последующей культуры, в данном случае - картофеля.

Таблица 3.5 - Влияние фитомассы пожнивных культур на урожай картофеля

№ п/п	Показатели фитомассы сидератов, кг/га				Остатки озимой пшениц ы из слоя 0-25 см почвы	Общий вес фито- массы, кг/га	Урожай картофеля	
	всего фито- массы	из них					т/га	%
		корни из слоя почвы, см		надзем- ная масса				
		0-25	25-50					
1*	—	657,8**	151,1**		986,7**	1795,6	36,81	100,0
2*	12349,8	3528,7	511,1	8310,0	1324,4	13674,2	53,48	145,3
3*	6308,9	2355,5	386,7	3566,7	1528,9	7837,8	53,10	144,2
4*	5912,4	2017,7	661,4	3233,3	1484,5	7396,9	50,39	136,9
5*	8719,9	4337,7	448,9	3933,3	1336,3	10056,2	50,42	137,0
6*	12140,3	3528,8	278,2	8333,3	1431,1	13571,4	55,19	149,9
<i>НСР<sub>0,5</sub></i>							7,957	

Примечания: 1\* - контроль; 2\* - Горчица белая; 3\* - Донник белый; 4\* - Ячмень яровой; 5\* - Фацелия рябинколистная; 6\* - Редька масличная; \*\* - количество послеуборочных растительных остатков (солома и корни) предшествующей озимой пшеницы, отобранных поздней осенью перед вспашкой сидератов.

Внедрение пожнивных сидератов после ранобураемых культур позволяет значительно увеличить (почти в 2 раза) КПД ФАР для восполнения органического вещества почвы, что составляет основу органического сельского хозяйства и является самым эффективным, экологически чистым и дешевым приемом обогащения почвы биоэнергетическим материалом [93].

Размещаемые после ранобураемой озимой пшеницы сидеральные культуры за 70-80 дней вегетации продуцируют богатую зеленую фитомассу, в которой количество надземной массы (кроме фацелии) явно превалирует над количеством корневой массы [87]. Так, количество надземной фитомассы редьки масличной в 2,2 раза больше, чем количество корневой массы сидерата. Такая же закономерность распределения фитомассы характерна для пожнивных культур горчицы белой, донника белого однолетнего, ячменя ярового, кроме фацелии рябинколистной.

Таким образом, надземная масса изучаемых сидеральных культур при их использовании в качестве зеленого удобрения играет преобладающую роль для плодородия почв и питания растений, ее отчуждение на хозяйственные нужды (корм для скота, без возврата навоза на поле) нежелательно.

Наибольшая урожайность картофеля (55,19 т/га) наблюдается на участках, которые были размещены после редьки масличной. Здесь же происходит большое накопление свежей надземной фитомассы сидеральной культуры редьки масличной (8333,3 кг/га). Она оставляет на поле 12140,3 кг/га сухой надземной и подземной фитомассы, которая выполняет роль зеленых удобрений. В составе ее густых листьев содержатся эфирные масла, что работает для оздоровления почвы, при её выращивании как пожнивного сидерата снижается вероятность развития грибковых заболеваний, среди которых ризоктониоз и парша картофеля [104, 139]. Такая фитосанитарная способность редьки масличной работает на повышение урожайности и качества клубней картофеля.

В варианте опыта с участием пожнивного посева редьки масличной повышение урожая картофеля по сравнению с контрольным вариантом

составляет 149,9 %. Исходя из этого, можно утверждать, что редька масличная является лучшим предшественником для картофеля в почвенно-климатических условиях орошаемых полей Чуйской долины.

У горчицы белой количество надземной массы (8310,0 кг/га) доминирует над корневой массой (4039,8 кг/га) в 2,06 раза, что свидетельствует о главенствующей роли надземной массы этого пожнивного сидерата в повышении урожайности картофеля. Горчица белая, густо затеняя почву, препятствует развитию сорной растительности. По количеству общей фитомассы горчица белая доминирует над всеми остальными сидератами и составляет 12349,8 кг/га.

По влиянию на урожайность картофеля (53,48 т/га) горчица белая среди изучаемых сидеральных растений занимает второе место. Известно, что посеvy горчицы белой в качестве фитосанитара полей способствуют увеличению урожая и качества продукции последующей основной культуры – картофеля [65, 104]. Таким образом, сидеральная культура горчица белая воздействует комплексно как улучшатель фитосанитарного состояние полей, так и обогатитель органическим веществом почвы. Вышеназванные свойства горчицы белой позволяют рекомендовать ее, наряду с редькой масличной, как лучшую сидеральную культуру при возделывании картофеля в почвенно-климатических условиях орошаемой пашни Центральной части Чуйской долины. Следовательно, на полях после сидерата горчица белая гарантированно можно получать здоровые и экологически чистые клубни картофеля. В варианте опыта с горчицей белой урожайность картофеля по сравнению с контрольным вариантом повышается до 145,3 %.

Надземная фитомасса донника белого однолетнего (3566,7 кг/га) превалирует в 1,3 раза над корневой массой (2742,2 кг/га). Сидерат донник белый однолетний перед вспашкой успевает сформировать 6308,9 кг/га фитомассы. После него урожайность картофеля повышается до 53,1 т/га или, по сравнению с контрольным вариантом, увеличивается до 144,2 %.

Так как донник белый однолетний является бобовым растением, он, с помощью симбиотически живущих на корнях клубеньковых бактерий фиксирует азот из воздуха и в составе надземной массы накапливает большое количество белка, обогащая тем самым почву биологическим азотом [48, 104].

Сидеральная культура ячмень яровой перед вспашкой, достигая фазы колошения, формирует 3233,3 кг/га надземной массы и 2679,1 кг/га корневой массы. Общее количество фитомассы ячменя ярового составляет 5912,4 кг/га, где надземная масса превалирует в 1,2 раза. На полях после пожнивной сидеральной культуры ячмень яровой собирают 50,39 т/га картофеля, что составило 136,9 % по сравнению с контрольным вариантом.

В отличие от вышеназванных сидеральных культур, у фацелии рябинколистной количество надземной массы (3933,3 кг/га) меньше, чем количество корневой массы (4786,6 кг/га). По сравнению с другими сидеральными культурами, фацелия рябинколистная формирует больше корневой массы, особенно в пахотном слое почвы (4337,7 кг/га). Фацелия рябинколистная формирует довольно много общей фитомассы (8719,9 кг/га), что положительно влияет на урожай картофеля. После фацелии рябинколистной урожай картофеля, по сравнению с контрольным вариантом, повышается до 137,0 % или урожай клубня картофеля составляет 50,42 т/га.

Очевидно, фацелию рябинколистную можно рекомендовать как сидеральную культуру, влияющую на плодородие почв в основном корневой системой, т.е. ее можно использовать даже при отчуждении надземной массы на хозяйственные нужды.

Таким образом, внедрение пожнивных сидеральных культур на орошаемых полях сероземно-луговых почв Чуйской долины дает прибавку урожая по сравнению с контролем от 36,9 % до 49,9 %. Такое увеличение урожая картофеля достигается благодаря большому поступлению свежих, зеленых растительных масс (корни и надземная фитомасса) вышеназванных сидеральных растений в орошаемую пашню, где создаются оптимальные

режимы их минерализации (полив, механическая обработка почвы) системой земледелия компании «Кирби» и климатическими условиями Чуйской долины.

Как видно из (таблицы 3.5) в пахотном слое полей сидеральных культур присутствуют послеуборочные растительные остатки (солома) озимой пшеницы, количество которых по вариантам опыта в 0-25 см слое пашни составляет от 1324,4 до 1528,9 кг/га. Такое количество соломы озимой пшеницы с широким соотношением углерода к азоту (C: N = 61), относится к трудноразлагаемым формам фитомассы [79]. Их сочетание (фитомасса соломы и сидератов) обеспечат нужное количество азота для микроорганизмов почвы, которые разлагают солому озимой пшеницы и зеленую массу сидератов.

Таким образом, процесс минерализации в почве соломы озимой пшеницы и зеленой фитомассы сидератов приобретает особое значение в качестве источника органического вещества, и они целенаправленно служат процессу гумусообразования. Вышеназванный агротехнический прием исключает временную иммобилизацию азота из почвы, которая происходит при разложении соломы зерновых культур. Значит, предшествующая культура - озимая пшеница - была правильно подобрана при размещении пожнивных сидератов, что работает на восстановление плодородия орошаемой пашни Чуйской долины. Ведь поступающие в почву зеленые растительные остатки изучаемых сидератов и послеуборочные растительные остатки озимой пшеницы поддерживают биологическую природу плодородия почвы, которая создана живыми организмами - растениями и микроорганизмами [1, 8, 89, 111]. Их благоприятное воздействие в агроценозах орошаемого земледелия Чуйской области играют большую роль при воспроизводстве плодородия почвы.

Внедрение сидератов в севооборот орошаемой пашни Чуйской долины позволяет соблюдать основные принципы биологического земледелия, где наблюдается стимулирование режима питания растений поступающей свежей органической массой сидератов, усилением биологической активности почвы в период вегетации сидеральных культур и во время разложения фитомассы [90, 91, 94]. В этой системе земледелия явно наблюдается улучшение

фитосанитарного состояния полей и, в частности, присутствие элементов агротехнической меры борьбы с сорной растительностью.

Как видно из материалов наших исследований, хорошим подспорьем пополнения органического вещества почв естественным путем служат зеленые растительные массы сидератов, корневые и пожнивные остатки предшествующей культуры. Все вместе вовлекается в биологический круговорот веществ в почве. И таким образом они выполняют роли зеленых удобрений [8, 16, 94]. С ними связаны все сложные микробиологические и биохимические процессы, ведущие к образованию в почве различных органических и минеральных соединений, определяющих в своей совокупности почвенное плодородие.

По материалам многочисленных НИР видно, что очень важна при сидерации скорость разложения запаханной фитомассы почвенными микроорганизмами [36, 62, 77, 79].

На орошаемых полях сероземно-луговых почв Чуйской долины поздней осенью, после распашки фитомассы сидератов, ночные температуры резко снижаются, зашкаливая за минус 5-10°C. При этом консервируется ход минерализации органического вещества пашни, и задача агрономической службы аграрных хозяйств заключается в определении самого позднего срока вспашки сидератов (до устойчивых осенних заморозков). На следующий год весной, во время вегетации картофеля, создаются благоприятные режимы почвообразовательного процесса (тепловой, воздушный и водный) для оптимального прохождения минерализации поступающих органических веществ – фитомассы сидератов, и происходит активная микробиологическая деятельность почвенных микроорганизмов [95]. Тогда элементы, высвобождаемые из фитомассы сидератов, при разложении почвенными микроорганизмами служат источником минеральных и органических соединений, что является резервуаром питания основной сельскохозяйственной культуры и пополнения запаса органического вещества и гумуса почвы.

Подводя итоги необходимо отметить, что пожнивные сидеральные культуры оказывают свое благоприятное воздействие на свойства почвы не только при активном разложении своей биомассы после заделки в почву, но и в период активной вегетации посредством выделения в почву биологически активных веществ [36, 37, 62, 77, 104, 147].

Следует подчеркнуть, что обогащение почвы напрямую зависит от жизнедеятельности грунтовой микрофлоры, от скорости процессов гумизации и минерализации, протекающих при непосредственном участии микробиоты почвы, которая, в свою очередь, обеспечивает устойчивое и поступательное повышение питательных ресурсов почвы [7, 8, 9, 55, 65].

Таким образом, скорость трансформации органических остатков, в основном надкорневых частей пожнивных сидеральных культур, и послеуборочных остатков основных сельскохозяйственных растений обеспечивает возможность управления положительными эффектами данного агротехнического метода.

Так, при стремительной минерализации органических остатков биомассы будет максимально реализовываться минеральное питание основных сельскохозяйственных культур, а при активации процессов гумификации органического субстрата почва будет обогащаться повышением содержания гумусовых веществ в почве [5, 70, 72, 98, 121, 137, 141].

Поэтому, как мы констатировали выше, пожнивные сидеральные растения, внедренные на полях сероземно-луговых почв Чуйской долины, распаиваются поздней осенью, и бурный период их минерализации почвенными микроорганизмами приходится на весенне-летний период, во время вегетации основной культуры - картофеля.

Следует особо отметить, что благоприятному протеканию биохимического процесса гумусообразования помогают послеуборочные растительные остатки озимой пшеницы (предшествующая культура), где количество соломы перед вспашкой фитомассы сидератов (осень) в почву по вариантам опыта составляют от 1324,4 кг/га до 1528,9 кг/га (таблица 3.3).

Такое количество трудноразлагаемой соломы озимой пшеницы с широким соотношением C:N = 61 (C - 32,35 % и N - 0,53 %) совместно с фитомассой сидератов целенаправленно служат процессу гумусообразования [5, 97, 121, 124, 141]. Послеуборочные растительные остатки предшествующей озимой пшеницы в комплексе с зеленой фитомассой пожнивных сидератов будут работать для восстановления плодородия орошаемой пашни сероземно-луговых почв.

Такой агротехнический прием воспроизводства органического вещества орошаемой пашни при интенсивном земледелии является стратегической задачей современного сельскохозяйственного производства.

Органический субстрат пожнивных сидеральных культур обеспечивает постепенное высвобождение питательных веществ в почву, создавая так называемый хаб необходимых для культур питательных элементов [88, 89]. С наступлением холодов и заморозков активность почвенной микробиоты снижается, а затем и прекращается вовсе.

Во время анабиоза микрофлоры почвы происходит консервирование питательных веществ. При наступлении весеннего потепления микробиологическая активность почвы повышается, достигая своего максимума в летние месяцы. Необходимо отметить, что активизация жизнедеятельности почвенной микрофлоры находится в полном резонансе с периодом активной вегетации картофеля, что обеспечивает непрерывное максимально эффективное покрытие потребности картофеля в период его активной вегетации. Таким образом, сидераты эффективно удовлетворяют потребности на всех этапах вегетации картофеля, обеспечивая улучшение качества и увеличение количества клубней, что отражается на повышении продуктивности и урожайности культуры [90, 91, 94].

Настоящая научно-исследовательская работа направлена на популяризацию и широкое внедрение в практическое сельское хозяйство Кыргызстана агротехнического метода с возделыванием пожнивных сидеральных культур в рамках реализации проекта по биологизации

земледелия и осуществления ЦУР ООН. Такой агротехнический подход способствует повышению рентабельности орошаемого земледелия и экономического развития КР.

Наши исследования показали, что пожнивные сидеральные культуры представляют важный агротехнический прием биологизации и экологизации орошаемого земледелия КР, что является магистральным путем увеличения производства экологически чистой продукции сельского хозяйства [89, 90, 91, 94]. Материал (таблицы 3.5) показывает, что выращивание картофеля с использованием зеленых удобрений - сидеральных культур, безусловно, является экологически чистым, и являются великолепным сырьем для перерабатывающей отрасли.

Итак, можно ожидать, что внедрение пожнивных сидеральных культур на орошаемых полях Центральной части Чуйской долины остановит процесс снижения плодородия почв и увеличит производство сельскохозяйственной продукции в условиях дороговизны минеральных и дефицита органических (навоза) удобрений.

Поэтому широкое распространение сидеральных культур может стать одним из основных факторов ведения органического земледелия, положительно влияющих на воспроизводство плодородия орошаемой пашни, продуктивность сельскохозяйственных культур и на увеличение производства экологически чистых продуктов питания, а также охрану окружающей среды, и в целом на оздоровление экологии агроэкосистем Чуйской долины.

Полученные данные главы позволяют сделать следующие выводы:

- зеленая фитомасса пожнивных сидератов как зеленое удобрение комплексно воздействует на повышение плодородия почв и урожайность картофеля;

- совместная минерализация зеленой фитомассы сидератов и соломы озимой пшеницы (предшествующая культура) создает оптимальные условия равномерному прохождению микробиологических процессов и способствует воспроизводству органического вещества орошаемой пашни;

- внедрение пожнивных сидеральных культур на орошаемые поля Центральной части Чуйской долины составит основы ведения органической системы земледелия;

- благоприятные агроклиматические, почвенные и производственные ресурсы Центральной части Чуйской долины дают возможность внедрить широкий спектр пожнивных промежуточных растений.

### **3.3. Химический состав пожнивных сидеральных растений**

Доказано, что повышение питательных свойств почвы коррелирует с объемами надземной и корневой частей сидератов, а также с количественным и качественным составом питательных элементов в органическом веществе и скорости биохимических процессов распада органического вещества [18, 49, 88, 89, 100, 116, 145, 169, 196].

В ряде исследовательских работ учеными установлено, что в биомассе растений из семейства крестоцветных содержание азота меньше, чем у культур из семейства бобовых. Следует подчеркнуть, что у представителей крестоцветных надземная часть более богата азотом, чем корневая. У представителей семейства бобовых отмечалось равномерное распределение азота как в корневой, так и надземной частях [2, 48, 65, 104].

При изложении основных положений теории и практики сидерации для воспроизводства плодородия почв важно изучение биологического круговорота веществ, где большое значение имеет знание качественного состава фитомассы [88, 89, 100, 145, 169, 196]. Количество фитомассы и качественный (химический) состав оставляемой растительной массы определяют неодинаковую интенсивность прохождения процессов минерализации микроорганизмами почв и трансформации продуктов разложения растительных остатков, что требует для каждой последующей культуры индивидуального подхода в разработке системы удобрения, орошения и обработки почв [5, 79, 112, 113].

Если правильно использовать фитомассу основных и пожнивных сельскохозяйственных культур, они могут служить весомым источником органических веществ почв [9, 37, 65, 77, 104].

В ходе настоящего диссертационного исследования получены результаты химического состава надземной и корневой частей сидеральных культур, которые дают основания управления ими с помощью соответствующих агротехнических приемов и служат предпосылкой при биологизации земледелия [79].

При изучении биологического круговорота веществ промежуточных пожнивных посевов сидеральных культур на орошаемых полях сероземно-луговых почв Чуйской долины исходными пунктами служат показатели фитомассы и химический состав агроценозов.

Как видно из материалов предыдущих глав диссертационной работы, введением в сельскохозяйственное производство пожнивных сидеральных культур можно регулировать поступление в почву свежего органического вещества с растительной массой сидератов, которым принадлежит важное значение в обеспечении растений питательными веществами. Кроме того, они улучшают агрофизические, биологические свойства почвы.

Именно использование вышеназванных биоорганических удобрений - сидератов - является наиболее доступным и экономически выгодным агротехническим приемом, способствующим восстановлению плодородия орошаемой пашни на полях и повышению урожайности и качества клубней картофеля [94, 95].

При этом их влияние на урожайность последующих культур зависит от химического состава, так как разложение растительной массы пожнивных сидератов в почвенной толще во время жизнедеятельности микроорганизмов во многом определяется химическим составом их фитомассы [37, 65, 88]. Причем их фитомасса заделывается в почву в свежем и зеленом состоянии, что способствует благоприятному протеканию процесса минерализации органической массы при создании оптимального водного, воздушного и

теплового режимов почвы, т.е. при оптимальном сочетании антропогенных и природных факторов.

### 3.3.1. Химический состав надземной фитомассы пожнивных сидератов

В настоящем диссертационном исследовании проведен анализ качественного состава надземной фитомассы пожнивных сидератов. В результате проведенного анализа стало известно, что представители отобранных сидеральных культур для проведения данного исследования имеют ряд отличительных особенностей по химическому составу основных питательных элементов. Показатели элементного состава питательных веществ зеленой части сидеральных культур, представлены в (таблице 3.6).

Таблица 3.6 - Состав питательных веществ сидеральных культур

№ п/п	Варианты опыта	Зольность	Химические элементы, %				
			углерод	азот	фосфор	калий	водород
1	Контроль	-	-	-	-	-	-
2	Горчица белая	12,14	43,13	3,500	0,248	2,50	5,05
3	Донник белый	11,58	42,79	4,256	0,296	2,50	5,23
4	Ячмень яровой	19,02	39,14	3,696	0,296	2,70	4,83
5	Фацелия рябинколистная	14,92	36,61	2,744	0,260	2,75	5,38
6	Редька масличная	13,22	41,58	2,744	0,220	1,50	6,23

Из (таблицы 3.6) видно, что по содержанию азота пожнивные сидеральные культуры выстроены в порядке убывания данного химического элемента: донник белый однолетний (4,256 %) > ячмень яровой (3,696 %) > (3,50 %) > фацелия рябинколистная и редька масличная (2,744 %). Видно, что донник белый однолетний как бобовое растение накапливает больше азота, и

его мощная корневая система выделяет угольную кислоту, которая снижает засоленность почвы и эффективно справляется с нематодой, проволочником и грибами, вызывающими корневую гниль [2, 48, 65].

По исследованиям Б. Ф. Азарова, П.Г. Акулова, Н. И. Зезюков, Н. И. Придворева, А. В. Дедова фитомасса зеленого удобрения содержит столько же азота, сколько подстилочный навоз, но несколько меньше фосфора и калия. Причем коэффициент использования растениями азота из сидератов в первый год больше, чем из навоза, и составляет 22-27 % [62, 65].

В наших исследованиях самое большое содержание азота встречается в надземной части донника белого однолетнего - 4,256 %. Такое повышенное содержание азота в доннике белом однолетнем поступает в почву, когда его фитомасса (надземная и подземная) богата легкогидролизуемыми углеводами, протеином и другими простыми азотсодержащими веществами, создает благоприятные условия интенсивного их разложения микроорганизмами в почвенной среде [79, 112, 113].

Сидеральная культура донник белый однолетний как бобовое растение в своей корневой системе с помощью симбиотически живущих клубеньковых бактерий фиксирует азот из атмосферы, и поэтому его надземная фитомасса и корни содержат больше азота [48, 88]. Эта пожнивная сидеральная культура представляет дешевый и доступный способ обогащения почвы биологическим азотом. Безусловно, фитомасса донника белого однолетнего играет положительную роль в восстановлении почвенного плодородия и служит хорошим предшественником для последующей культуры.

Надземная масса этой сидеральной культуры среди изучаемых растений лидирует и по содержанию фосфора (0,296 %).

Содержание калия в надземной массе донника белого однолетнего составляет 2,50 %.

Нужно отметить, что именно указанная пропорция содержания химических элементов в органическом веществе донника белого однолетнего обеспечивает адекватное протекание минерализации в почве: N - 4,256 %, P -

0,296 %, К - 2,50 %. Питательные элементы, которые образуются в процессе распада растительных остатков донника белого однолетнего, дополняют запасы питательных элементов в орошаемой пашне сероземно-луговых почв Чуйской долины, и освобождают их во время вегетации последующей культуры - картофеля [112, 113].

Содержание азота в зеленой надземной массе сидеральной культуры - ячмень яровой (фаза колошения) составляет 3,696 %. Как видно, в фазе колошения в надземной массе пожнивной сидеральной культуры ячмень яровой накапливается довольно высокое количество азота, что способствует оптимальному протеканию процесса минерализации после ее заделки в почву. Ее надземная масса содержит 0,296 % фосфора и 2,70 % калия.

Надземная растительная масса сидеральных культур фацелия рябинколистная и редька масличная содержит 2,744 % азота. Зеленая растительная масса фацелии рябинколистной содержит 0,260 % фосфора и 4,15 % калия.

В исследовании установлено, что фитомасса фацелии рябинколистной богата соединениями калия, логично культивировать фацелию рябинколистную в качестве предшествующей культуры, перед высадкой картофеля.

Надземная растительная масса редьки масличной содержит 0,220 % фосфора и 1,5 % калия.

В надземной фитомассе пожнивной сидеральной культуры горчицы белой содержится 3,5 % азота, 0,248 % фосфора и 2,5 % калия.

Изучаемые пожнивные промежуточные культуры запахиваются в почву в свежем зеленом виде, когда их фитомасса богата содержанием протеинов, легкогидролизуемыми углеводами и простыми азотсодержащими веществами, которые способны интенсивно разлагаться микроорганизмами в почвенной среде.

Они представляют естественные зеленые удобрения, восстанавливающие плодородие почв, и хорошо снабжающие питательными элементами картофель в период роста и созревания.

Плодородие почв коррелирует с отношением углерода к азоту, так как разлагающие их почвенные микроорганизмы очень чувствительны к углеродно-азотному (C:N) коэффициенту. Материалами многочисленных исследований установлено, что превращение азотсодержащих соединений растительной массы путем минерализации или иммобилизации полностью определяется соотношением углерода к азоту в органическом веществе, находящимся в почве, и чем это соотношение уже, тем процесс разложение идет интенсивнее [79, 112, 113].

Из (таблицы 3.7) видно, что свежая фитомасса сидератов имеет более узкое соотношение углерода к азоту, даже по сравнению с люцерной, у которой C: N = 23-25 [42, 79]. Так, в надземной массе редьки масличной соотношение C: N составляет 15,2; фацелии рябинколистной - 13,3; горчицы белой - 12,3; ячменя ярового - 10,6; донника белого однолетнего - 10,1. Эти показатели соотношения C: N показывают, что использование свежей фитомассы вышеназванных сидератов является очень эффективным методом повышения содержания азота в почвах.

Таблица 3.7 - Соотношение углерода к азоту надземной фитомассы сидератов

№ п/п	Варианты опыта	Показатели		
		Углерод	азот	C: N
1	Контроль	-	-	-
2	Горчица белая	43,13	3,500	12,3
3	Донник белый	42,79	4,256	10,1
4	Ячмень яровой	39,14	3,696	10,6
5	Фацелия рябинколистная	36,61	2,744	13,3
6	Редька масличная	41,58	2,744	15,2

Для эффективного разложения фитомассы сидеральных посевов в орошаемой пашне сероземно-луговых почвах Чуйской долины следует создать оптимальный питательный, воздушный и водный режимы соответствующими агротехническими приемами.

### **3.3.2. Химический состав корневой массы пожнивных сидератов**

Наряду со значительными преимуществами надземной фитомассы пожнивных сидеральных культур необходимо отметить важную роль корневой системы сидератов, которая обеспечивает рыхление, дополнительную оксигенацию и структурирование почвенных горизонтов [92].

Корни сидеральных культур во время вегетации выделяют в ризосферу целый ряд органических соединений, которые активно вступают в метаболизм микробиологических сообществ. Тем самым корневая экскреция сидеральных культур в ризосфере стимулирует жизнедеятельность многих групп почвенных микроорганизмов. В том числе и арбускулярную микоризу, которая продуцирует гломалин, являющийся природным склеивателем микроагрегатов почвы, и такая микробиологическая активность способствует не только увеличению содержания всех элементов питания в почве, но и создает агрономически ценную, водостойкую структуру почвы. [112, 113].

В настоящем диссертационном исследовании проведен анализ структуры основного химического состава корневой массы сидератов, возделываемых на опытных полях в условиях Чуйской долины. Результаты представлены на (рисунках 3.1 и 3.2).

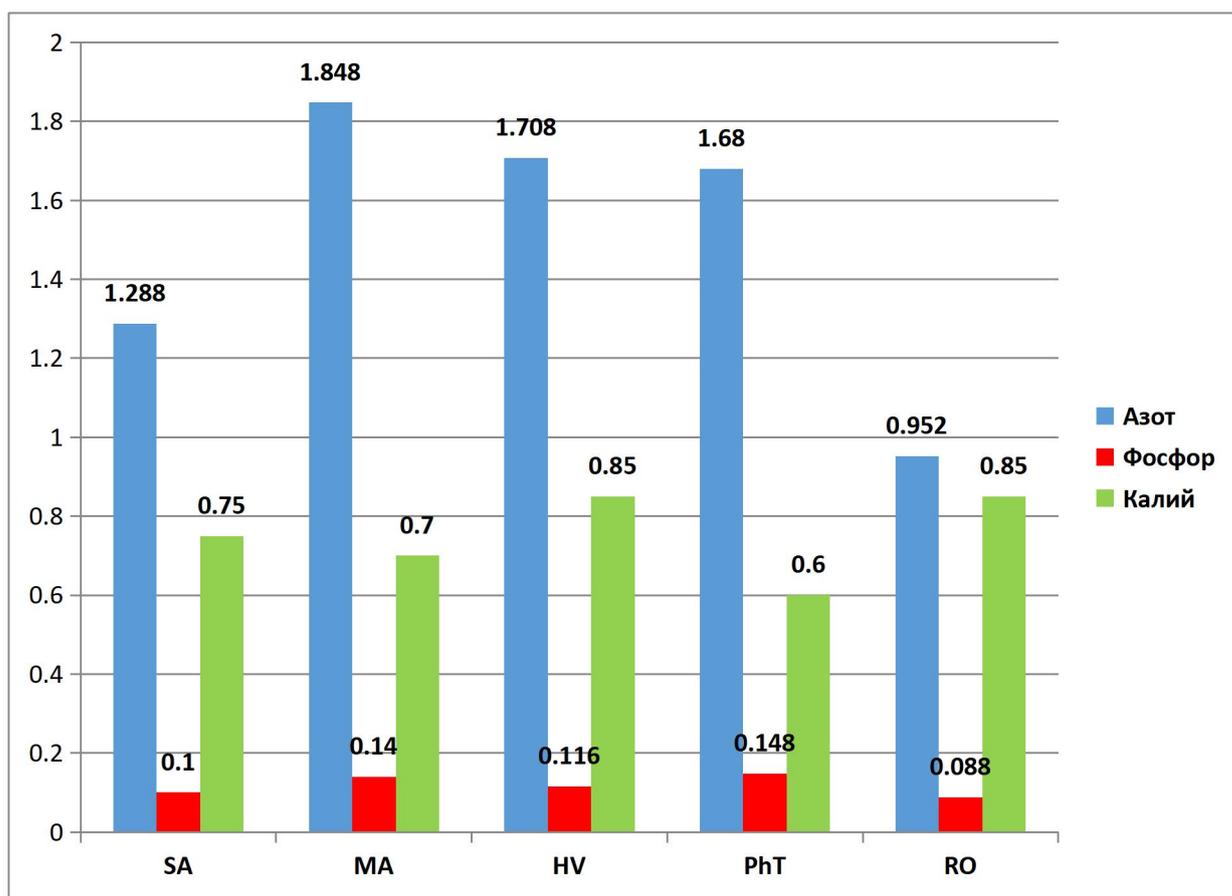


Рисунок 3.1. - Показатели основных питательных элементов в корневой системе исследуемых сидеральных культур, %. Глубина отбора образца 0-25 см.

По всем вариантам опыта анализ корней пахотного слоя на (рисунке 3.1) демонстрирует значительное превышение содержания азота над калием и фосфором.

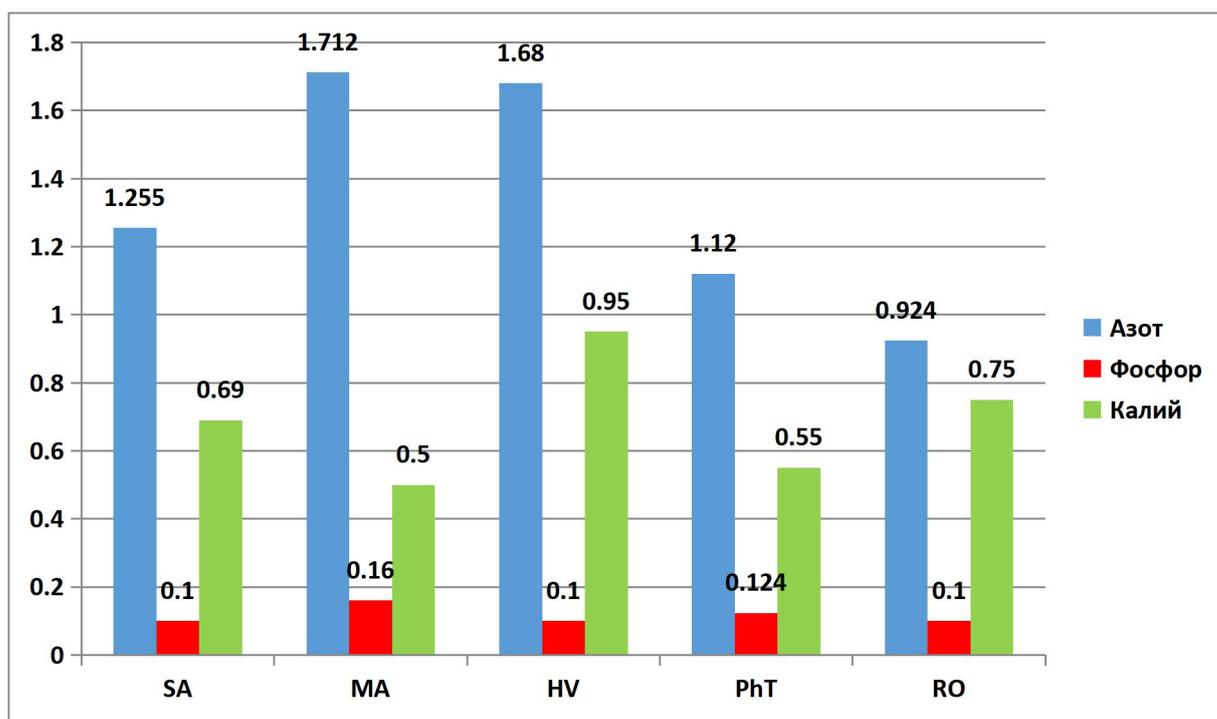


Рисунок 3.2. - Показатели основных питательных элементов в корневой системе исследуемых сидеральных культур, %. Глубина отбора образца 25-50 см.

Химический анализ корней сидеральных культур из подпахотного горизонта (Рисунок 3.2) также показывает превалирование содержания азота над калием и особенно фосфором по всем вариантам.

Судя по показателям графика, корневая система донника белого однолетнего из ризосферы глубиной до 25 см содержит азота почти 1,850 %, а из глубины до 50 см - 1,71 %; корни ячменя ярового соответственно 1,708 и 1,680 %; фацелии рябинколистной соответственно 1,680 и 1,120 %; горчицы белой соответственно 1,288 и 1,255 %, редьки масличной соответственно 0,952 и 0,924 %. Корни бобового растения донника белого однолетнего содержат больше азота по сравнению с корнями других сидератов.

По результатам химического анализа можно сделать вывод, что корневая система всех сидеральных культур, представленных в настоящем исследовании, произраставшая в пахотном горизонте полей содержала больше азота, чем корневая система из подпахотного слоя почвы [88, 89, 92].

Корневая система пожнивных сидеральных культур выделяет в почву биологически активные вещества, после вспашки поля обеспечивают круговорот питательных веществ [88, 89, 92].

Корни донника белого однолетнего из пахотного слоя содержат 0,70 % калия, а из подпахотного слоя - 0,50 %; аналогично корни ячменя ярового содержат соответственно 0,85 и 0,95 %; корни фацелии рябинколистной соответственно 0,60 % и 0,55 %, редьки масличной 0,85 и 0,75 %, горчицы белой 0,75 и 0,69 % [88, 89, 92].

Круговорот веществ в системе «почва - растение - почва», возможен в результате способности корневой системы пожнивных сидеральных культур, расположенной в пахотном слое, продуцировать биологически активные компоненты, которые стимулируют микробиологическую активность бактерий и целого ряда микроскопических животных [112, 113]. Представителей почвенной фауны привлекают как органические вещества, так и вещества, содержащиеся в органической секреции корней пожнивных сидеральных культур, а также разлагающуюся органику предшествующей культуры [111].

Продукты жизнедеятельности почвенной микробиоты и фауны секретируют весьма значимые биологические активные вещества и питательные элементы, которые играют существенную роль для оптимального роста и развития пожнивных сидеральных культур.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- содержание азота в свежей, зеленой надземной фитомассе пожнивных сидератов значительное, что способствует активной минерализации;
- свежая фитомасса сидератов имеет более узкое соотношение углерода к азоту. И разлагающие их почвенные микроорганизмы очень чувствительны к углеродно-азотному (C: N) коэффициенту, т.е. чем это соотношение уже, тем процесс разложения идет интенсивнее;
- содержание таких элементов, как N, P, K в надземной фитомассе пожнивных сидеральных культур восстанавливает запасы основных питательных веществ почвы;

- в корневой системе сидеральных растений, произрастающей из пахотного слоя почвы, резерв таких элементов, как N, P, K значительно превышает содержание N, P, K в корнях из подпахотного горизонта почвы, что обеспечивает оптимальные условия для развития микроорганизмов в ризосфере.

### **3.3.3. Биологический круговорот веществ на полях пожнивных сидератов**

Использование сидератов и нетоварных частей урожая зерновых культур способствует восстановлению круговорота веществ и энергии в агроценозах [65, 104, 146, 152]. Поэтому исследователи рассматривают растительные остатки как источник почвенного гумуса и элементов минерального питания растений [8, 79, 110, 137, 145, 156, 162, 170]. В этом отношении пожнивные сидеральные культуры за короткий вегетационный период развития синтезируют дополнительное органическое вещество и аккумулируют зольные элементы питания. Используя благоприятный климат и богатую солнечную радиацию Чуйской долины и привлекая из корнеобитаемых горизонтов почвы доступные формы элементов питания, сидераты возвращают их обратно в почву уже в новом качестве - зелеными растительными массами, т.е. в виде потенциальной энергии [90, 93, 94].

Изучение биологической продуктивности и химического состава фитомассы промежуточных пожнивных культур дает возможность узнать величину биологического круговорота веществ и разработать приемы регулирования поступления в почву органического вещества, т.е. позволяет дать им полноценную научно-обоснованную характеристику как предшественника и улучшателя почвенного плодородия [7, 9, 94, 95].

Материалы наших исследований показывают, что основным источником питательных элементов и энергетического материала в изучаемой орошаемой пашне является поступающие в составе фитомассы сидератов химические элементы (рисунки 3.3 и 3.4).

Из (рисунка 3.3) видно, что за счет корней сидеральных растений из слоя почвы 0-25 см по вариантам опыта на 1 га формируется: азота - от 33,59 до 72,87 кг, фосфора - от 2,34 до 6,42 кг, калия - от 16,49 до 29,99 кг.

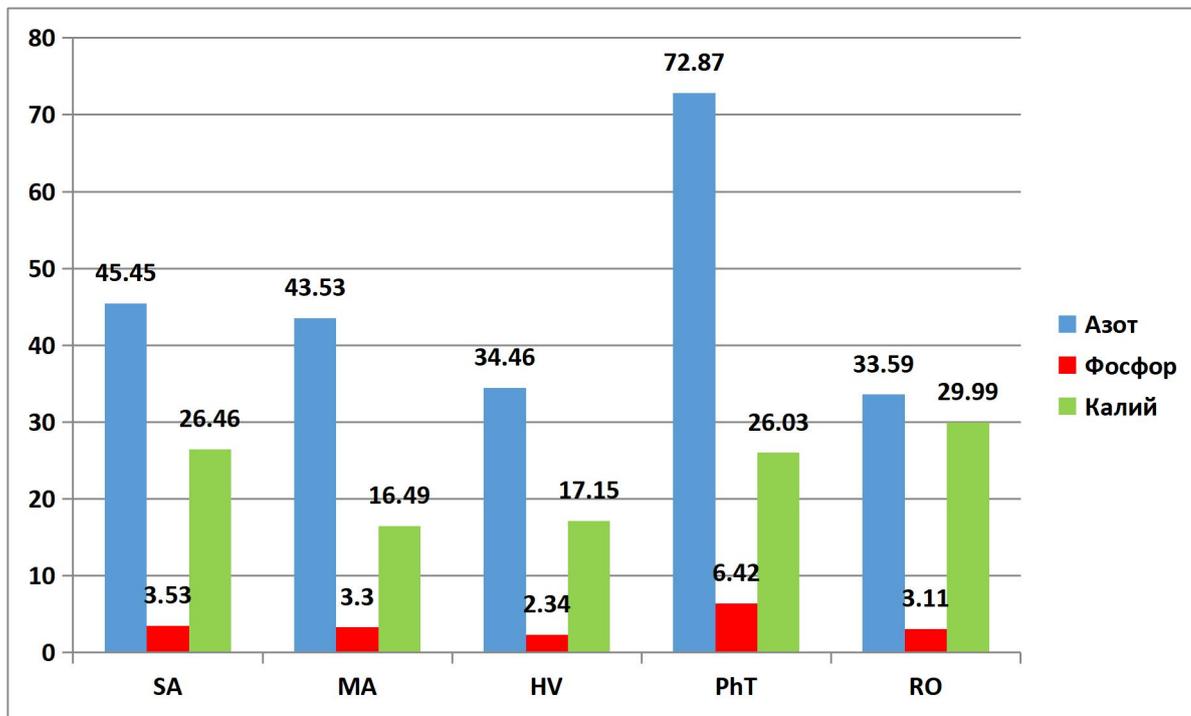


Рисунок 3.3. - Малый биологический круговорот химических элементов в биологической массе пожнивных сидеральных культур, кг/га. Глубина отбора образцов 0 - 25 см.

Из (рисунка 3.4) видно, что в корнях подпахотного горизонта почвы 25-50 см. по всем вариантам опыта аккумулируется значительно меньше питательных элементов, чем в корнях пахотного горизонта, и в пересчете на 1 га составляет: азота - от 2,57 до 11,88 кг, фосфора - от 0,28 до 0,66 кг, калия - от 2,09 до 6,28 кг.

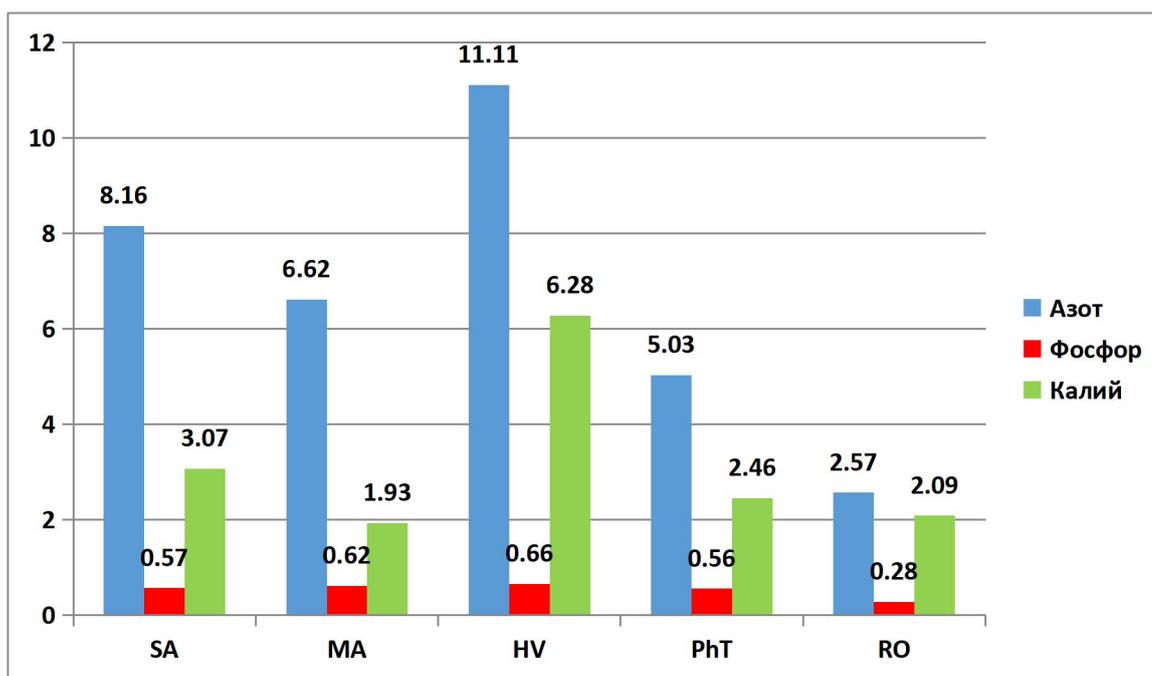


Рисунок 3.4. - Малый биологический круговорот химических элементов в биологической массе пожнивных сидеральных культур, кг/га. Глубина отбора образцов 25 - 50 см

(Рисунок 3.5) демонстрирует суммарное количество питательных элементов пахотного и подпахотного горизонта. Итоговое накопление азота, фосфора и калия в почвенном профиле за счет вклада корней сидератных растений составляет по вариантам опыта: азот - от 36,16 до 77,9 кг на 1 га, фосфор - от 3,0 до 6,98 кг на 1 га, калий - от 18,42 до 32,08 кг на 1 га.

(Рисунок 3.6) отображает количество элементов питания, содержащихся в надземной части сидеральных культур. По всем вариантам опыта прослеживается значительное преобладание содержания азота и калия над содержанием фосфора.

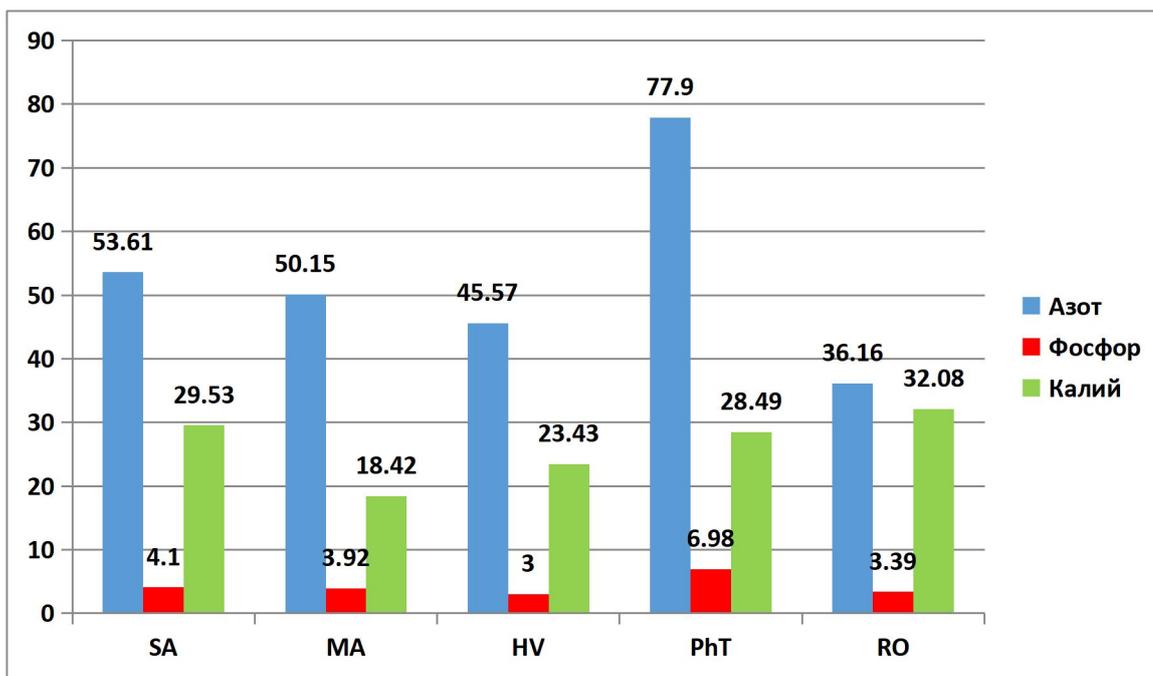


Рисунок 3.5. - Малый биологический круговорот химических элементов в биологической массе пожнивных сидеральных культур всех корневых систем, кг/га., Глубина отбора образцов 0 - 50 см.

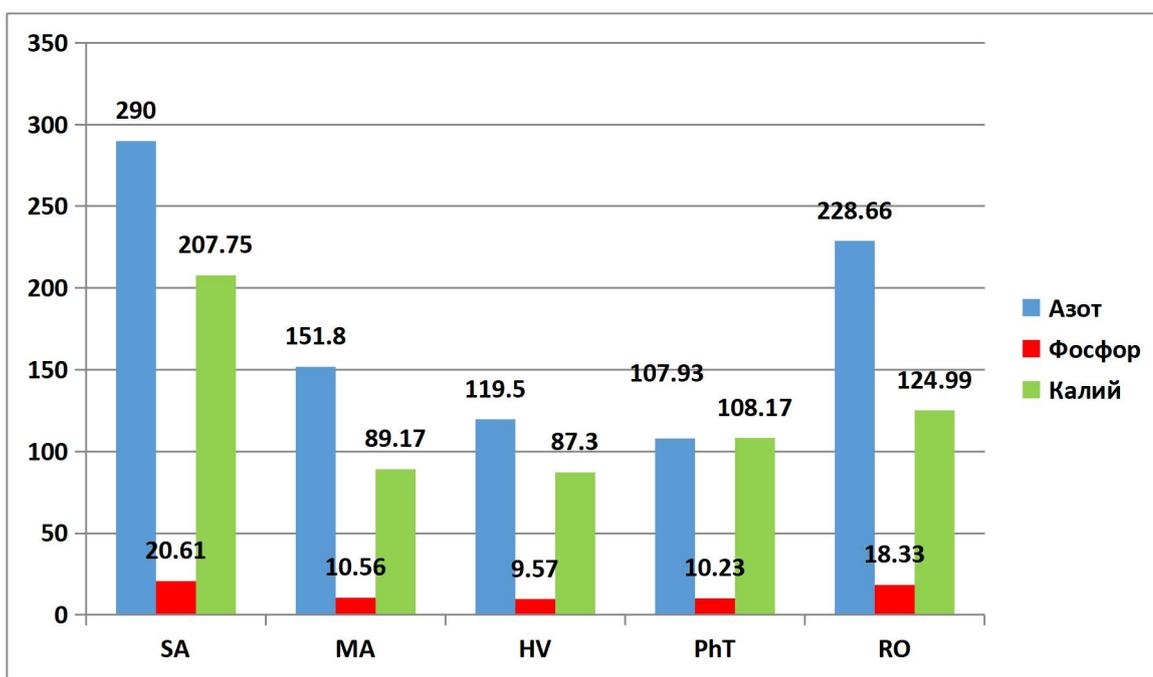


Рисунок 3.6. - Малый биологический круговорот химических элементов в надземной фитомассе пожнивных сидеральных культур, кг/га.

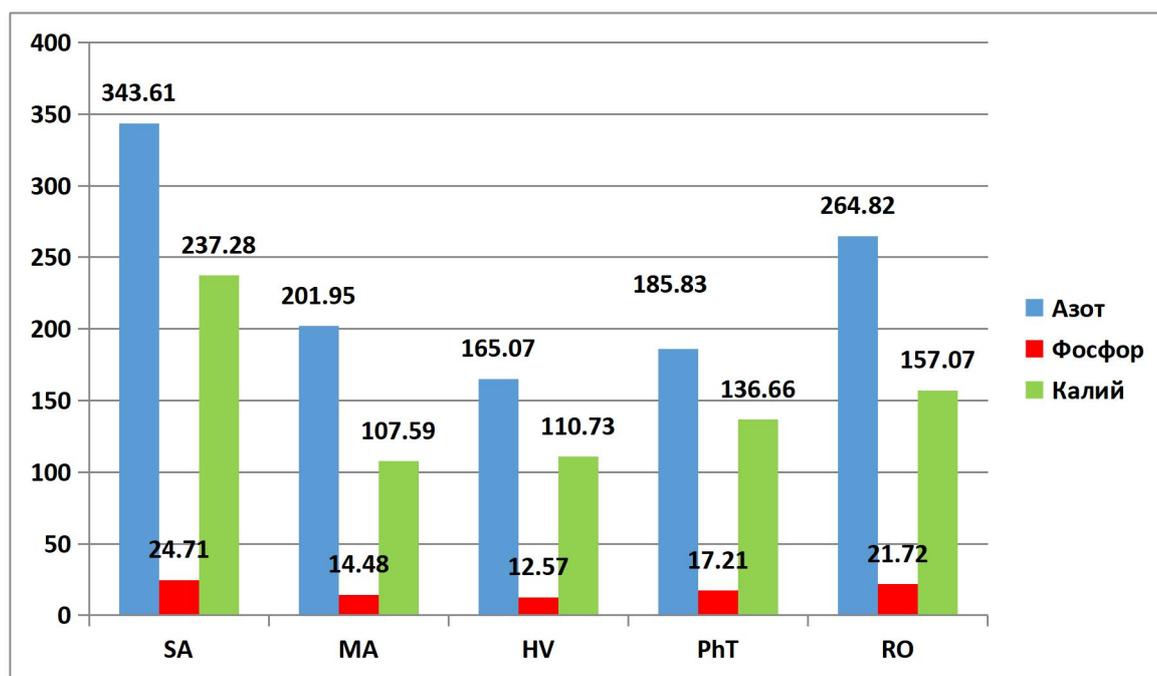


Рисунок 3.7. - Малый биологический круговорот химических элементов в корневой и надземной частях фитомассы пожнивных сидеральных культур всего, кг/га.

(Рисунок 3.7) наглядно демонстрирует суммарное количество биофильных элементов, которые возвращаются в почву в результате использования сидеральных культур. Из (рисунка 3.7) следует, что во всех вариантах используемых сидеральных культур в почву возвращается значительное и сопоставимое количество азота и калия, однако величина накопления фосфора во всех вариантах опыта оказалась достаточно низкой и составила от 9,57 до 20,6 кг в пересчете на 1 га.

Элементы питания поступают в составе зеленых вегетирующих корневых и надземных частей промежуточных пожнивных сидератов. Так, в составе свежей фитомассы пожнивных растений, используемых как зеленое удобрение, в почву поступают от 165,07 до 343,61 кг/га азота, от 12,57 до 24,71 кг/га фосфора и от 105,43 до 237,28 кг/га калия. Поступающие элементы в составе зеленой надземной и подземной массы сидератов резко повышают биологическую активность почвы, где продукты метаболизма почвенных микроорганизмов улучшают питательный режим и представляют основу биологической системы земледелия [37, 65, 94, 104, 112, 113].

Таким образом, дополнительное поступление свежей растительной массы сидератов позволяет восстанавливать потенциал плодородия пашни страны, который значительно снизился в результате бессистемного ведения земледелия, уменьшения органического вещества почв (малое поступление растительной массы и нехватка органических удобрений), распыления почвенной структуры, уплотнения, отрицательного баланса элементов питания N, P, K и эрозии, а также засорения трудно искореняемыми сорняками, ухудшения фитосанитарного состояния и нарушения водно-физических свойств почвы [78, 89, 90].

Аграрии КР, как и их коллеги в развитых странах мира, способны низкий природный потенциал для развития сельскохозяйственной отрасли компенсировать внедрением инноваций, отходя от традиционных методов ведения сельского хозяйства [63, 65, 164, 175, 176, 185].

Как показывают многочисленные научные исследования и опыт настоящего диссертационного исследования, в арсенале биологизации земледелия существуют действенные аграрные приемы, позволяющие значительно увеличить показатели валовой продукции сельскохозяйственного сегмента за счёт рационального использования геоклиматических преимуществ региона [78, 90, 94].

Большое количество теплых дней в году, достаточная фотосинтетическая активная радиация и наличие поливной воды являются основными природными ресурсами Кыргызстана, что дает возможность размещать промежуточные, пожнивные сидеральные культуры в полевых севооборотах. [19, 85, 93].

Как видно из (рисунков 3.3 - 3.7) пожнивные сидеральные культуры после запахивания в почву обогащают пашню подвижными элементами питания - N, P, K.

Таким образом, внедрением пожнивных сидеральных культур в почвенно-климатических условиях Центральной части Чуйской долины возможно восстановление и сохранение основного земельного фонда

Кыргызстана, а также повышение показателей валовой продукции основных сельскохозяйственных культур [89, 93, 94]. Необходимо подчеркнуть, что наряду с восстановлением почв и повышением урожайности, решается еще одна, крайне актуальная экологическая задача - сохранение экологии агроландшафтов и почв, а также появляются предпосылки для сохранения биологического разнообразия видов в природе. Все это не только служит для решения продовольственной безопасности, но и вносит весомый вклад в сохранение окружающей среды для будущих поколений.

Как показывают данные проведенного исследования, основным фактором в росте эффективности картофелеводства является фактор воспроизводства плодородия почвы через усиление механизма накопления органического вещества растительного происхождения посредством внедрения пожнивных сидератов [90, 91, 94].

Следует подчеркнуть, что настоящее диссертационное исследование проведено впервые в Кыргызстане и предлагает на сельскохозяйственном производстве массово применить пожнивные сидеральные культуры. Изучаемые сидераты показали себя как эффективные органические удобрения, положительно влияющие на плодородие орошаемой пашни (урожайность) и качество последующей культуры - картофеля. Нами научно и практически доказано преимущество зеленых растительных остатков сидератов по показателям биоэнергетической и эколого-экономической эффективности их применения в аграрном производстве.

Нынешнему поколению аграриев предстоит повысить урожайность и качество получаемых продуктов, при этом необходимо решать стратегические задачи, направленные на сохранение, восстановление эксплуатируемых орошаемых пашен КР. Рациональное и экологичное управление земельным фондом Кыргызстана позволит обеспечить будущие поколения чистой экологией и экономической стабильностью.

Как видно из рисунков (3.3 - 3.7), основная масса азота, фосфора и калия поступают в почву в составе надземной растительной массы.

Питательные элементы, накопленные в составе надземной фитомассы пожнивных сидеральных культур на изучаемых почвах, явно доминируют над аналогичными показателями корневой массы изучаемых растений. Так, биологический азот, накопленный в надземной фитомассе горчицы белой, составляет 84,4 % от его количества в общей фитомассе, у сидеральной культуры донник белый однолетний он составляет 77,6 %, у ячменя ярового - 72,1 %, фацелии рябинколистной - 55,4 %, у редьки масличной - 86,3 %. По результатам очевидно преобладание P, K в надземной биомассе исследуемых сидеральных культур.

Очевидно, что N, P, K в составе надземной массы у пожнивных сидеральных культур редьки масличной и горчицы белой явно доминируют над его количеством в корневой массе. Только в фитомассе фацелии рябинколистной эти элементы почти ровно распределены между надземной и подземной частью растения. Значит, при внедрении в сельскохозяйственное производство пожнивных сидеральных культур вся агротехника должна быть направлена на правильную заделку их надземной массы в почвенную толщу для создания оптимальных условий ее минерализации.

В целях повышения плодородия почв и создания лучшего режима питания для последующей культуры севооборота нельзя допускать отчуждения надземной массы пожнивных сидеральных растений на хозяйственные нужды (корм скота, заготовки сена и сенажа и др.). В этом вся суть, квинтэссенция использования экологически чистой, энергосберегающей и почвозащитной технологии.

Подводя итоги, следует подчеркнуть, что широкое внедрение в аграрную промышленность пожнивных сидеральных культур на орошаемой пашне сероземно-луговых почв Чуйской долины дает основание учесть особенности их количественно-качественного состава как в надземной, так и в подземной части растений и дает возможность определить малый биологический круговорот азота, фосфора и калия.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Свежая фитомасса пожнивных сидератов оставляет в почве 165,07-343, 61 кг/га азота, 12,57-24,71 кг/га фосфора и 105,43-237,28 кг/га калия, выполняя роль зеленых удобрений, создает положительный баланс элементов питания, что значительно сокращает применение минеральных удобрений;

2. Пожнивные остатки пшеницы в сочетании с зеленой массой сидератов способствуют сокращению преобладания выноса питательных элементов над их возвратом, доминированию процессов гумификации над минерализацией, вследствие чего затушевывается снижение плодородия пашни, и тем самым можно констатировать, что пожнивные сидераты являются важным звеном почвозащитной системы земледелия.

#### **3.3.4. Преимущество внедрения сидерации перед навозом**

Внедрение агротехнического приема сидерации в сельскохозяйственное производство дает возможность решения проблем воспроизводства плодородия почв [17, 36, 37, 33, 58, 63, 91, 94, 104].

По сравнению с другими традиционными видами органических удобрений (навоз, компост и др.) пожнивные сидераты представляют ряд преимуществ - они увеличивают коэффициент полезного использования орошаемой пашни, являются неисчерпаемым источником энергетического материала, имеют относительно низкие энергетические и трудовые затраты на их производство и заделку в почву. Сидеральные удобрения не требуют перемещения в пространстве, а заделываются на месте произрастания, обеспечивая, таким образом, равномерность распределения фитомассы по площади пашни, и играют при своем использовании фитомелиоративную роль [65, 104, 147].

Заготовка и внесение навоза по сравнению с приемом сидерации увеличивает производственные затраты и повышает себестоимость продукции. При сидерации со свежими растительными остатками в почву поступают дополнительные источники органической массы, столь необходимые для восстановления плодородия пашни. С ними связаны все сложные микробиологические и биохимические процессы, ведущие к образованию

различных органических и минеральных соединений, определяющих в своей совокупности почвенное плодородие почв и увеличение урожайности последующей культуры [86, 112, 113, 116].

Как было отмечено в предыдущих главах, одним из перспективных направлений биологизации орошаемого земледелия является внедрение озимых и пожнивных промежуточных растений в качестве зелёного удобрения, которые служат главным звеном органического земледелия, выполняющего функцию защиты окружающей среды от загрязнения [1, 78]. Биофильные элементы питания в составе зеленых удобрений, безусловно, представляют естественный биологический фактор, повышающий плодородие почвы, и работают в решении экологических проблем агроландшафта. Их применение экологически и экономически эффективнее, чем приготовление и внесение навоза [54, 69, 126].

В (таблице 3.8) приводится сравнение поступающих питательных элементов в составе фитомассы сидератов при эквиваленте к полуперепревшему навозу крупного рогатого скота (КРС). Во всех изучаемых пожнивных сидератах наблюдается многократное доминирование азота по сравнению с навозом. В 20 т/га навоза содержится 84,0 кг/га азота, тогда как в фитомассе донника белого однолетнего - 201,95 кг/га, горчицы белой - 343,61 кг/га, ячменя ярового - 165,07 кг/га, фацелии рябинколистной - 185,83 кг/га, редьки масличной - 264,82 кг/га. В фитомассе явно доминирует калий, однако по сравнению с аналогичными показателями навоза присутствует малое количество фосфора. Так, в фитомассе донника белого однолетнего содержится 14,48 кг/га фосфора, 107,59 кг/га калия. Сумма биофильных элементов в фитомассе донника белого однолетнего составляет 324,2 кг/га, а в составе 20 т/га полуперепревшего навоза КРС соответственно сумма 230 кг/га.

Применение свежей фитомассы донника белого однолетнего в качестве зеленого удобрения при сравнении их эквивалента к 20 т/га полуперепревшему навозу КРС составляет 28,2 т/га органического удобрения, а аналогичные показатели горчицы белой соответственно составляют 52,7 т/га, ячменя ярового -

25,1 т/га, фацелии рябинколистной - 29,5 т/га, редьки масличной - 38,6 т/га. Следовательно, по эффективности в качестве зеленого удобрения изучаемые сидераты занимают следующий убывающий ряд: горчица белая > редька масличная > фацелия рябинколистная > донник белый однолетний > ячмень яровой.

Таблица 3.8 - Поступление биофильных элементов питания в почву в составе фитомассы пожнивных сидеральных растений

Варианты опыта	Сухая масса, т/га	Поступает в почву элементов питания, кг/га				Эквивалент к навозу, т/га
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	сумма	
Навоз, 20 т/га	6,0	84,0	44,0	102,0	230,0	20,0
Донник белый	6,31	201,95	14,48	107,59	324,2	28,2
Горчица белая	12,35	343,61	24,71	237,28	605,6	52,7
Ячмень яровой	5,9	165,07	12,57	110,73	288,37	25,1
Фацелия рябин	8,72	185,83	17,21	136,66	339,7	29,5
Редька масли-я	12,14	264,82	21,72	157,07	443,61	38,6

Необходимо отметить, что в первый год коэффициент использования N в два раза выше, чем коэффициент использования N из традиционных органических удобрений (навоза), а процессы разложения органического вещества сидератов значительно быстрее, чем у соломы [33, 49, 54, 65, 104, 116, 138].

Изучаемые пожнивные сидеральные растения, различаясь составом питательных веществ, могут обеспечить питательными веществами почву и служить альтернативным решением традиционных удобрений.

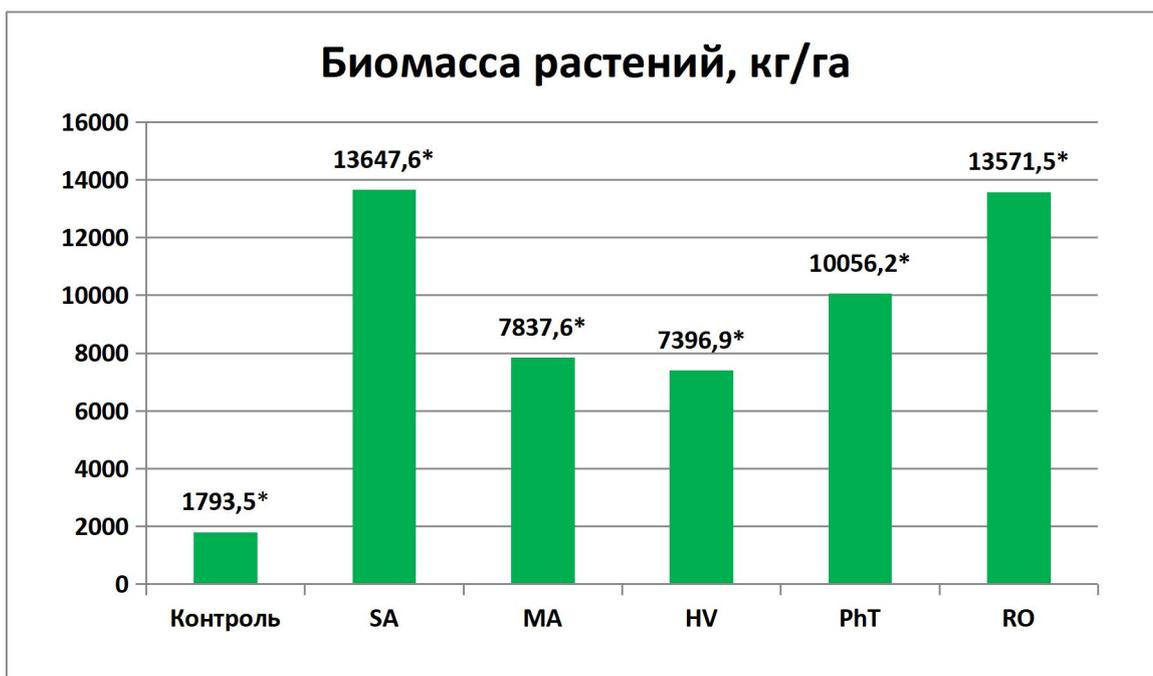
На основании вышеизложенного можно утверждать:

- культивирование сидеральных культур является эффективным приемом биологизации земледелия;
- применение свежей фитомассы сидеральных культур в качестве зеленого удобрения по сравнению с эквивалентным по содержанию N,P,K полуперепревшим навозом КРС 20 т/га составляет: донник белый однолетний - 28,2 т/га органического удобрения, а аналогичные показатели горчицы белой соответственно составляют 52,7 т/га, ячменя ярового - 25,1 т/га, фацелии рябинколистной - 29,5 т/га, редьки масличной - 38,6 т/га;
- по эффективности в качестве зеленого удобрения в сравнении с навозом изучаемые сидераты занимают следующий убывающий ряд: горчица белая > редька масличная > фацелия рябинколистная > донник белый однолетний > ячмень яровой;
- использование промежуточных пожнивных сидеральных растений в качестве зеленых удобрений экономически и экологически эффективнее, чем применение навоза.

### **3.3.5. Влияние пожнивных сидеральных культур на урожайность и качество клубней картофеля**

Наряду с урожайностью, важным критерием эффективности применения зеленых удобрений является качество получаемой сельскохозяйственной продукции. В нашем исследовании одним из показателей, характеризующих качество картофеля, является содержание крахмала.

Изучаемые сидеральные культуры горчица белая, ячмень яровой, донник белый однолетний, фацелия рябинколистная, редька масличная накапливают различную по качественному и количественному составу фитомассу, что по-разному влияет на показатели урожайности и качества продукции последующей культуры - картофеля, т.е. повышает содержание крахмала в клубнях. Это видно из (рисунка 3.8 и 3.9) и (таблицы 3.9).

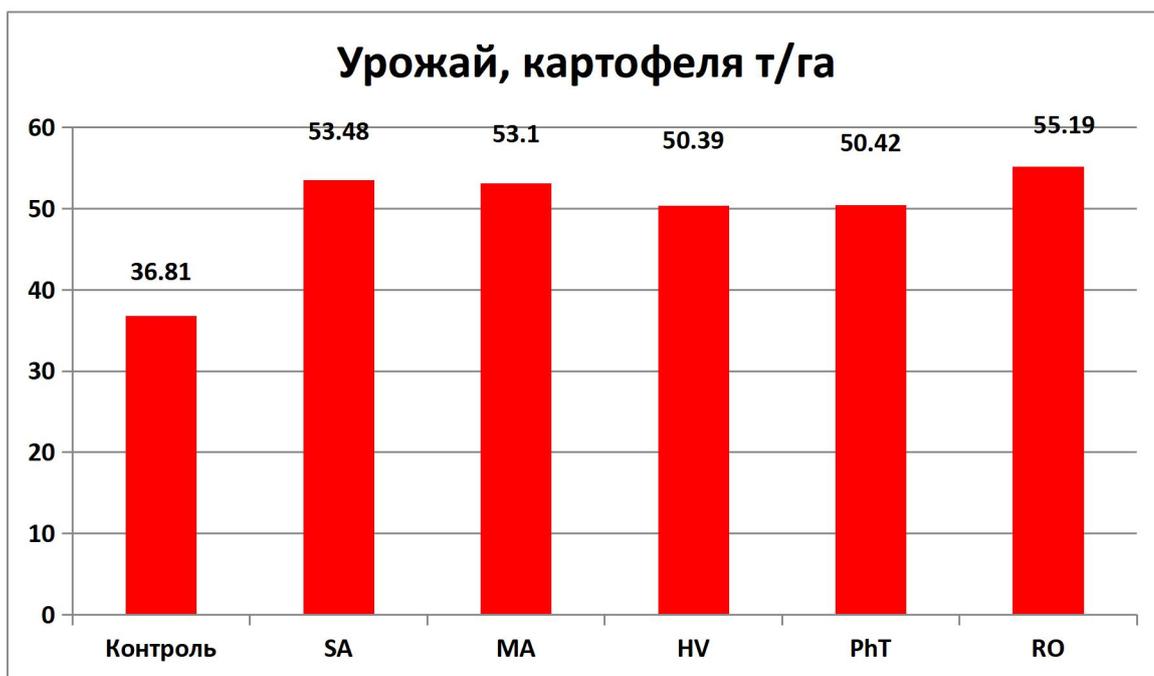


Примечания: \* - НСР 0,5-1360; Контроль - корневые и пожнивные остатки озимой пшеницы кг/га.

Рисунок 3.8. - Величина биомассы пожнивных культур кг/га

(Рисунок 3.8) отображает величину накопления сухой биомассы растений по вариантам опыта. Минимальное количество, представленное остатками предшествующей культуры - 1793,5 кг/га, и максимальное - в варианте с горчицей белой - 13647,6 кг/га.

(Рисунок 3.9) наглядно иллюстрирует зависимость урожайности картофеля от варианта опыта в пересчете на 1 га. Минимальная урожайность сформировалась в контрольном варианте и составила 36,81 т/га, максимальная урожайность сформировалась в варианте с редькой масличной и составила 55,19 т/га.



Примечание: \* - НСР 0,5-7,957 т/га.

Рисунок 3.9. - Влияние различных пожнивных культур на урожайность картофеля, т/га

Так, в контрольном варианте без использования сидератов содержание крахмала в клубнях не превышало 15,11 %, а содержание сухого вещества 22,28 %, что является минимальным значением по исследуемым вариантам. Внедрение в сельскохозяйственное производство пожнивных сидеральных культур позволило увеличить данный показатель в клубнях картофеля. Так, после внедрения поживной культуры донника белого однолетнего содержание крахмала в клубнях картофеля увеличилось до 16,4 %, сухого вещества - до 23,56 %, на полях с культивированием горчицы белой крахмал - до 16,1 %, сухого вещества - до 23,3 %, на полях с возделыванием ячменя ярового крахмал составил 15,8 %, сухое вещество - 23,04 % на полях с фацелией рябинколистной крахмал - 15,41 %, сухое вещество - 22,54 %, а на полях с возделыванием редьки масличной крахмал - 15,36 % и сухое вещество - 22,62 % соответственно.

Таким образом, по влиянию на качество картофеля изучаемые сидеральные растения занимают следующий убывающий ряд: донник однолетний > горчица белая > ячмень яровой > фацелия рябинколистная > редька масличная.

Это обусловлено улучшением режима питания (микро и макроэлементы) при минерализации фитомассы сидератов во время вегетации картофеля и обильным притоком в клубни ассимилянтов при усилении процесса фотосинтеза за счет минерализации зеленого удобрения почвенными микроорганизмами, а также выделения в приземный воздух CO<sup>2</sup> [112, 115, 123].

Кроме того, изучаемые пожнивные сидеральные культуры улучшают фитосанитарные условия почв, т.е. снижают засоренность полей, количество вредителей, и возбудителей болезней, что, безусловно, положительно влияет на качество продукции сельскохозяйственных культур [65, 77, 104]. Это видно из материалов (таблицы 3.9), где отражены данные о содержании крахмала в клубнях картофеля. Так, во всех вариантах опыта с пожновыми сидеральными культурами отмечается повышенное содержание крахмала [115].

Таблица 3.9 - Влияние различных пожневных культур на урожайность и качество картофеля

Варианты удобрений	Урожай картофеля, %	Содержание сухого вещества, %	Содержание крахмала, %
Контроль	100,0	22,28	15,11
Горчица белая	145,3	23,30	16,1
Донник белый	144,2	23,56	16,4
Ячмень яровой	136,9	23,04	15,8
Фацелия рябинколистная	137,0	22,54	15,41
Редька масличная	149,9	22,62	15,36
R (коэф.корреляции)	0,613	0,99	0,58
R <sup>2</sup> (коэф.детерминации)	0,376	0,990	0,334

Возделывание пожневных сидеральных культур представляет

энергосберегающую, почвозащитную технологию. Они являются экологически чистыми, экономически выгодными органическими удобрениями, что способствует получению органически чистой продукции.

Применение сидеральных удобрений в сочетании с небольшими нормами минеральных удобрений приводит к целому ряду положительных процессов в питательном режиме почвы, что влечет за собой повышение урожайности и качества клубней картофеля при снижении себестоимости единицы продукции.

По результатам проведенных агротехнических работ по внедрению пожнивных сидеральных культур на полях, предназначенных для посадки клубней картофеля, складываются благоприятные условия, создаваемые под влиянием заделываемых в почву зеленых растительных остатков (надземная и подземная фитомасса) сидеральных культур, не только для повышения урожайности и качества клубней картофеля, но и для поддержания плодородия орошаемой пашни [32, 37, 58, 71, 77, 94, 104]. Внедрение сидератов в севооборот орошаемой пашни Чуйской долины позволяет соблюдать основные принципы биологического земледелия, где наблюдается стимулирование режима питания растений поступающей свежей органической массой, усилением биологической активности почвы во время вегетации и разложением фитомассы, улучшением фитосанитарного состояния полей, и, в частности, элементами агротехнической (фитоцинотической) меры борьбы с сорной растительностью.

Поэтому расширение использования экологически чистых и экономически эффективных зеленых удобрений - пожнивных сидератов, является одним из важнейших элементов биологического земледелия, определяющих восстановление плодородия почвы.

Полученные результаты научно-исследовательской работы позволяют сделать следующие выводы:

- оставляемая в почве растительная масса пожнивных сидератов повышает не только урожайность последующей культуры, но и улучшает качество продукции, в частности, содержание крахмала в клубнях картофеля;

- по влиянию на качество картофеля (содержание крахмала) изучаемые сидеральные растения занимают следующий убывающий ряд: донник белый однолетний > горчица белая > ячмень яровой > фацелия рябинколистная > редька масличная.

### **3.3.6. Воздействие пожнивных сидератов на содержание гумуса и питательных элементов**

Ключевым показателем плодородия почвы является наличие органического компонента. Органическое вещество почвы - это сложное, многокомпонентное сочетание растительных и животных фрагментов, а также специфических органических веществ почвы, представляющих сложный химический комплекс биогенного происхождения, называемого гумусом [45, 46, 66, 97, 121, 124, 141].

Показатели плодородия почвы тесно связаны с составом питательных элементов почвы, который, в свою очередь, зависит от стадии минерализации и гумизации органического субстрата [4, 5, 7, 98, 159, 161, 177, 178, 182, 186, 190]. Интенсивность использования пашни должна быть прямо пропорциональна восполнению органического вещества в почве. Основным, постоянно возобновляемым компонентом увеличения содержания гумуса в почве являются органические удобрения в виде органических остатков, в т.ч. и фитомасса пожнивных сидеральных культур.

При введении основных принципов биологизации в агропромышленное производство необходимо отчетливое понимание, что почва — это большой живой организм, требующий исключительно бережного подхода и обращения, минимизации техногенных, антропогенных, необоснованных химических вмешательств. Современные агротехнические методы основаны на принципах экологичного, зеленого земледелия. Основные усилия направлены на восстановление и сохранение почвенных ресурсов, активный уход и повышение ее плодородия. Традиционный подход земледелия базируется на экономических принципах и ориентирован на вегетацию растений и получения урожая. Однако биологический подход предполагает повышение

функциональной способности почвы путем повышения показателей плодородия и ее экологического состояния, а также почвенного агроценоза.

Внедрение в практическое агропромышленное производство пожнивных сидератов в качестве экоудобрений значительно снижает потребность в потреблении традиционных минеральных и органических удобрений. Также при использовании данной агротехнической методики снижается к минимуму разобщенность круговорота веществ и энергии в агроценозах [36, 65, 77, 104]. Необходимо подчеркнуть регенеративные свойства пожнивных сидеральных культур. Такая способность обусловлена возобновляемой рециркуляцией органического субстрата биомассы как надземной, так и подземной частей сидеральных культур. Возврат питательного субстрата копирует природные эквзаимодействия между почвенной средой и агрофитоценозами в процессах почвообразования [58, 89, 90, 102].

Управление процессами повышения плодородия земель должно быть основано на научно-обоснованных и рациональных методах земледелия. К сожалению, на сегодняшний день во многих хозяйствах отмечается резкий дефицит органических удобрений, а также механизации, что создает серьезные предпосылки для формирования дефицитов гумуса в почве и отсутствие возможности по надлежащей профилактике. Нерациональное использование орошаемых пашен ведет к деградации почвы, следовательно, к снижению показателей урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Неисполнение таких фундаментальных законов земледелия, как закона незаменимости факторов, закона возврата питательных элементов приводит к истощению природных запасов почвы и снижению показателей плодородия [80, 81, 82]. Снижение агрохимических, физико-химических, биологических и других свойств почвы при интенсивном орошении пашен, вследствие чего происходит размыв гумуса, способствует распаду органического вещества, а недостаточное внесение в почву органических субстратов приводит к дефициту гумуса [79].

Поэтому важной задачей современного экологического земледелия должна стать не просто профилактика дефицита гумусного субстрата в почве, но и максимальное системное, регулярное использование всех видов органических удобрений для создания профицита гумуса в почве [77, 132, 157].

В настоящем диссертационном исследовании большое внимание уделяется ключевому влиянию пожнивных сидеральных культур в вопросах восстановления агроценозов и гумуса орошаемой пашни. Однако, мнения ученых остаются противоречивыми [7, 8, 9, 36].

В литературных источниках одни авторы отмечают повышение содержания гумуса в результате заправки свежей растительной массы сидеральных растений [8, 37, 74, 116, 125], другие авторы настаивают на комбинированном применении колосовых культур с соломой, выступающей в данном случае в роли ингибитора нитрификации [108, 111, 146].

Влияние пожнивных сидеральных культур на процессы гумификации зависит, прежде всего, от химической природы фитомассы, заделываемой в пашню. Скорость распада органического вещества при различных условиях определяется его химическим составом. Если сидераты имеют узкое отношение C:N, то они оказывают положительное влияние на их интенсивное разложение [7, 79, 88, 112, 138, 169, 170].

За годы проведения исследований с пожновыми сидеральными растениями почвы опытного поля постепенно начали улучшаться, т.е. произошло повышение показателей содержания гумуса и элементов питания в почве.

Данные, представленные в (таблице 3.10), позволяют заключить, что согласно почвенным анализам видны тенденции к увеличению элементов питания и гумуса в вариантах опыта с сидеральными культурами, по сравнению с контрольным вариантом уже в течении одного года, а их применение в долгосрочном плане еще предстоит изучить.

Таблица 3.10 - Влияние сидеральных культур на плодородие почвы

№ п/п	Варианты опыта пахотный, подпахотный слои пашни, см		Гумус, %	Валовое содержание питательных веществ, %			Поглощенные основания, мг-экв на 100 г почвы	
				N	P	K	Ca	Mg
1	Контроль	0–25	1,30	0,126	0,160	2,56	7,78	0,97
		25–50	1,15	0,116	0,160	2,50	7,29	0,97
2	Фацелия	0–25	1,38	0,134	0,160	2,56	6,32	3,89
		25–50	1,17	0,118	0,148	2,50	5,83	0,97
3	Ячмень	0–25	1,36	0,135	0,172	2,75	14,09	4,37
		25–50	1,16	0,116	0,160	2,75	13,61	2,92
4	Горчица	0–25	1,35	0,132	0,160	2,56	6,32	3,40
		25–50	1,14	0,114	0,140	2,50	6,32	0,49
5	Донник	0–25	1,39	0,137	0,160	2,58	6,80	1,94
		25–50	1,15	0,112	0,140	2,38	4,86	1,46
6	Редька	0–25	1,37	0,134	0,160	2,56	12,15	2,92
		25–50	1,16	0,116	0,156	2,38	12,15	0,49

Изучаемые сидераты в данном научном исследовании имеют очень узкое отношение C:N и разлагаются в почве намного быстрее, чем другие, богатые клетчаткой, органические удобрения, при бурной минерализации они выделяют в почву питательные элементы [8, 112].

Биомасса пожнивных сидеральных культур, запаханная в почву, содержащая в своем составе легкоперерабатываемые микроорганизмами органические соединения, стимулирует активный рост и развитие микрофлоры – увеличивается число колоний аммонификаторов, целлюлозных бактерий и азотобактера [112, 113]. Из-за высокого содержания питательных легкорастворимых веществ и небольшого количества лигнина сидераты

оказывают обычно незначительное влияние на пополнение запасов гумуса в почве [5, 7, 98, 124].

При распаде органического вещества, в ходе процесса минерализации N, P, K, а также их соединения, являясь частью цикла, вовлекаются в процесс питания основных сельскохозяйственных культур. В ходе распада органического вещества выделяется вода, энергия и CO<sub>2</sub>. Углекислый газ способствует воздушному углеродному питанию в рамках процесса фотосинтеза основных возделываемых культур.

Необходимо подчеркнуть, что культивирование пожнивных сидеральных культур является экологичным методом, т.к. способствует предохранению почвы от ветровой и водной эрозии, предупреждает миграцию питательных веществ по профилю почвы. Также данная исследуемая агротехническая методика позволяет минимизировать использование минеральных удобрений и химических средств защиты сельскохозяйственных культур, что значительно влияет на экономические показатели возделывания сельскохозяйственной продукции [17, 37, 63, 104].

Нужно подчеркнуть, что сидеральные культуры обладают фитосанитарной способностью, повышают продуктивность севооборота и основной продукции. Таким образом, применение пожнивных сидератов в севооборотах — это важный фактор, свидетельствующий о высокой культуре земледелия, способствующий повышению рентабельности сельскохозяйственного производства.

Полученные материалы исследований позволяют сформулировать и внедрить в производство рекомендации по повышению плодородия почв и урожайности картофеля. Внедрение пожнивных сидеральных культур поднимает экономическую эффективность и рентабельность картофелеводства, которые непосредственно влияют на социально-экономическое положение хозяйства и искореняют бедность населения.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что на орошаемой пашне сероземно-луговых почв за годы проведения исследований наблюдается стимулирование поступления питательных элементов и рост продуктивности почвы, создаются условия для расширенного воспроизводства почвенного

плодородия. За год исследования произошли небольшие, но заметные изменения содержания гумуса и элементов питания в почве, так по сравнению с контролем в опытных вариантах содержание в пахотном горизонте гумуса увеличилось на 0,04-0,09%, азота увеличилось на 0,006-0,011%, фосфора увеличилось на 0 - 0,012%, калия увеличилось на 0-0,19%.

Совместное использование пожнивных сидеральных культур и минеральных удобрений обладает положительным синергетическим эффектом в агроэкологическом и в экономическом планах;

Внедрение пожнивных сидеральных культур поднимает экономическую эффективность и рентабельность отрасли картофелеводства, которые непосредственно влияют на социально-экономическое положение хозяйства.

#### **3.4. Экономическая эффективность использования сидеральных культур при возделывании картофеля**

В проведенных опытах на орошаемой пашне сероземно-луговых почв Чуйской долины росту урожайности картофеля способствуют внедрение пожнивных посевов сидеральных культур горчицы белой, донника белого, ячменя ярового, фацелии рябинколистной, редьки масличной [89,94]. Здесь решается одна из основных задач аграрной политики Кыргызстана с помощью увеличения урожайности агроценозов, что является актуальным методом повышения доходности. Чем ниже уровень затрат производства продукции, тем выше показатели рентабельности и прибыли [90, 91, 95].

Рентабельность выращивания картофеля при применении минеральных удобрений и пожнивных культур при возделывании картофеля на орошаемой пашне Чуйской долины доказывается проведенным экономическим анализом (таблица 3.11).

Возделывание картофеля на орошаемых полях сероземно-луговых почв Центральной части Чуйской долины с использованием инновационных методов орошения (дождевание) и соблюдение агротехники возделывания при внедрении пожнивных сидератов позволили получить низкую себестоимость продукции и, соответственно, высокую доходность.

При этом по всем вариантам опыта затраты на орошение составили 3200 сом/га, амортизационные накладные - 70000 сом/га, посев семян сидератов - 600 сом/га.

Таблица 3.11 - Экономика применения минеральных удобрений и пожнивных сидеральных культур при возделывании картофеля 2018 г.

№ п/п	Уро- жай- ность, т/га	затраты, сом/га		Вало- вой доход, сом/га	Картофель			
		всего	в т.ч. на семена сидера- тов		при- быль, сом/га	себестоимость		рен- табель- ность, %
						прямая, сом/кг	полная, сом/кг	
1*	36,81	216150	0	349695	133545	3,97	5,87	61,78
2*	53,48	220670	720	508060	287390	2,82	4,13	126,40
3*	53,10	222200	2250	504450	282250	2,87	4,18	127,02
4*	50,39	223200	2400	478705	255505	3,02	4,43	114,47
5*	50,42	221950	2000	478990	257040	3,01	4,40	115,80
6*	55,19	220670	720	524305	303635	2,73	4,00	137,59

Примечания: 1\* - контроль; 2\* - Горчица белая; 3\* - Донник белый однолетний; 4\* - Ячмень яровой; 5\* - Фацелия рябинколистная; 6\* - Редька масличная.

Контрольный вариант без сидератов позволил сформировать прибыль 133545 сом с показателем рентабельности выращивания картофеля 61,78 %, чистый доход (прибыль) составляет в варианте горчица белая - 287390 сом/га с рентабельностью 126,40 %; донник белый однолетний - 282250 сом/га с рентабельностью 127,02 %; ячмень яровой - 255505 сом/га с рентабельностью 114,47 %; фацелия рябинколистная - 257040 сом/га с рентабельностью 115,80 %, а вариант редька масличная оказался самым доходным и рентабельным с показателем прибыли 303635 сом/га и рентабельностью 137,59 %.

Проведенный в ходе исследования экономический анализ доказал, что использование пожнивных сидеральных культур и минеральных удобрений является экономически выгодным по сравнению с контролем, где не было сидеральной культуры. Рентабельность выращивания картофеля во всех вариантах с применением сидеральных культур превысила уровень 100 %.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследования с пожнивными сидеральными культурами на орошаемых сероземно-луговых почвах показали, что возделывание сидеральных культур на фоне половинной нормы минеральных удобрений обеспечивает повышение плодородия почв, так содержание гумуса увеличилось на 0,04-0,09%, содержание азота увеличилось на 0,006-0,011%, содержание фосфора увеличилось на 0 - 0,012%, содержание калия увеличилось на 0-0,19%.

2. Разработанная технология возделывания сидеральных культур, после зерновых колосовых культур, которая включает: дискование жнивья на глубину 8-10 см, посев семян сидератов сеялкой сплошного посева на глубину 1-3 см, при норме высева от 10 до 150 кг/га, в зависимости от культуры; орошение дождеванием, с нормой 250-450 м<sup>3</sup>/га до доведения влажности почвы в корнеобитаемом слое до 75 % полевой влагоемкости. В фазе цветения поля сидератов прикатываются тяжелыми катками, затем вносятся фосфорные и калийные удобрения Р<sub>90</sub> К<sub>120</sub>. После чего обрабатываются тяжелым дисковым орудием. Затем через 5-20 дней производится отвальная вспашка на глубину 35 см.

3. Установлено, что поживные сидеральные растения горчица белая, донник белый однолетний, ячмень яровой, фацелия рябинколистная, редька масличная формируют богатую надземную фитомассу - от 3233,3 кг/га до 8333,3 кг/га сухого вещества, а корни - от 2679,1 кг/га до 4786,6 кг/га. Причем сидеральные культуры имеют разное соотношение подземной и надземной фитомассы. Фитомасса поживных сидеральных растений составляет: горчица белая 12349,8 кг/га, донник белый однолетний 6308,9кг/га, ячмень яровой 5912,4кг/га фацелия рябинколистная 8719,9 кг/га, редька масличная 12140,3 кг/га. Все это создает предпосылки для увеличения содержания органического вещества в почве и улучшает ее продуктивность.

Изучаемые пожнивные сидераты продуцируют и оставляют в почве 165,07-343,61 кг/га азота, 12,57-24,71 кг/га фосфора и 105,43-237,28 кг/га калия, что обеспечивает положительный баланс элементов питания, улучшает режим питания последующей культуры, сокращает использование минеральных удобрений и увеличивает урожайность картофеля. В результате применения сидеральных культур в биологический круговорот вовлекается большое количество питательных элементов и это позволяет снижать нормы минеральных удобрений под картофель.

4. Установлено агроэкологическое влияние сидерального предшественника на урожайность картофеля. Так во всех вариантах опыта по сравнению с контролем урожайность картофеля оказалась выше. В среднем за 3 года урожайность картофеля составила: 1. Контроль - 36,81 т/га 2. Горчица белая - 53,48 т/га 3. Донник белый однолетний - 53,10 т/га 4. Ячмень яровой - 50,39 т/га 5. Фацелия рябинколистная - 50,42 т/га 6. Редька масличная - 55,19 т/га

По эффективности в качестве зеленого удобрения изучаемые сидераты занимают следующий убывающий ряд: редька масличная > горчица белая > фацелия рябинколистная > донник белый однолетний > ячмень яровой. Редька масличная является лучшим предшественником для картофеля в почвенно-климатических условиях орошаемых полей Чуйской долины.

Показано влияние сидеральных культур на увеличение содержания сухого вещества в клубнях картофеля. Во всех вариантах использование сидератов привело к увеличению содержания сухого вещества в клубнях картофеля по сравнению с контролем без сидератов. Лучшим предшественником по влиянию на содержание в урожае картофеля сухого вещества оказался донник белый однолетний.

5. Возделывание сидеральных культур экономически выгодно. Так чистый доход (прибыль) в варианте горчица белая составляет 287390 сом/га и рентабельность 126,4 %, у донника белого однолетнего соответственно 282250 сом/га и 127,02 %, у ячменя ярового соответственно 255505 сом/га и

114,47 %, у фацелии рябинколистной соответственно 257040 сом/га и 115,80 %. Вариант опыта с редькой масличной оказался самым доходным и рентабельным с показателем прибыли 303635 сом/га и рентабельностью 137,59 %. Экономический анализ доказал, что использование пожнивных сидеральных культур на фоне минеральных удобрений при выращивании картофеля является экономически выгодным.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Проводимые научные исследования позволяют рекомендовать следующие:

1. Включить в зернопропашное звено севооборотов пожнивные сидеральные культуры горчицу белую, фацелию рябинколистую, донник белый, ячмень яровой, редьку масличную, которые в условиях орошаемых сероземно-луговых почв Чуйской долины формируют богатый урожай зеленой массы, для заправки в качестве зеленого удобрения;

2. Посев пожнивных сидеральных культур проводить без глубокой основной обработки почвы для экономии ресурсов, времени вегетации и почвенной влаги, посев провести в сжатые сроки в день уборки урожая озимой пшеницы, причем стараться равномерно распределить пожнивные остатки по поверхности поля, приступить к орошению посевов сидеральных культур незамедлительно после окончания посева, орошение проводить предпочтительно дождеванием, вспашку фитомассы сидератов провести через 5-20 дней после дискования, перед осенними заморозками, чтобы микробиологические процессы разложения поступающей фитомассы сидератов консервировались (позняя осень, зима) и бурная микробиологическая активность приходилось на время вегетации картофеля;

3. Внедрить в аграрное производство составные сидеральные смеси, озимых, яровых и пожнивных сидеральных культур для более широкого использования потенциала зеленого удобрения, что является биологизацией системы земледелия и основой зеленой экономики, т.е. дешевые, доступные и достаточно эффективные зеленые удобрения могут быть неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абдурагимов, П. А. Правильное сочетание основных и промежуточных посевов – залог продуктивного использования орошаемых земель Дагестана [Текст] / П. А. Абдурагимов // Два урожая кормовых культур в год. – М., 1968. – С. 99–105.
2. Азаров, Б. Ф. Симбиотический азот в земледелии Центрально-Черноземной зоны Российской Федерации [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Б. Ф. Азаров. – М., 1995. – 59 с.
3. Азикова, С. Г. Структура смешанных пожнивных посевов яровых культур в предгорной зоне КБР [Текст] / С. Г. Азикова // Материалы юбилейной конференции КБГСХА. Сер. Агрон. науки. – Нальчик, 2001. – С. 69–71.
4. Акулов, П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов [Текст] / П. Г. Акулов. – М.: Колос, 1992. – 223 с.
5. Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации [Текст] / Л. Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 286 с.
6. Алексеев, Е. К. Зеленое удобрение в нечерноземной полосе [Текст] / Е. К. Алексеев. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 278 с.
7. Алиев, С. А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв [Текст] / С. А. Алиев. – Баку: Элм, 1978. – 253 с.
8. Алиева, Е. И. Корневые и пожнивные остатки сельскохозяйственных культур как источник органического вещества на дерново-подзолистых суглинистых почвах Нечерноземной полосы [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. И. Алиева. – Ашхабад, 1964. – 16 с.
9. Алиева, Е. И. Накопление и разложение растительных остатков полевых культур и влияние их на баланс органического вещества и питательных элементов в дерново-подзолистой почве [Текст] / Е. И. Алиева // Агрохимия. – 1978. – № 4. – С. 57–63.

10. Алоев, З. З Новые культуры для пожнивных посевов [Текст] / З. З Алоев, С. Г. Азикова // Актуальные проблемы современной науки. Естественные науки: тез. докл. 2-й междунар. конф. молодых ученых и студентов, 11-13 сент. 2001 г. – Самара, 2001. – С. 50.
11. Алоев, З. З. Продуктивность однолетних яровых культур в весенних и летних посевах на зеленый корм и семена в предгорной зоне Кабардино-Балкарии [Электронный ресурс] / З. З. Алоев. – Режим доступа: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/124394>. – Загл. с экрана.
12. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – 491 с.
13. Асхабов, Р. Ю. Роль поживной сидерации в повышении продуктивности насыщенных зерновыми севооборотов [Текст] / Р. Ю. Асхабов // Сельское хозяйство. Сер. 2, Земледелие. Землепользование. Агролесомелиорация: РЖ / ВНИИТЭИ-Агропром. – 1986. – № 11. – С. 7.
14. Артемов, И. В. Роль севооборотов с сидератами в биологизации земледелия [Текст] / И. В. Артемов, С. И. Манаенков // Кормопроизводство. – 2007. – № 12. – С. 20–21.
15. Эффективность промежуточных культур для получения двух урожаев на орошаемых землях Казахстана [Текст] / Т. А. Атакулов, Ж. О. Оспанбаев, Е. Н. Алкенов [и др.] // Инновации – путь к новому этапу развития АПК: междунар. науч.- практ. конф. – Астана, 2013. – С. 12–17.
16. Бабич, Н. Н. Сравнительное накопление биомассы сидеральными культурами [Текст] / Н. Н. Бабич, Д. Ю. Попов // Аграр. наука. – 2007. – № 10. – С. 22–23.
17. Бабичев, А. Н. Эффективность применения сидератов на орошаемых землях Ростовской области [Текст] / А. Н. Бабичев, В. А. Монастырский // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. ст. – Новочеркасск, 2010. – Вып. 43. – С. 88–93.
18. Бабичев, А. Н. Накопление питательных веществ в почве при возделывании картофеля летней посадки после сидеральных культур [Текст] /

А. Н. Бабичев, Г. Т. Бакалай, В. А. Монастырский // Плодородие. – 2015. – № 5. – С. 37–39.

19. Бабушкин, Л. Н. К вопросу агроклиматического районирования республик Средней Азии [Текст] / Л. Н. Бабушкин // Тр. Ташкент. гос. ун-та им. В. И. Ленина. Новая сер. – 1961. – Вып. 186: Геогр. науки, кн. 22: Материалы совещ. по вопр. физ.-геогр. и экон.-геогр. районирования Сред. Азии и Казахстана. – С. 32–37.

20. Балян, Г. А. Схема упрощенного зеленого конвейера для крупного рогатого скота фермерских и крестьянских хозяйств Чуйской долины [Текст] / Г.А. Балян, Р. Э. Эшенкулов, Б. Ю. Масаидов // Вестн. Кыргыз. аграр. ун-та. – 2002. – № 2. – С. 112–115.

21. Балян, Г. А. Резервы и приемы укрепления кормовой базы животноводства в Кыргызстане [Текст] / Г. А. Балян, А. И. Абдыкаирова, Б. Ю. Масаидов. – Бишкек: Printhouse, 2004. – 282 с.

22. Радиационный режим территории СССР [Текст] / [Е. П. Барашкова, В. Л. Гаевский, Л. Н. Дьяченко и др.]. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 528 с.

23. Басиев, С. С. Сидеральные культуры – повышение плодородия почвы и урожая картофеля [Текст] / С. С. Басиев // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 33.

24. Баякеев, Б. А. Приемы основной обработки почвы и урожай озимых промежуточных культур в условиях предгорной зоны Чуйской долины [Текст] / Б. А. Баякеев // Тезисы конф. молодых ученых Киргиз. НИИЗ. – Фрунзе, 1987. – С. 8–10.

25. Баякеев, Б. А. Приемы основной обработки почвы в зернопропашном звене севооборота с промежуточными культурами [Текст]: отчет о НИР / Б. А. Баякеев. – Фрунзе, 1988. – 74 с.

26. Баякеев, Б. А. Приемы основной обработки почвы в зернопропашном звене севооборота с промежуточными культурами в предгорной зоне Чуйской долины Кыргызстана [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Б. А. Баякеев. – Алма-Ата, 1991. – 23 с.

27. Безуглова, О. С. Гумусное состояние почв юга России [Текст] / О. С. Безуглова. – Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2001. – 228 с.
28. Белгородская, И. Сидераты – какие, для чего, когда [Текст] / И. Белгородская // Сад и огород. – 2010. – № 6 (119). – С. 14–15.
29. Беляк, В. Б. Применение сидерации в Пензенской области [Текст] / В. Б. Беляк. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – 25 с.
30. Беляк, В. Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика) [Текст] / В. Б. Беляк. – Пенза: Пенз. правда, 2008. – 319 с.
31. Беляк, В. Б. Эффективность сидеральных смесей [Текст] / В. Б. Беляк, И. Н. Зеленин, А. В. Чернышов // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 28–29.
32. Бердников, А. М. Возделывание картофеля с использованием сидератов [Текст] / А. М. Бердников, В. П. Косьянчук // Земледелие. – 1999. – № 4. – С. 26.
33. Богданов, Ф. М. Эффективность зеленого удобрения и навоза на серых лесных и черноземных почвах Башкирии [Текст] / Ф. М. Богданов, Х. С. Ахметшин // Интенсификация земледелия в Башкирии: сб. науч. тр. – Уфа, 1989. – С. 40–45.
34. Бузмаков, В. В. Зеленые удобрения [Текст] / В. В. Бузмаков // Химия в сел. хоз-ве. – 1988. – № 6. – С. 33–37.
35. Васильев, В. А. Справочник по органическим удобрениям [Текст] / В. А. Васильев, Н. А. Филиппова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.
36. Бердников, А. М. Научное обоснование применения зеленых удобрений в современной земледелии на дерново-подзолистых почвах Полесья СССР [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / А. М. Бердников. – Мн., 1990. – 38 с.
37. Берзин, А. М. Зеленое удобрение в Средней Сибири [Текст] / А. М. Берзин. – Красноярск: КГАУ, 2002. – 395 с.
38. Берсенев, Я. М. Два урожая на орошаемых землях Хакасии [Текст] / Я. М. Берсенев, Н. Л. Серов // Кормопроизводство. – 1980. – № 12. – С. 21–22.

39. Благовещенская, З. К. Сидераты в современном земледелии [Текст] / З. К. Благовещенская, Т. А. Тришина // Земледелие. – 1987. – № 5. – С. 36–37.
40. Богданов, Ф. М. Эффективность зеленого удобрения и навоза на эродированных почвах Кубы [Текст] / Г. И. Васильев // Удобрение с.-х. культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1991. – № 6. – С. 10.
41. Вахидов, А. П. Как увеличить урожайность промежуточных культур [Текст] / А. П. Вахидов // Сел. хоз-во Таджикистана. – 1986. – № 2. – С. 21–24.
42. Продуктивность и химический состав полевых культур БССР [Текст] / [П. Е. Прокопов, А. Г. Межуев, А. А. Лапковский и др.]; под ред. А. С. Вечера, П. Е. Прокопова. – Мн.: Наука и техника, 1974. – 125 с.
43. Вдовин, В. И. Промежуточные и совмещенные посевы кормовых культур в Киргизии [Текст] / В. И. Вдовин // Сборник науч. тр. ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М., 1985. – Вып. 3. – С. 177–182.
44. Вдовин, В. И. Рекомендации по возделыванию кормовых культур в промежуточных посевах Киргизской ССР [Текст] / В. И. Вдовин, С. К. Луковин. – Фрунзе: Киргиз. НИТИ пастбищ и кормов, 1978. – 30 с.
45. Вильямс, В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения [Текст] / В. Р. Вильямс. – 6-е изд. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 472 с.
46. Возбуцкая, А. Е. Химия почвы [Текст] / А. Е. Возбуцкая. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 1964. – 398 с.
47. Возняковская, Ю. М. Рациональные приемы применения зеленого удобрения [Текст] / В. Ю. Возняковская, Ж. П. Попова, А. К. Никонорова // Земледелие. – 1993. – № 2. – С. 14–16.
48. Волынская, В. П. Использование донника на сидерат / В. П. Волынская // Земледелие. – 1997. – № 6. – С. 20–21.
49. Войнова-Райкова, Ж. Влияние пожнивных остатков на процессы минерализации в почве [Текст] / Ж. Войнова-Райкова, Р. Атанасова-Алтимирска // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1987. – № 6. – С. 20.

50. Ворд, Р. Органическое вещество почвы и круговорот азота в природе [Текст] / Р. Ворд // Сорник статей по No-Till. – М., 2020. – С. 34.
51. Воронов, С. И. Гумусное состояние и расчет баланса гумуса в почвах Чуйской долины Киргизской ССР [Текст] / С. И. Воронов, Б. А. Мамытова // Труды Киргиз. НИИ почвоведения. – 1987. – Вып. 18. – С. 105–113.
52. Глушков, В. В. Пожнивные сидеральные культуры и продуктивность ярового ячменя [Текст] / В. В. Глушков // Плодородие. – 2013. – № 4. – С. 39–40.
53. Гришина, Л. А. Биологический круговорот и его роль в почвообразовании [Текст] / Л. А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 128 с.
54. Гришина, Л. А. Учет биомассы и химический анализ растений [Текст] / Л. А. Гришина, Е. М. Самойлова. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 99 с.
55. Гурин, А. Г. Сравнительный анализ экономической эффективности при использовании в качестве органических удобрений навоза и сидеральных сельскохозяйственных культур [Текст] / А. Г. Гурин, Е. О. Котова // Финансовая экономика. – 2019. – № 1. – С. 318–320.
56. Дедов, А. В. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия Черноземов [Текст] / А. В. Дедов // Земледелие. – 2002. – № 2. – С. 10–12.
57. Джолоев, М. Дж. Влияние поукосной и пожнивной кукурузы на плодородие сероземно-луговых почв при орошении в условиях Чуйской долины Киргизской ССР [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / М. Дж. Джолоев. – Полтава, 1969. – 26 с.
58. Дмитриева, Е. Ш. Влияние севооборота и пожнивного зелёного удобрения на агрофитоценоз ячменя и его урожай [Текст] / Е. Ш. Дмитриева // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИ-Агропром. – 1990. – № 3. – С. 15–16.
59. Довбан, К. И. Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии [Текст] / К. И. Довбан. – Мн.: Ураджай, 1981. – 206 с.
60. Довбан, К. И. Зеленые удобрения в интенсивном земледелии [Текст]: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / К. И. Довбан. – Мн., 1983. – 510 с.

61. Довбан, К. И. Зеленые удобрения – резерв повышения плодородия дерново-подзолистых почв [Текст] / К. И. Довбан // Актуальные проблемы земледелия. – М., 1984. – С. 227–233.
62. Довбан, К. И. Сидерация многофакторный агроприем [Текст] / К. И. Довбан // Земледелие. – 1986. – № 8. – С. 40–42.
63. Довбан, К. И. Зеленое удобрение [Текст] / К. И. Довбан. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.
64. Довбан, К. И. Сидерация в интенсивном земледелии [Текст] / К. И. Довбан, Ф. Г. Бардников. – М.: ВНИИТЭИАгропром, 1992. – 68 с.
65. Довбан, К. И. Экологический аспект сидерации [Текст] / К. И. Довбан // Химизация сел. хоз-ва. – 1992. – № 4. – С. 28–32.
66. Довбан, К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии: Вопросы теории и практики [Текст] / К. И. Довбан. – Мн.: Беларус. наука, 2009. – 404 с.
67. Докучаев, В. В. Избранные сочинения [Текст]: в 3-х т. / В. В. Докучаев. – М.: Сельхозгиз, 1949. – Т. 1: Русский чернозем. – 480 с.
68. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
69. Ресурсосберегающая технология растительных остатков, как органических удобрений [Текст] / Р. Ф. Еремина, С. С. Мащенко, О. Г. Чуян [и др.] // Экологические аспекты интенсификации сельскохозяйственного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (12-14 марта, 2002 г.). – Пенза, 2002. – С. 126–127.
70. Воспроизводство плодородия чернозема типичного при использовании растительных остатков как органических удобрений [Текст] / Р. Ф. Еремина, С. С. Мащенко, О. Г. Чуян [и др.] // Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию ВНИПТИОУ (25-27 июля, 2001 г.). – Владимир, 2002. – С. 338–340.
71. Зеленые удобрения – путь биологизации и интенсификации

земледелия Нижегородской области [Текст] / В. П. Заикин, В. В. Ивенин, Ф. П. Румянцев, В. Л. Строкин. – Н. Новгород: [б. и.], 1996. – 161 с.

72. Об органическом сельскохозяйственном производстве в Кыргызской Республике [Электронный ресурс]: закон от 18 мая 2019 г. № 65. – Режим доступа: <https://cbd.minjust.gov.kg/111912/edition/1239232/ru?ysclid=m7fvnxcv2599056368>  
3. – Загл. с экрана.

73. Зезюков, Н. И. Содержание лабильного органического вещества в пахотных черноземах центрально-черноземной зоны [Текст] / Н. И. Зезюков, А. В. Дедов // Почвоведение. – 1994. – № 10. – С. 54–57.

74. Зезюков, Н. И. Сидеральные пары центрально-черноземной зоны России [Текст] / Н. И. Зезюков, Н. И. Придворев, А. В. Дедов // Агрехимия. – 1999. – № 4. – С. 24–34.

75. Зеленов, А. Ф. Роль сидерации в повышении плодородия почв [Текст] / А. Ф. Зеленов // Земледелие: РЖ /ВНИИТЭИАгропром. – 1988. – № 1. – С. 7.

76. Рельеф Киргизии [Текст] / [Д. И. Исаев, М. И. Глушкова, З. А. Алиев и др.]. – Фрунзе: Илим, 1964. – 145 с.

77. Казьмин, В. М. Как поддержать почвенное плодородие [Текст] / В. М. Казьмин, В. В. Коломейченко // Земледелие. – 2001. – № 5. – С. 30–31.

78. Кант, Г. Зеленое удобрение [Текст] / Г. Кант; пер. с нем. Б. Д. Кирюшина. – М.: Колос, 1982. – 128 с.

79. Карабаев, А. Н. Внедрение промежуточных культур и использование растительной массы при ведении органического сельского хозяйства решают проблемы продовольственной безопасности Кыргызской Республики [Текст] / А. Н. Карабаев, А. Г. Колодяжный, Н. Н. Карабаев // Вестн. Кырг. нац. аграр. ун-та им. К. И. Скрябина. – 2021. – № 4 (58). – С. 115–121.

80. Карабаев, Н. А. Агрехимико-экологические основы плодородия и продуктивности горных почв Кыргызстана [Текст] / Н. А. Карабаев. – Бишкек: Алтын Тамга, 2000. – 92 с.

81. Изменение гумусового потенциала при воздействии антропогенного фактора и потеплении климата [Текст] / Н. А. Карабаев, Ж. Б. Бекболотов, С. А. Мамытканов, Р. Т. Апасов // Вестн. Кырг. нац. аграр. ун-та им. К. И. Скрябина. – 2012. – № 1. – С. 6–10.
82. Карабаев, Н. А. Проблемы почвенных ресурсов и агроэкологии Кыргызской Республики [Текст] / Н. А. Карабаев // Системы создания кормовой базы животноводства на основе интенсификации растениеводства и использования природных кормовых угодий: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Алмалыбак, 2016. – С. 498–504.
83. Внедрение инноваций хозяйствования в АПК Кыргызстана [Текст] / Н. А. Карабаев, А. С. Ажыбеков, Т. Ж. Ызаканов, Н. Н. Карабаев // Современные аспекты развития сельского хозяйства юго-западного региона Казахстана: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Шымкент, 2018. – С. 360–369.
84. Качинский, Н. А. Корневая система растений в почвах подзолистого типа [Текст] / Н. А. Качинский // Труды Моск. обл. опыт. станции. – 1925. – Вып. 7. – С. 50–75.
85. Картамышева, Н. И. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России [Текст] / Н. И. Картамышева. – М.: Колос, 2012. – 471 с.
86. Климат Киргизской ССР [Текст] / [под общ. ред. З. А. Рязанцевой]. – Фрунзе, Илим. 1965. – 289 с.
87. Колобков, Е. В. Микробиологическая активность почвы как фактор оценки биологизированных севооборотов [Текст] / Е. В. Колобков, П. А. Постников // Аграр. вестн. Урала. – 2012. – № 2 (94). – С. 4–6.
88. Колодяжный, А. Г. Надземная фитомасса пожнивных сидеральных культур на орошаемых пашнях Чуйской долины Кыргызстана [Текст] / А. Г. Колодяжный, Н. А. Карабаев // Вестн. Каз. нац. у-та им. Аль-Фараби. Сер. биол. – 2020. – № 4 (85). – С. 15–23.
89. Карабаев, Н. А. Химический состав пожнивных сидеральных

растений и их влияние на плодородие почв [Текст] / Н. А. Карабаев, А. Г. Колодяжный // Вестн. Кыргыз. нац. аграр. ун-та им. К. И. Скрябина. – 2021. – № 1 (55). – С. 13–21.

90. Колодяжный, А. Г. Влияние количественно-качественного состава пожнивных сидеральных культур на плодородие почв и продуктивность агроценозов [Текст] / А.Г. Колодяжный, Н.А. Карабаев // Вестн. Нарын. гос. ун-та. – 2021. – № 1. – С. 18–24.

91. Колодяжный, А. Г. Использование сидеральных растений в качестве зеленых удобрений служат при решении продовольственной безопасности страны [Текст] / А. Г. Колодяжный, Н. Н. Карабаев, А. В. Загурский // Вестн. Кыргыз. нац. аграр. ун-та им. К. И. Скрябина. – 2021. – № 4 (58). – С. 107–114.

92. Kolodiazhnyi, A. G. Prospects for the introduction of green fertilizers in irrigated arable land in Kyrgyzstan [Text] = (Перспективы внедрения зеленых удобрений на орошаемых землях Кыргызстана) [Text] / А. Г. Kolodiazhnyi, N. A. Karabaev // Вестн. Кыргыз. нац. аграр. ун-та им. К. И. Скрябина. – 2021. – № 5 (59). – С. 8–13.

93. Kolodiazhnyi, A. G. Root mass of green manure stubble crops and their importance for the fertility of irrigated sierozemis and meadow soils [Text] = (Корневая масса пожнивных сидеральных культур и их значение для плодородия орошаемых сероземно-луговых почв) / А. Г. Kolodiazhnyi, N. A. Karabaev // Вестн. Кыргыз. нац. аграр. ун-та им. К. И. Скрябина. – 2021. – № 5 (59). – С. 14–18.

94. Значение агроклиматического потенциала и орошения при внедрении пожнивных сидеральных культур [Текст] / А. Г. Колодяжный, Н. Н. Карабаев, А. К. Козыбай [и др.] // Вестн. Кызылорд. ун-та им. Коркыт Ата. – 2021. – № 4 (59). – С. 41–50.

95. Биологическая продуктивность пожнивных сидеральных растений на орошаемых пашнях Чуйской долины Кыргызстана [Текст] / А. Г. Колодяжный, Н. А. Карабаев, М. Д. Эргашев, А. Д. Асаналиев // Кишоварз

(Таджикистан). – 2022. – № 1.

96. Колодяжный, А. Г. Поживные сидеральные растения на службе повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур [Текст] / А. Г. Колодяжный // Изв. вузов Кыргызстана. – 2022. – № 6. – С. 201–204.

97. Промежуточные сидераты улучшают фитосанитарное состояние и плодородие пашни [Текст] / А. Н. Карабаев, А. Г. Колодяжный, Н. Н. Карабаев, Т. Ж. Ызаканов // Эволюция и деградация почвенного покрова: сб. науч. ст. по материалам VI Междунар. науч. конф. – Ставрополь, 2022. – С. 128–132.

98. Кононова, М. М. Органическое вещество почвы [Текст] / М. М. Кононова. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314 с.

99. Кононова, М. М. Проблема органического вещества на современном этапе [Текст] / М. М. Кононова // Органическое вещество целинных и освоенных почв: Экспериментальные данные и методы исследования. – М., 1972. – С. 7–12.

100. Кормилицын, В. Ф. Развивать сидерацию в Поволжье [Текст] / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 28–31.

101. Котлярова, О. Г. Накопление органического вещества сидеральными культурами и поступление питательных веществ в почву при их запашке [Текст] / О. Г. Котлярова, В. В. Черенков // Агрохимия. – 1998. – № 12. – С. 15–20.

102. Кузина, В. Н. Разложение зеленой массы и стерневых остатков люпина в песчаной почве [Текст] / В. Н. Кузина // Труды Новозыбков. опыт. станции. – Брянск, 1959. – Вып. 2. – С. 279–286.

103. Лошаков, В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны [Текст] / В. Г. Лошаков. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 126 с.

104. Лошаков, В. Г. Промежуточные культуры как фактор интенсификации земледелия и окультуривания дерново-подзолистых почв [Текст]: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / В. Г. Лошаков. – М., 1982. – 406 с.

105. Лошаков, В. Г. Зеленое удобрение в земледелии России [Текст] / В. Г. Лошаков; под ред. В. Г. Сычева. – М.: ВНИИА, 2015. – 300 с.
106. Малицкий, Н. А. Возделывание подзимних промежуточных культур как прием интенсификации орошаемого земледелия в Узбекистане [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: (531) / Н. А. Малицкий. – Ташкент, 1969. – 63 с.
107. Мамытов, А. М. Агрохимические свойства почв Киргизии [Текст] / А. М. Мамытов, И. В. Опенлендер. – Фрунзе, Илим, 1969. – 134 с.
108. Мамытов, А. М. Почвенное районирование Киргизии [Текст] / А. М. Мамытов, Г. И. Ройченко. – Фрунзе: Изд-во АН КиргССР, 1961. – 149 с.
109. Мерзлая, Г. Е. Рекомендации по эффективному использованию соломы и сидератов в земледелии [Текст] / Г. Е. Мерзлая, Л. М. Державин, А. А. Завалин; под ред. В. Г. Сычева. – М.: ВНИИА, 2012. – 44 с.
110. Минеев, В. Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения [Текст] / В. Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. – М.: Колос, 1993. – 415 с.
111. Мишина, И. Ю. Растительные остатки как фактор плодородия дерново-подзолистых почв [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03 / И. Ю. Мишина. – М., 1984. – 20 с.
112. Мишустин, Е. Н. Использование соломы в качестве удобрения [Текст] / Е. Н. Мишустин // Почвоведение. – 1971. – № 8. – С. 49–54.
113. Мишустин, Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия [Текст] / Е. Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 343 с.
114. Мишустин, Е. Н. Ассоциация почвенных микроорганизмов [Текст] / Е. Н. Мишустин. – М.: Наука, 1975. – 107 с.
115. 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 // Науч. журн. Рос. НИИ проблем мелиорации (Новочеркасск). – 2013. – № 2. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archiven.171-174>. – Загл. с экрана.
116. Монастырский, В. А. Урожайность и качество картофеля летней посадки в зависимости от используемого сидерата [Текст] / В. А.

Монастырский, А. Н. Бабичев // Науч. журн. Рос. НИИ проблем мелиорации (Новочеркасск). – 2013. – № 4 (12). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-i-kachestvo-kartofelya-letney-posadki-v-zavisimosti-ot-ispolzuemogo-siderata/viewer>. – Загл. с экрана.

117. Морковкин, Г. Г. Интенсивность минерализации сидератов и изменение содержания гумуса в черноземах выщелоченных умеренно засушливой степи Алтайского края [Текст] / Г. Г. Морковкин, И. В. Дёмина // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2009. – № 1 (51). – С. 12–16.

118. Надежкин, С. М. Гумусное состояние чернозема, выщелоченного при сидерации [Текст] / С. М. Надежкин, Ю. В. Корягин, И. Н. Лебедева // Агрохимия. – 1998. – № 4. – С. 29–34.

119. Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне [Текст] / [М. Н. Новиков, В. М. Тужилин, О. А. Самохина и др.; под ред. А. И. Еськова]. – Владимир: ВНИПТИОУ, 2004. – 260 с.

120. Носирова, М. Д. Приёмы возделывания пожнивного маша в условиях Центрального Таджикистана [Текст]: моногр. / М. Д. Носирова. – Душанбе: САПФИР, 2008. – 103 с.

121. Носирова, М. Д. Влияние удобрений на симбиотические параметры и формирования корневой массы азиатской фасоли (маша) в пожнивных посевах [Текст] / М. Д. Носирова // Вестн. Тадж. аграр. ун-та (Кишоварз). – 2008. – № 4. – С. 10–11.

122. Орлов, Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации [Текст] / Д. С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.

123. Панкова, Н. А. Учет надземной массы и корней растений [Текст] / Н. А. Панкова // Агрохимические методы исследования почв. – М., 1960. – С. 16–24.

124. Поддубная, О. В. Сравнительный анализ содержания крахмала в клубнях картофеля [Текст] / О. В. Поддубная, О. А. Поддубный // Эпоха науки. – 2020. – № 24. – С. 72–76.

125. Пономарева, В. В. Гумус и почвообразование [Текст] / В. В.

Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л.: Наука, 1980. – 264 с.

126. Пронина, О. В. Влияние сидератов на плодородие черноземных почв и продуктивность севооборота в степном Заволжье [Текст]: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / О. В. Пронина. – Кинель, 2005. – 22 с.

127. Постников, П. А. Агрэкологический мониторинг при применении зеленых удобрений [Текст] / П. А. Постников // Плодородие. – 2014. – № 1. – С. 42–43.

128. Почвы долины реки Чу, их природа и пути использования для сельского хозяйства [Текст] / АН КазССР, Ин-т почвоведения; [отв. ред. А. И. Волков]. – Алма-Ата: Наука, 1971. – 374 с.

129. Кененбаев, С. Б. Возделывание промежуточных культур на поливных землях юга и юго-востока Казахстана [Текст]: рекомендации / С. Б. Кененбаев, О. Турешев. – Алматы: Баспалар уйі, 2007. – 21 с.

130. Гребневая технология возделывания пожнивных культур в условиях орошения [Текст]: (рекомендации) / Т. Ш. Мурзатаева и др. – Алматы, 2012. – 15 с

131. Почвы Чуйской впадины: (В пределах Киргизской ССР) [Текст] / АН КиргССР, Отд. почвоведения; [отв. ред. А. М. Мамытов]. – Фрунзе. Изд-во АН КиргССР, 1959. – 194 с.

132. Саранин, К. И. Пожнивные сидераты в Нечерноземье [Текст] / К. И. Саранин, В. Н. Федорищев // Земледелие. – 1990. – № 1. – С. 39–42.

133. Сорокин, И. Б. Растительное органическое вещество как основа почвенного плодородия [Текст] / И. Б. Сорокин, Э. В. Титова, Л. В. Касимова // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 14–15.

134. Стемалыщук, В. Т. Большие выгоды пожнивной сидерации [Текст] / В. Т. Стемалыщук // Земледелие. – 1989. – № 7. – С. 47–48.

135. Стифеев, А. И. Биологизация земледелия в Курской области [Текст] / А. И. Стифеев, В. И. Лазарев // Земледелие. – 2002. – № 1. – С. 9.

136. Соболев, О. С. Урожайность и себестоимость растениеводческой продукции [Текст] / О. С. Соболев // Никоновские чтения. – 2013. – № 18. – С.

395–399.

137. Сотников, Б. А. Влияние приемов биологизации на динамику лабильных форм органического вещества и урожайность культур [Текст]: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01 / Б. А. Сотников. – Воронеж, 2004. – 22 с.

138. Султанбаева, Г. А. Влияние различных видов растительных остатков сельскохозяйственных культур на качественный состав гумуса [Текст] / Г. А. Султанбаева // Тезисы докл. конф. молодых ученых и специалистов. – Фрунзе, 1984. – С. 49–51.

139. Султанбаева, Г. А. Особенности разложения и минерализация растительных остатков сельскохозяйственных культур в разных почвенно-климатических условиях Киргизии [Текст] / Г. А. Султанбаева, Дж. К. Кожеков, Л. А. Кузнецова // Сборник науч. тр. Киргиз. НИИ земледелия. – 1990. – Вып. 27. – С. 92–101.

140. Тамонов, А. М. Редька масличная – ценная сидеральная культура [Текст] / А. М. Тамонов, С. М. Лукин // Земледелие. – 1990. – № 1. – С. 44–46.

141. Терехов, Н. Б. Сидераты на дерново-подзолистых почвах [Текст] / Н. Б. Терехов, А. А. Акулов // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2002. – № 4. – С. 36–39.

142. Тюрин, И. В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии [Текст] / И. В. Тюрин. – М.: Колос. 1966. – 280 с.

143. Худолеев, В. В. Зеленое удобрение – переход к биологическому земледелию [Текст] / В. В. Худолеев // Молодежь XXI века: шаг в будущее: сб. тр. третьей регион. науч.-практ. конф. Амур. гос. ун-та. – Благовещенск, 2002. – С. 219.

144. Худолеев, В. В. Влияние пожнивного зеленого удобрения на урожайность сои [Текст] / В. В. Худолеев // Молодежь XXI века: шаг в будущее: материалы четвертой регион. науч.-практ. конф. 14-15 мая 2003 г. – Благовещенск, 2003. – С. 53–55.

145. Худолеев, В. В. Влияние пожнивных сидеральных культур на фотосинтетическую деятельность сои [Текст] / В. В. Худолеев // Молодежь XXI

века: шаг в будущее: материалы. шестой регион. науч.-практ. конф. 27-28 апр. 2005 г.: в 4-х т. – Благовещенск, 2005. – Т. 3.– С. 57–59.

146. Роль растительных остатков в обеспечении растений зольными элементами на подзолистых почвах [Текст] / Д. А. Фокин, И. Л. Черникова, К. Ш. Ибрагимов [и др.] // Почвоведение. – 1979. – № 6. – С. 53–61.

147. Шакиров, Р. С. Сидераты и солома – дополнительные источники почвенной органики [Текст] / Р. С. Шакиров // Земледелие. – 1999. – № 4. – С. 38.

148. Возобновляемое растительное сырье [Текст]: в 2-х кн. / [Д. Шпаар, В. Г. Лошаков, А. Н. Постников и др.; под ред. Д. Шпаара]. – СПб.; Пушкин: [б. и.], 2006. – Кн. 1. – 416 с.; Кн. 2. – 382 с.

149. Шульц, С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня [Текст] / С. С. Шульц. – М.: Географгиз, 1948. – 223 с.

150. Шикула, Н. К. Воспроизводство гумуса при почвозащитной системе земледелия [Текст] / Н. К. Шикула, А. Ф. Гнатенко // Земледелие. – 1991. – № 2. – С. 40–43.

151. Шиятый, Е. И. Экологизация земледелия – задача первостепенной важности [Текст] / Е. И. Шиятый // Земледелие. – 1991. – № 4. – С. 50–52.

152. Щербаков, А. П. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ [Текст] / А. П. Щербаков, И. Д. Рудай. – М.: Колос, 1983. – 189 с.

153. Черкасов, Г. Н. Использование растительных остатков как органических удобрений [Текст] / Г. Н. Черкасов, Н. А. Чуян, Р. Ф. Еремина // Плодородие. – 2007. – № 6. – С. 22–23.

154. Чуян, Н. А. Влияние навоза и растительных остатков как органических удобрений на качество сельскохозяйственной продукции в условиях лесостепи ЦЧЗ [Текст] / Н. А. Чуян, О. Г. Чуян, Р. Ф. Еремина // Агрехим. вестн. – 2009. – № 6. – С. 18–20.

155. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур [Текст]: метод. рекомендации / [В. В. Коринец,

А. Ф. Козловцев, Н. З. Козенко и др.]. – Волгоград: [б. и.], 1985. – 30 с.

156. Юдахин, П. Г. Озимые и яровые промежуточные культуры в Ошской области [Текст] / П. Г. Юдахин. – Фрунзе: Кирг. науч.-произв. об-ние по земледелию, 1989. – 16 с.

157. Юркин, С. И. Роль корневых и пожнивных остатков зерновых культур и кукурузы в аккумуляции азота, фосфора и калия [Текст] / С. И. Юркин // Агрохимия. – 1977. – № 2. – С. 15–21.

158. Юшкевич, И. А. Как повысить плодородие легких почв [Текст] / И. А. Юшкевич, В. Г. Шныриков, В. А. Тикавый. – Мн.: Урожай, 1981. – 176 с.

159. Якимова, М. Ф. Микроорганизмы, разлагающие растительные остатки озимой пшеницы в некоторых почвах Молдавии [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук: (096) / М. Ф. Якимова. – Кишинев, 1972. – 23 с.

160. Allison, F. E. Soil Organic Matter and its Role in crop production [Text] / F. E. Allison. – Amsterdam: Elsevier, 1973. – 637 p.

161. Atakulov, T. Increasing the productivity of irrigated land by sowing of catch crops in the south-east of Kazakhstan [Text] / T. Atakulov, K. Yrzhanova, E. Alkenov // European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches: Int. sci. conf. – Stuttgart, 2012. – P. 383–385.

162. Bachthaler, G. Humusbilanz ausgeglichen halten [Text] / G. Bachthaler // Dt. Landw. Presse. – 1973. – Bd. 96. – S. 14.

163. Blasse, W. Forderung der Bodenfruchtbarkeit durch Kunzgrasmulch und Deckfruchtanbau in Obstanlagen [Text] / W. Blasse // Gartenbau. – 1990. – Bd. 37, N 11. – S. 376–379.

164. Debruck, J. Fruchtfolge organische Substanzversorgung aus der Sicht des gegenwertigen [Text] / J. Debruck // Landbaus Arbeiten der D. L. G. – 1980. – S. 45–46.

165. Debruck, J. Zwischenfruchte sind nicht nur Bodendunger, DL. Z [Text] / J. Debruck, U. Pittman // Landtechnik (Z). – 1981. – Bd. 32. – S. 646–649.

166. Debruch, J. Grundung noch ein Baustein der Bodenfruchtbarkeit [Text] / J. Debruck // Zuckerrube. – 1983. – Bd. 32, N. 2. – S. 185–191.

167. Eich, D. Einordnung der organischen Düngung in komplexe Verfahren zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit [Text] / D. Eich // *Feldwirtschaft*. – 1981. – Bd. 22, N 8. – S. 326–329.

168. Elern, B. Einordnung der organischen Düngung in komplexe Verfahren zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit [Text] / B. Elern // *Feldwirtschaft*. – 1997. – N 8. – S. 325–329.

169. Heuberger, H. Zwischenfutterbau und Grundungen [Text] / H. Heuberger // *Caller Bauer*. – 1988. – Bd. 75, N 27. – S. 810–813.

170. Jans-Hammermeister, D. C. Nitrogen accumulations and relative rates of mineralization in two soils following legume green manuring [Text] / D. C. Jans-Hammermeister, W. B. McGill, T. L. Jensen // *Canadian J. Soil Sci.* – 1994. – Vol. 74, N 1. – P. 23–28.

171. Jenkinson, D. S. Studies on the decomposition of plant material in soil. IV: The effect of rate of addition [Text] / D. S. Jenkinson // *Eur. J. Soil Sci.* – 1977. – Vol. 28, N 3. – P. 417–423.

172. Jovanovic, R. Effect of plowed under organic matter on soil moisture and yield of maize grown as monoculture [Text] / R. Jovanovic, M. Veskovic // *Proc. Int. Soil Tillage Res Organization, 8th Conf., 1979.* – Hohenheim, 1979. – Vol. 2. – P. 435–439.

173. Kretschman, G. Stoppelfruchte für die Grundung und Futternutzung [Text] / G. Kretschman // *Landwirtschaftsblatt Weser-Ems*. – 1982. – Bd. 129, N 30. – S. 5–9.

174. Krishnan, G. Weed control in soybean (*Glycine max*) with green manure crops [Text] / G. Krishnan, D. L. Holshouser, S. J. Nissen // *Weed Technol.* – 1998. – Vol. 12, N 1. – P. 97–102.

175. Köhnlein, L. Vetter H. – *Pflanzenbau*; Berlin; Hamburg: P. Parey, S. 1953. – 138.

176. Korschens, M. Einfluß der Grundung auf Boden und Ertrag [Text] / M. Korschens, S. Scholz // *Feldwirtschaft*. – 1979. – N 9. – P. 415–416.

177. Korschens, M. Zwischenfruchtanbau zur Futternutzung und

Grundung ein Beitrag zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit [Text] / M. Korschens // Feldwirtschaft. – 1983. – Bd. 24, N 8. – S. 361–362.

178. Kunder, F. Measures and parameter for soil fertility control in an intensive agriculture [Text] / F. Kunder, M. Smukalski, J. Lange // Proceeding of the international seminar on soil environment and fertility menagement intensive agriculture. – Tokyo, 1977. – P. 35–43.

179. Erhöhung der Bodenfruchtbarkei [Text] / [P. Kundler, K. Steinbrenner, M. Smukalski et al.]. – Berlin: Dt. Landwirtschaftsverl, 1989. – 452 s.

180. Kutscher, I. Starke wurzelkräftige pflanzen hohe Erträge [Text] / I. Kutscher // Mitt, Dl.G. – 1962. – P. 37–77.

181. Last, P. J. Effect of green manures on yield and nitrogen requirement of sugar beet [Text] / P. J. Last, A. P. Draycot, D. Y. Webb // J. Agricultural Sci. – 1981. – N 1. – P. 18–23.

182. Loschakov, V. G. Einfluss der hangarage Stoppelfruchtgrün- und Strohdüngung auf die Fruchtbarkeit von Rasenpodsolböden und den Kornerertrag [Text] / V. G. Loschakov // Archiv für Acker-und Pflanzenbau und Bodenkunde. – 2002. – Vol. 48, N 6. – P. 593–602.

183. Mengel, K. Wesentliche Faktoren der Bodenfruchtbarkeit [Text] / K. Mengel // Bodenkultur. – 1981. – Bd. 32, N 3. – S. 189–194.

184. Meredith, H. L. The significance of the Rate of organic matter decomposition on the Aggregation of soil Sei [Text] / H. L. Meredith, H. Kohnke // Soil Sci. Society Proc. Am. J. – 1965. – Vol. 29, N 5. – P. 547–550.

185. Morris, R. A. Rice response to a short duration green manure. I [Text] / R. A. Morris, R. E. Furos, M. A. Dizon // Grain Yield. Agron. J. – 1986. – N 78. – P. 409–412.

186. Morris, R. A. Organik farming Prospekt companed vvieth conceptional faring [Text] / R. A. Morris // Phosphonus in Agr. – 1996. – P. 36–82.

187. Obtrlander, H. E. Humus und organische Düngung im intensiver Ackerbau [Text] / H. E. Obtrlander // Der Forderungsdienst. – 1977. – Vol. 25, N 11.

– S. 327–330.

188. Economy of fertilizer nitrogen through green-manuring in rice (*Oryza sativa*) [Text] / D. S. Rana, H. D. Singh, K. N. Sharma, A. L. Bhandari // Indian J. Agric. Sci. – 1988. – N 1. – P. 17–27.

189. Rasinger, A. Mit Grundung Bodenstruktur verbessern! [Text] / A. Rasinger // Prakt Landtechnik. – 1982. – N 7. – S. 220–222.

190. Schieder, E. Ergebnisse eines 15 Jarigen Dauerdungsversuches mit Stroh und Stallmist [Text] / E. Schieder, W. Breunig // Archiv-Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. – 1978. – Bd. 22, N 10. – S. 653–687.

191. Schnitzer, M. Recent advances in humic acid research [Text] / M. Schnitzer // Proc. Int. Peat. Symp. Bemidji, Minn, Oct. 21-23. – Bemidji; Minn, 1982. – P. 17–43.

192. Simon, W. Zwischenfruchte: produktionsanleitung und Richtwerte [Text] / W Simon. – Markkleeberg: Agrabuch, 1989. – 104 s.

193. Spielhaus, G. Bewährte Stoppelsaaten zur Gründung [Text] / G. Spielhaus // Top agrar. – 1973. – N 7. – P. 3.

194. Steinbrenner, K. Untersuchungen über den Einfluss der Strohbeseitigung, Gründüngung und Bodenbearbeitung bei Weizen-Monokultur. [Text] / K. Steinbrenner, L. Smukalski. N. Willibald // Diss Hohenheim. – 1975. – Vol. 18, N 10. – S. 475–476.

195. Stewart, B. A. Immobilization and mineralization of Nitrogen in several organic fractions of soil [Text] / B. A. Stewart, L. K. Porter, D. D. Johnson // Soil Sci. Soc. Am. Proc. – 1963. – N 27. – P. 302–304.

196. Tine, W. W. Green manuring [Text] / W. W. Tine, R. J. Blevins // Outlook on Agriculture. – 1999. – Vol. 13, N 1. – P. 20–33.

197. Thorup-Kristensen, K. Catch crops in vegetable growing its consequences for plant nutrition [Text] / K. Thorup-Kristensen. – S. I., 1990. – 1 c.

198. UN Sustainable development goals [Electronic resource]. – Mode of assess: [www.un.org](http://www.un.org). – Title from the screen.

199. Vetter, H. Einfluss der strohdüngung auf Boden und Pflanze [Text] / H.

Vetter // Deutsch Landwirtsch. – 1959. – N 100. – S. 347.

200. Vetter, H. Sommerfruchte und Gründüngung in getreidereichen Fruchtfolgen [Text] / H. Vetter // Zeitschrift für Acker-und Pflanzenbau. – 1971. – N 12. – S. 1–9.

201. Willibald, N. Untersuchungen über den Einfluss der Stroheseitigung, Gründüngung und Bodenbearbeitung bei Weizen-Monokultur [Text] / N. Willibald // Diss Hohenheim. – 1975. – Vol. 18, N 10. – S. 486–487.

202. Withamp, M. Evolution of CO<sub>2</sub> from litter Junius and subsoil of pine stand [Text] / M. Withamp, M. L. Frank // Pedobiol. – 1969. – N 9. – P. 358–365.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

П 1.3. Показатели фитомассы пожнивных культур, возделываемых в хозяйстве Кирби Аламединского района Чуйской области (после основной культуры-озимой пшеницы)

№	Варианты	Сухая корневая масса из слоя почвы, кг/га		остатки соломы в слое	итого растит. остатки в почве, кг/га	надзем-ная масса, кг/га	Итого фитомассы, кг/га	Урожай картофеля, т/га
		0-25 см	25-50 см	0-25 см, кг/га				
Данные 2016 года								
1	Контроль	1546,6	426,7	720,0	2693,3	0	2693,3	30,1
2	Горчица белая	3626,6	506,7	1413,3	5546,6	8800	14346,6	39,83
3	Донник белый	5413,3	853,3	1760,0	8026,6	7100	15126,6	52,38
4	Ячмень яровой	4373,3	1546,7	1546,7	7466,7	5700	13166,7	36,3
5	Фацелия рябинколистная	7333,3	666,7	1253,3	9253,3	8000	17253,3	43,67
6	Редька масличная	3226,6	613,3	1493,3	5333,2	8600	13933,2	43,02
Данные 2017 года								
1	Контроль	186,7	26,7	1040,0	1253,3	0	1253,3	37,9
2	Горчица белая	3760,0	560,0	1360,0	5660,0	9330,0	15010,0	54,45
3	Донник белый	880,0	160,0	1333,3	2373,3	2000,0	4373,0	40,86
4	Ячмень яровой	853,3	218,7	1546,7	2618,6	2100,0	4718,6	53,85
5	Фацелия рябинколистная	4533,3	533,3	1440,0	6506,6	1700,0	8206,6	47,2
6	Редька масличная	3786,6	48,0	1493,3	5328,0	8600,0	13928,0	62,45
Данные 2018 года								
1	Контроль	240,0	-	1200,0	1440,0	0	1440,0	42,43

2	Горчица белая	3200,0	466,6	1200,0	4786,6	6800	11586,3	66,15
3	Донник белый	773,3	146,7	1493,3	2413,3	1600	4013,3	65,99
4	Ячмень яровой	826,6	218,7	1360,0	2405,3	1900	4305,3	61,02
5	Фацелия рябинколистная	1146,6	146,7	1333,3	2626,6	2100	4726,6	53,74
6	Редька масличная	3573,3	173,3	1306,7	5053,3	7800	12853,3	60,11
Средние за 3 года								
1	Контроль	657,8	151,1	986,7	1795,5	0	1793,5	36,81
2	Горчица белая	3528,7	511,1	1324,4	5331,1	8310,0	13647,6	53,48
3	Донник белый	2355,5	386,7	1528,9	4271,1	3566,7	7837,6	53,1
4	Ячмень яровой	2017,7	661,4	1484,5	4163,5	3233,3	7396,9	50,39
5	Фацелия рябинколистная	4337,7	448,9	1336,3	6128,8	3933,3	12771,1	50,42
6	Редька масличная	3528,8	278,2	1431,1	5238,2	8333,3	13571,5	55,19



Рис. П. 1.3. Учет надземной фитомассы горчицы белой



Рис. П. 2.3. Осмотр опытных делянок сидеральных культур



Рис. П. 3.3. Учет корневой фитомассы горчицы белой



Рис. П. 4.3. Сидеральное поле после первого снега



Рис. П. 5.3. Зимний выпас животных на сидеральном поле



Рис. П. 6.3. Поле картофеля размещенное по сидеральному предшественнику



Рис. П. 7.3. Поле картофеля кх"Кирби" во время цветения



Рис. П. 8.3. Мониторинг набора урожая картофеля сорта Леди Клэр

Табл. П 2.3 Корреляция сухого вещества и урожая картофеля

Варианты удобрений	Урожай картофеля, %	Содержание сухого вещества, %
Контроль*	100	22,28
Горчица белая	145,3	23,3
Донник белый	144,2	23,56
Ячмень яровой	136,9	23,04
Фацелия рябинколистная	137	22,54
Редька масличная	149,9	22,62

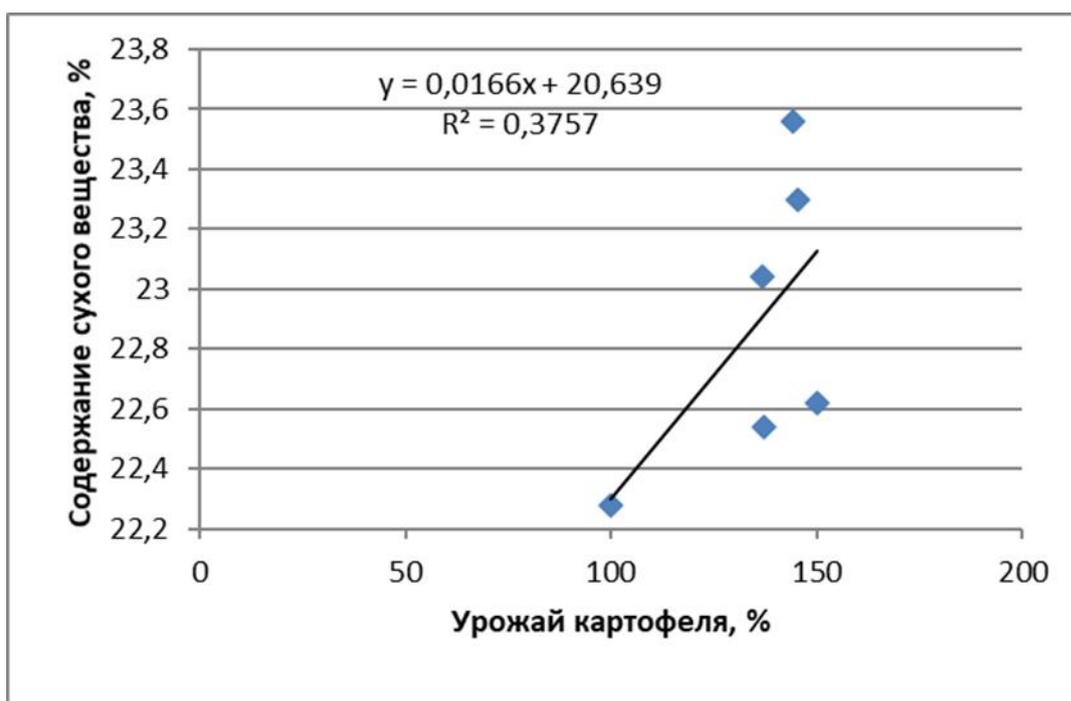


Табл. П 3.3 Корреляция содержания крахмала и сухого вещества

Варианты удобрений	Содержание сухого вещества, %	Содержание крахмала, %
Контроль*	22,28	15,11
Горчица белая	23,3	16,1
Донник белый	23,56	16,4
Ячмень яровой	23,04	15,8
Фацелия рябинколистная	22,54	15,41
Редька масличная	22,62	15,36

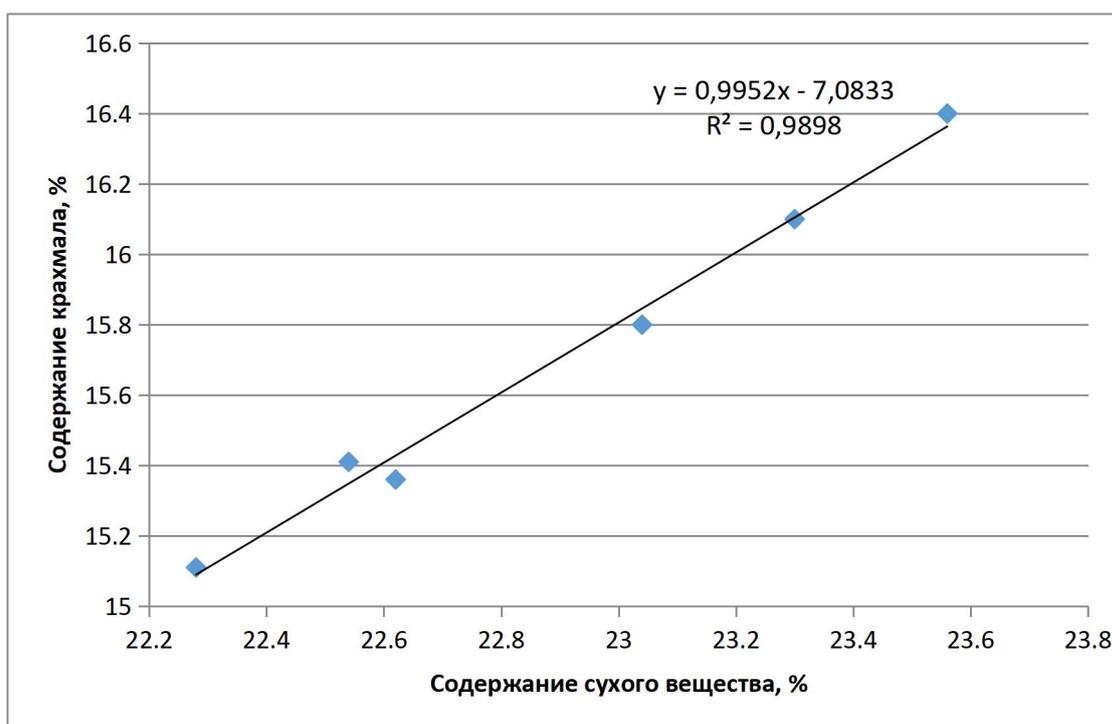


Табл. П 4.3 Корреляция содержание крахмала и урожай картофеля

Варианты удобрений	Урожай картофеля, %	Содержание крахмала, %
Контроль*	100	15,11
Горчица белая	145,3	16,1
Донник белый	144,2	16,4
Ячмень яровой	136,9	15,8
Фацелия рябинколистная	137	15,41
Редька масличная	149,9	15,36

